



N° 2008 – 28  
Décembre 2008

## Commerce international et transports : tendances du passé et prospective 2020

---

Christophe Gouel, Nina Kousnetzoff & Hassan Salman

Commerce international et transports :  
tendances du passé et prospective 2020

---

Christophe Gouel, Nina Kousnetzoff & Hassan Salman

N° 2008 – 28  
Décembre 2008

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>NON-TECHNICAL SUMMARY .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>RÉSUMÉ NON TECHNIQUE .....</b>	<b>6</b>
<b>RÉSUMÉ COURT .....</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>2. IMPACT DU COÛT DE TRANSPORT SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL : DIFFICULTÉS DE MESURE .....</b>	<b>9</b>
Les coûts de transport, barrière aux échanges .....	10
Déterminants des coûts de transport .....	10
Mesure des coûts de transport international .....	12
Coûts de transport et commerce .....	12
Mode de croissance du commerce extérieur.....	13
<b>3. LE DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS DEPUIS QUARANTE ANS.....</b>	<b>15</b>
3.1. Progrès technique des transports et développement du trafic .....	16
3.1.1.Un réseau de plus en plus intégré.....	16
3.1.2.Transport maritime .....	17
3.1.3.Transport aérien.....	24
3.2. Baisse des coûts de transport ? .....	27
Coût du fret ad valorem moyen .....	28
Évolution réelle du coût du fret ad valorem .....	29
Coûts et tarifs du fret .....	30
<b>4. PERSPECTIVES : EFFETS SUR LE COMMERCE ET LA CROISSANCE D'UNE TAXATION ENVIRONNEMENTALE DES TRANSPORTS INTERNATIONAUX .....</b>	<b>33</b>
Taxation des importations sur le contenu en carbone du fret .....	37
Taxation carbone des émissions liées aux intrants des secteurs transport .....	37
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>44</b>
<b>LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII .....</b>	<b>47</b>

## INTERNATIONAL TRADE AND FREIGHT TRANSPORTATION: PAST TRENDS AND PROSPECTS UP TO 2020

### NON-TECHNICAL SUMMARY

Have transportation costs played a key part in the growth of world trade for the past 30 years, and therefore, in the new wave of globalization? Is there a risk that an increase in the transportation costs during the next 20 years – due to carbon taxes and the rise in oil prices – will reduce world trade expansion and economic growth? This paper reviews past trends in international freight transportation and their impact on the growth of world trade; then it provides estimates of the impact of carbon taxes on transportation. The first section explains why transportation costs are difficult to measure and how their impact on international trade is estimated. The second section describes the growth of international freight transportation over the last 40 years. In the third section, we use the MIRAGE general equilibrium model to predict the impact on world trade and world growth of carbon taxes on transportation.

Section 1 shows how the difficulties which arise when identifying and measuring transportation costs generate uncertainty in the predictions of the impact of these costs on trade. Firstly, the effects of changes in transportation costs and in other barriers to trade must be successfully disentangled from one another. Secondly, variations in the transportation price must be balanced with the quality of the service (speed and security). Thirdly, fixed costs and economies of scale make it difficult to appreciate the impact of distance on transportation costs. Lastly, available data for the identification of these various effects are often incomplete and not detailed enough. The data source is either carrier companies, or the customs administrations. The customs data provide *ad valorem* freight rates, which are the most commonly used indicators for transportation costs.

Measuring the effect of transportation costs on trade draws on either geographical or chronological differences. The effect of transportation cost differences between countries are usually estimated indirectly, in the framework of gravity trade models; these methods may overestimate the transport cost effect, as they may not distinguish it perfectly from other effects of distance between countries. Evaluations based on variations of the transportation costs through time evidence quite small effects on trade over the past 40 years.

Section 2 brings together the main data showing the development of international transportation for the last 40 years. A number of innovations and their wide spread during the second half of the 20<sup>th</sup> century, enabled to increase speed and transported volumes per travel. Prominent examples are mass air transportation, or global management of integrated intermodal traffic nets thanks to new information and communication technologies. The data show that over the last 25 years, these innovations were of concern mainly for transportation of the manufactured goods. Bringing together all available data concerning the evolution of transportation prices, it follows that the decrease in freight rates is mainly

due to the increase in the prices of transported goods. Actually, there has not been a general decrease in transportation tariffs over these years. But it can be argued that the substantial upgrading of the quality of transportation services, regarding speed and security, is equivalent to a price decrease. In parallel, a large part of freight transportation has become more intensive in energy, and consequently fuel prices represent a growing part of transportation costs.

Section 3 considers the sustainability up to 2020 of energy intensive international transportation, with the assumption of more active policies to tackle climate change. We represent the green house gases emissions mitigating policies in transportation by two alternative carbon taxes: a tax on imports based on the estimated CO<sub>2</sub> emissions of the international part of freight transportation only; and a tax on the CO<sub>2</sub> emissions of the whole transport sector, passenger and freight, domestic and international, including emissions from the production of inputs used in the transport industry. We provide evidence of the impacts of these alternative carbon taxes by using a customized version of the MIRAGE general equilibrium model. At the tax rates of \$25 or \$50 per ton of CO<sub>2</sub>, the impact is small.

## **ABSTRACT**

Consumers are gradually going to have to pay, within the framework of international agreements on climate change mitigation, for the environmental cost of CO<sub>2</sub> emissions caused by international transportation. The resulting increase in transportation costs will magnify the impact of the upward trend in oil prices. In such a context, this paper reviews past trends in international freight transportation and their impact on the growth of world trade; then it provides estimates of the impact of carbon taxes on transportation. The first section lists the difficulties arising in measuring transportation costs and their impact on international trade. The second section describes the growth of international freight transportation over the last 40 years. The third section provides estimates of the impact of carbon taxes on transportation obtained by using the MIRAGE general equilibrium model. We consider two taxation cases and two levels of taxes (\$25 and \$50 per ton of CO<sub>2</sub>). In both cases, by 2020, the result shows that a carbon tax on transportation will have a stronger negative effect on world trade than on GDP growth. Nonetheless these impacts remain small with these rates of taxation.

*Classification JEL:* D58, F12, H23

*Keywords:* International freight transportation, transportation costs, international trade, carbon tax, MIRAGE, Computable General Equilibrium Model.

**COMMERCE INTERNATIONAL ET TRANSPORTS :  
TENDANCES DU PASSÉ ET PROSPECTIVE 2020**

**RÉSUMÉ NON TECHNIQUE**

Les coûts des transports ont-ils joué un rôle clef dans le développement du commerce international depuis 30 ans, et partant, dans la nouvelle vague de mondialisation ? Une augmentation des coûts des transports dans les 20 prochaines années, due à la taxation des émissions de carbone qui s'ajouterait à la hausse du prix du pétrole, risque-t-elle de limiter l'expansion du commerce et la croissance économique ? La présente étude fait le point sur l'évolution passée des transports internationaux de marchandises et sur son lien avec la croissance du commerce, avant de simuler l'impact d'une taxation du carbone appliquée aux transports. La première partie rappelle pourquoi les coûts de transport sont difficiles à mesurer et comment est estimé leur impact sur le commerce international. La deuxième partie décrit le développement du transport international de marchandises depuis 40 ans. Enfin, dans la troisième partie, le modèle d'équilibre général MIRAGE est utilisé pour simuler l'effet sur le commerce et la croissance mondiale d'une taxation du CO<sub>2</sub> émis par les transports.

La première partie montre comment les difficultés d'identification et de mesure des coûts de transport introduisent des incertitudes dans l'évaluation de leur impact sur le commerce. Il faut tout d'abord parvenir à distinguer l'effet des coûts de transport de celui des autres barrières aux échanges. Il faut ensuite tenter de mesurer la variation du prix du transport à qualité égale de service (vitesse et sécurité). Enfin, les coûts fixes et les économies d'échelle rendent difficile l'appréhension de l'effet de la distance sur le coût de transport. Les données disponibles pour identifier ces divers effets sont lacunaires et souvent trop agrégées. Elles proviennent soit des transporteurs, soit des services de douane ; ces dernières permettent de calculer des taux de fret *ad valorem*, qui constituent l'indicateur de coût de transport le plus souvent utilisé.

Les estimations de l'impact des coûts de transport sur le commerce font appel à des comparaisons des flux d'échanges dans l'espace ou dans le temps. Les évaluations basées sur les différences de coûts de transport entre pays sont habituellement effectuées de façon indirecte, dans le cadre de modèles de gravité ; ces méthodes risquent de surestimer l'effet des coûts de transport, faute de pouvoir totalement le distinguer des autres effets de la distance entre pays. Les évaluations basées sur les variations des coûts de transport dans le temps aboutissent à des effets assez faibles sur le commerce au cours des 40 ans passés.

Dans la deuxième partie sont rassemblées les principales données du développement des transports internationaux depuis 40 ans. Plusieurs innovations, et leur extension à de larges parties du monde tout au long de la 2<sup>ème</sup> moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, ont permis d'augmenter la vitesse du transport et le volume transporté par voyage. Il s'agit, en particulier, de la massification du transport aérien et de la gestion mondiale des réseaux de trafics multimodaux intégrés grâce aux progrès des technologies de l'information et de la

communication. Les chiffres indiquent que durant les 25 dernières années, ces innovations ont surtout concerné le transport de produits manufacturés. En rassemblant les données et analyses disponibles sur l'évolution des prix des transports, il ressort que la baisse observée des taux de fret s'explique en grande partie par le prix croissant des marchandises transportées. En effet, il n'y a pas eu sur cette période de baisse générale des tarifs de transport. Cependant on peut avancer que l'augmentation considérable de la qualité de service, en vitesse et sécurité, équivaut à une baisse de prix. En parallèle, une part importante des transports de marchandises est devenue plus intensive en énergie, et le prix des carburants constitue donc une part croissante du coût de transport.

Dans la troisième partie, nous évaluons la soutenabilité à l'horizon 2020 de transports internationaux intensifs en énergie, dans l'hypothèse de politiques plus actives de lutte contre le réchauffement climatique. Nous représentons la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre par deux scénarios de taxation du carbone : une taxation des importations sur la base des émissions estimées de CO<sub>2</sub> de la seule partie internationale du transport de marchandises ; une taxation du CO<sub>2</sub> émis par tout le secteur des transports, de personnes et de marchandises, domestique et international, y compris les émissions de la production des intrants du secteur. Une évaluation de l'effet de ces deux taxations sur les flux commerciaux a été effectuée à l'aide du modèle d'équilibre général MIRAGE, aménagé à cet effet. Aux niveaux de taxation de 25 ou 50 dollars par tonne de CO<sub>2</sub>, les effets restent limités.

## **RÉSUMÉ COURT**

Les coûts pour l'environnement des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux transports internationaux vont être progressivement intégrés aux prix de transport dans le cadre d'accords internationaux de politique de lutte contre le réchauffement climatique. Cette source de hausse des prix s'ajoutera au renchérissement durable des carburants d'origine pétrolière. Dans ce contexte, cette étude fait le point sur l'évolution passée des transports internationaux de marchandises et sur leur lien avec la croissance du commerce mondial, avant de simuler l'impact d'une taxation du carbone. La première partie rappelle les difficultés de mesure des coûts de transport et de leur effet sur le commerce international. La deuxième partie décrit le développement des transports internationaux depuis 40 ans. Enfin, la troisième partie présente l'impact de la taxation du CO<sub>2</sub> émis par les transports, simulé avec le modèle d'équilibre général MIRAGE. Deux types de taxes et deux niveaux de taxation – 25 et 50 dollars la tonne – sont envisagés. Dans tous les cas, à l'horizon 2020, la taxe induit un ralentissement de la croissance du commerce mondial plus marqué que celui du PIB, mais, à ces niveaux de taxation, les effets restent faibles.

*Classement JEL :* D58, F12, H23

*Mots Clés :* Transport international de marchandises, coûts de transport, commerce international, taxe carbone, MIRAGE, modèle d'équilibre général calculable.

**COMMERCE INTERNATIONAL ET TRANSPORTS :  
TENDANCES DU PASSÉ ET PROSPECTIVE 2020**

*Christophe GOUEL, Nina KOUSNETSOFF & Hassan SALMAN<sup>1</sup>*

**1. INTRODUCTION**

Au niveau mondial, selon l'AIE (2007b), l'activité globale de transport (domestique et international, de passagers et de marchandises) utilisait en 2005 28 % de l'énergie totale disponible une fois décomptées les pertes de transformation et de distribution (consommation finale d'énergie), et 60 % du pétrole. La part des transports dans la consommation d'énergie et de pétrole a augmenté constamment du début des années 1970 à la fin des années 1990, avant de se stabiliser depuis le début des années 2000. En moyenne, cette consommation a crû de 2,2 % par an entre 1980 et 2005.

L'activité de transport entraîne des nuisances environnementales rarement ou très imparfaitement internalisées, comme l'émission de gaz à effet de serre, de polluants atmosphériques acidifiants ou les marées noires. En particulier, en 2005, elle était à l'origine de près de 45 % des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la consommation finale d'énergie (AIE, 2007a). Les effets externes qui consistent en des dommages locaux peuvent être pris en compte par les autorités nationales. En revanche, la limitation des émissions de gaz à effet de serre constitue un bien public global, dont la réussite implique une coordination internationale. Celle-ci s'organise dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique, dont le protocole de Kyoto a constitué une étape importante. Dans cette Convention, les pays participants acceptent de restreindre leurs émissions de gaz à effet de serre. Cependant, les émissions provenant des combustibles utilisés dans les transports aériens et maritimes internationaux sont restés en dehors de cette discipline collective du fait de la difficulté de s'accorder sur un mécanisme contraignant adapté à ces secteurs.

Au sens strict de frontière à frontière, le transport international et donc sa consommation d'énergie et ses nuisances environnementales représentent une part assez faible du total des transports. Cependant, en dehors des transports maritime et aérien, il est mal identifié par les statistiques, notamment entre pays ayant une frontière commune. De plus, la consommation pour le transport des passagers ne peut pas être facilement distinguée de celle pour le transport de marchandises, une partie importante du transport se faisant de façon mixte, en particulier dans le mode aérien. En 2005 l'ensemble des transports internationaux maritimes et aériens ne représentait qu'environ 15 % de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> du total du secteur des transports. Ces émissions s'élevaient à 959 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> (dont 543 imputables aux transports maritimes et 416 aux transports aériens) et représentaient seulement 3,5 % des émissions mondiales

---

<sup>1</sup> Christophe Gouel est économiste à l'INRA et chercheur associé au CEPII ; Nina Kousnetsoff est économiste senior au CEPII et Hassan Salman était économiste au CEPII lorsque ce travail a été réalisé.

totales. Cependant elles avaient augmenté de 48 % entre 1990 et 2005, alors que les émissions totales avaient crû de 29 %. De plus, on sait que le forçage radiatif (effet total de réchauffement) dû à l'aviation est égal au moins au double de celui correspondant à ses émissions de CO<sub>2</sub> (GIEC, 1999).

Mais les échanges internationaux supposent aussi l'acheminement de la frontière jusqu'au consommateur final, qui peuvent être aussi coûteux en énergie et aussi polluants que le transport maritime intercontinental. La perspective d'épuisement des réserves de pétrole, la difficulté de trouver des sources de substitution pour les carburants et la perspective d'accords internationaux de limitation des émissions de gaz à effet de serre plus contraignants, devraient entraîner dans les prochaines décennies des hausses de prix importantes des carburants et un renchérissement au moins temporaire des transports. Cette évolution marquerait une rupture par rapport aux tendances observées depuis le lendemain des chocs pétroliers des années 1970.

La baisse du coût des transports a-t-elle joué un rôle clef dans le développement du commerce international depuis 30 ans, et partant, dans la nouvelle vague de mondialisation et le type de croissance qui la caractérise ? Si tel était le cas, une augmentation des coûts des transports dans les 20 prochaines années due à la taxation des émissions de carbone, qui s'ajouterait à la hausse du prix des carburants issus du pétrole, risque-t-elle de limiter aussi la croissance du commerce et la croissance économique ? Ce document présente les résultats d'un travail original de simulation des effets d'une taxation environnementale des transports sur le commerce international effectuée à l'aide du modèle d'équilibre général MIRAGE<sup>2</sup>. Auparavant il rend compte de la littérature récente sur l'évaluation des coûts des transports internationaux et de leur impact sur le commerce. Il passe aussi en revue les sources statistiques disponibles et offre une synthèse chiffrée des évolutions des transports internationaux et du commerce mondial depuis 30 ans.

Dans la première partie, on rappelle les difficultés à mesurer les coûts de transport et leur effet sur le commerce international. La deuxième partie décrit le développement du trafic de transport international depuis 40 ans et rappelle dans quelle mesure ses prix ont baissé. Dans la troisième partie, on présente des simulations originales de l'impact de deux types de taxations des émissions de CO<sub>2</sub> des transports, à 25 et 50 dollars la tonne, effectuées avec le modèle d'équilibre général MIRAGE. Dans tous les cas, à l'horizon 2020, la taxe induit un ralentissement de la croissance du commerce mondial supérieur à celui du PIB, mais à ces niveaux de taxation, les effets restent faibles.

## **2. IMPACT DU COÛT DE TRANSPORT SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL : DIFFICULTÉS DE MESURE**

Après avoir passé en revue les difficultés liées à l'identification et à la mesure des coûts de transport et de leurs variations, on rappelle que l'évaluation de l'impact de ces variations sur le commerce international reste incertaine. Pour conclure, on fournit les principaux

---

<sup>2</sup> <http://mirage.cepii.free.fr/miragewiki/index.php?title=Accueil>

chiffres des échanges mondiaux totaux au cours des dernières décennies et les caractéristiques des produits échangés.

### ***Les coûts de transport, barrière aux échanges***

Le coût de déplacement des biens, qui comprend le coût des transports, de l'assurance et du stockage, constitue l'une des barrières ou obstacles au commerce, qui réduit la profitabilité de l'échange, et donc aussi les des échanges internationaux. Les autres principales barrières aux échanges sont les barrières réglementaires tarifaires et non tarifaires et les coûts de transmission de l'information. Toutes choses égales par ailleurs, une variation des coûts de transport déplacera la limite entre biens échangeables et non échangeables et aura donc un effet sur le volume du commerce.

### ***Déterminants des coûts de transport***

Les coûts varient en fonction du mode de transport (air, mer, rail, route), du type de vaisseau et de la distance, mais aussi des caractéristiques des biens (poids, fragilité, valeur, durabilité...), de la quantité transportée, de l'itinéraire (qualité des infrastructures, fréquences de passage, opportunités de transport sur le chemin de retour), de la conjoncture (plus ou moins grande congestion) et du pouvoir de marché du transporteur.

Rappelons d'abord que toutes choses égales par ailleurs, les coûts de transport sont fixés par unité de poids ou de volume transporté, contrairement aux droits de douane, fixés *ad valorem*. Il en résulte que plus le coût de transport est élevé, que ce soit du fait de la distance ou du mode de transport, plus il est avantageux d'échanger des produits plus chers ou des variétés plus chères du même produit : c'est l'hypothèse de Alchian et Allen, quantitativement confirmée par Hummels & Skiba (2004a) sur des données détaillées d'échanges bilatéraux.

Dans la mesure du possible, il faut comparer les coûts des transports à qualité égale de services, dont deux éléments essentiels sont la vitesse et la sécurité. En particulier, la rapidité du transport permet de déplacer la frontière entre produits échangeables et non échangeables, si bien que le temps lui-même peut être considéré comme une barrière aux échanges. Ainsi, Hummels (2001) montre que le consentement à payer pour le temps gagné par l'usage de l'avion à la place du bateau dépasse largement les frais de stockage et d'immobilisation du capital. Harrigan (2006) montre aussi que la vitesse du transport aérien permet d'importer des produits de consommation à valeur élevée dont la vente dépend d'un délai précis de livraison (ordinateurs personnels...) en provenance de pays lointains à bas salaires. Un gain en temps ou en sécurité augmente la qualité du service ; au sens strict, le coût supplémentaire qui correspond à ce gain doit être déduit de la variation du prix du transport. À l'opposé, une détérioration de la situation politique et sociale internationale, en rendant nécessaire le respect de consignes de sécurité supplémentaires, entraînera un accroissement des frais de fonctionnement des transporteurs et donc une augmentation réelle des coûts ; ceci a été observé notamment lors des tensions à l'origine des chocs pétroliers (1973-1974 et 1979-1980), mais c'est devenu un phénomène structurel encore

plus net depuis les attentats du 11/09/2001 aux États-Unis, aussi bien dans les transports maritimes (actes de piraterie) que dans les transports aériens<sup>3</sup>.

À qualité égale de service et pour un produit donné, les facteurs dont l'impact sur les coûts de transport est le mieux connu sont la distance et le volume du trafic.

L'effet de la distance dépend de la part relative des coûts fixes et des coûts variables dans le coût total du fret. Sur les grandes distances on utilise des navires de grande taille dont les coûts fixes de chargement et déchargement sont relativement élevés et les coûts variables de carburants et de rémunération des équipages relativement faibles : les coûts marginaux sont dans ce cas relativement bas et l'effet de la distance parcourue sur les coûts totaux relativement faible. À l'inverse, les coûts marginaux sont relativement plus élevés sur les petites distances, pour lesquelles on utilise des navires de petite taille, et l'effet de la distance parcourue sur le coût total est plus fort. Selon diverses études sur l'efficacité des transports pour le commerce des pays en développement publiées par la CNUCED (CNUCED, 2007a), le doublement de la distance maritime se traduit par une augmentation de 15 à 20% du tarif du fret, la connectivité et les économies d'échelle important alors plus que la distance.

L'apparition d'économies d'échelle lorsque le volume de trafic augmente sur un trajet s'explique en premier lieu par l'importance des coûts fixes pour des raisons techniques, comme l'indivisibilité des coûts d'infrastructures (installations portuaires, routes maritimes ou aériennes organisées en système de noyaux centraux et lignes de collecte et de distribution<sup>4</sup>), la rentabilité des navires spécialisés et des navires et avions de plus grande capacité, les coûts de transport plus bas sur des itinéraires desservis plus souvent... Ainsi, les tarifs du fret pour des liaisons qui comportent un ou plusieurs transbordements sont nettement plus élevés que pour les liaisons directes. Elle s'explique aussi par le pouvoir de marché que peuvent exercer des transporteurs lorsqu'ils bénéficient de positions dominantes sur des itinéraires peu fréquentés. Les tarifs du fret se révèlent inférieurs lorsque d'autres entreprises concurrentes assurent une liaison directe pour le même couple de pays. De même, un plus grand nombre d'entreprises sur le marché, disposant de davantage de navires et d'une plus grande capacité totale de transport sur des liaisons directes, contribuent notablement à la réduction des tarifs du fret, c'est-à-dire que plus de concurrence, une capacité excédentaire et une connectivité directe contribuent à réduire les coûts de transport. Hummels & Skiba (2004b) ont estimé qu'un doublement des quantités dans les échanges bilatéraux sur un itinéraire donné entraîne une réduction de 12 % des coûts de transport pour tous les pays situés sur ce trajet.

L'augmentation du volume des opérations peut aussi contribuer à réduire les coûts unitaires d'autres frais de fonctionnement. Par exemple, selon une étude de la CNUCED sur la

---

<sup>3</sup> Ainsi, Mirza & Verdier (2006) ont montré que les mesures de sécurité mises en place pour prévenir les actes terroristes, en augmentant le prix des transports, ont un effet négatif sur le commerce.

<sup>4</sup> En anglais : « hub and spoke system ».

sécurité maritime (CNUCED, 2007b), les coûts des mesures de sécurité par tonne de marchandises transportées sont plus élevés pour les petits ports que pour les grands.

### ***Mesure des coûts de transport international***

Les tarifs du fret varient sensiblement de cargaison à cargaison. Il s'ensuit que la mesure des coûts de transport international de marchandises est loin d'être évidente.

C'est pourquoi, pour évaluer l'impact du coût des transports sur le commerce, il est nécessaire de compléter les informations fournies par l'industrie ou les entreprises de transport (indices de prix de fret maritime et tarifs aériens publiés par des journaux spécialisés, prix fournis directement par les entreprises de fret) par des indicateurs du coût effectif. Le ratio CAF/FAB des importations et des exportations correspondantes présente l'avantage de rapporter le coût du fret à la valeur des marchandises transportées.

Le FMI fournit ce ratio *ad valorem* du fret pour tous les flux bilatéraux d'échanges à partir de la juxtaposition des données d'importation et d'exportation correspondantes. Mais ces données sont agrégées pour tous les produits et dépendent donc de la composition du commerce ; en outre, une proportion importante des données sont estimées. Une autre source est constituée par les données de douane nationales, disponibles pour certains pays sous une forme qui permet l'extraction d'informations très détaillées. Par exemple, l'office statistique des États-Unis fournit des données depuis 1974 sur les importations par produit à un niveau très fin, par exportateur, mode de transport, région de l'entrée sur le territoire, incluant et excluant les coûts d'assurance et de fret. La Nouvelle Zélande dispose également de données de coût du transport par produits, par origine des importations et par mode depuis 1963.

### ***Coûts de transport et commerce***

À cause de ces difficultés de mesure, l'évaluation de l'impact de la variation des coûts de transport sur le développement du commerce dans la période récente est entachée d'incertitude.

Une première approche consiste à évaluer l'impact des différences de coûts de transport entre pays sur la structure des flux de commerce bilatéraux correspondants. Par exemple, Limao & Venables (2001) trouvent d'une part que les caractéristiques géographiques et la qualité des infrastructures sont des déterminants importants du coût de transport entre pays (ratio *ad valorem* CAF/FAB et tarifs pratiqués par les transporteurs), et d'autre part, en utilisant un modèle de gravité, que ces mêmes caractéristiques ont un fort impact sur les flux de commerce bilatéraux correspondants. En rapprochant les deux résultats, ils en déduisent une élasticité fortement négative des flux commerciaux par rapport au coût de transport. Cependant il est difficile de transposer ce résultat, qui concerne l'allocation de la demande d'importation parmi les pays exportateurs partenaires, à l'impact d'une variation du coût des transports sur le commerce international. En effet on sait que dans les modèles de gravité les facteurs représentant les caractéristiques géographiques captent aussi des effets relevant des relations institutionnelles, politiques et sociales entre pays. Par ailleurs,

le résultat ne garantit pas que le sens de la causalité va uniquement de la qualité des infrastructures et donc des coûts de transport vers le volume des flux commerciaux : comme le montrent Hummels & Skiba (2004b), si les flux sont faibles pour d'autres raisons, par exemple des barrières douanières élevées, il y aura peu d'investissements pour améliorer les infrastructures et donc baisser les coûts de transport.

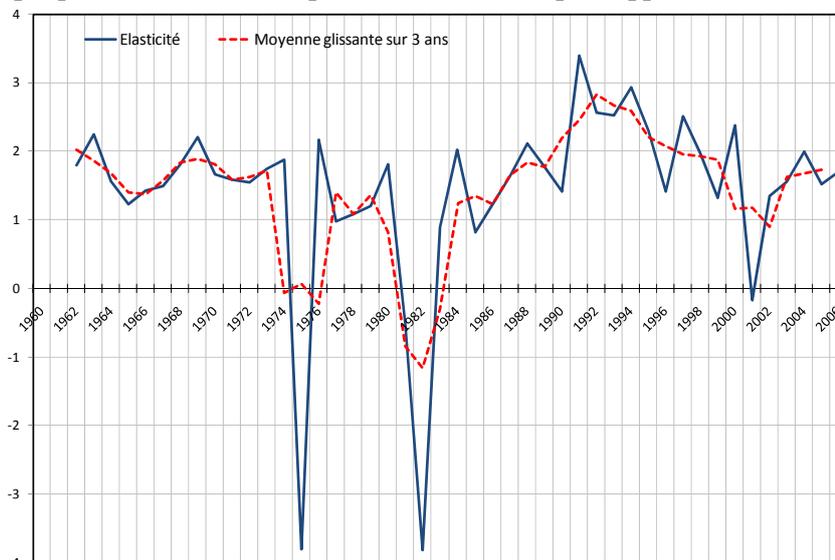
Une deuxième approche consiste à évaluer l'impact sur la croissance du commerce de la variation des coûts de transport dans le temps. De nombreuses analyses établissent un parallèle entre d'une part, la croissance rapide du commerce mondial dans les années 1990, et d'autre part, les progrès techniques dans l'information et la communication et dans les transports de marchandises (conteneurisation, etc.), sans toutefois pouvoir préciser l'effet de ces progrès techniques sur les coûts de transport. De fait, les évaluations chiffrées indiquent que l'effet des coûts de transport a été relativement faible en comparaison avec d'autres facteurs de développement du commerce. Ainsi, dans le cadre théorique du modèle de gravité, Baier & Bergstrand (2001) estiment les rôles respectifs de la croissance des revenus, de leur convergence, des réductions de droits de douane et de la baisse des coûts de transport (mesurés par le ratio CAF/FAB *ad valorem*) dans la croissance du commerce entre 16 pays de l'OCDE, entre le début des années 1960 et la fin des années 1980. Les résultats indiquent que le rôle de la baisse des coûts des transports a été positif mais bien moindre que celui de la réduction des droits de douane : la croissance du commerce est expliquée pour 67 % par la croissance des revenus, 25 % par la réduction des tarifs et la conclusion d'accords commerciaux et pour 8 % seulement par la baisse des coûts de transport.

### ***Mode de croissance du commerce extérieur***

Rappelons les caractéristiques de l'évolution récente des échanges mondiaux pour montrer comment la baisse du coût des transports a pu contribuer à la croissance du commerce en étendant le champ des biens échangeables. Depuis plus de 40 ans, le commerce international de marchandises croît beaucoup plus vite que la production mondiale, à l'exception des périodes de crise exceptionnelles comme les deux chocs pétroliers et l'année 2001. L'accélération de la croissance des exportations relativement à celle de la production a été spécialement forte au cours de la première moitié des années 1990 (graphique 1).

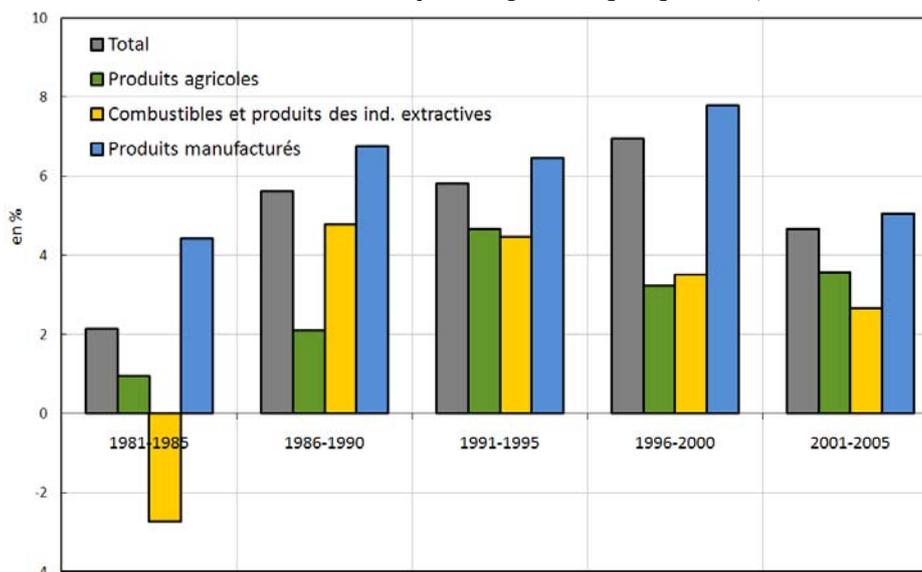
L'augmentation des échanges a porté essentiellement sur les produits manufacturés (graphique 2). À partir du milieu des années 1980, la croissance du commerce de produits manufacturés détermine largement celle du commerce mondial total. En valeur, les produits manufacturés représentaient 69 % des exportations mondiales en 1985 et 78 % en 2005.

**Graphique 1. Élasticité des exportations mondiales par rapport au PIB (1960-2006)**



Sources : OMC (exportations en volume) ; CHELEM (PIB PPA).

**Graphique 2. Volume des exportations mondiales par secteur :  
taux de croissance annuel moyen sur période quinquennale, 1981-2005**



Source : OMC.

Aux échanges interbranches déterminés par les avantages comparatifs traditionnels, se sont ajoutées de nouvelles occasions d'échanges de produits à l'intérieur même des branches.

Premièrement, l'augmentation du revenu entraîne une diversification de la demande de produits manufacturés, et donc un échange croisé de produits finis similaires (intra-branche et de qualité équivalente dit « horizontal ») entre pays riches. Deuxièmement, la différence de revenu entre pays entraîne l'échange croisé de produits finis similaires mais de prix et de qualité différents (dit échange intra-branche « vertical »). Troisièmement enfin, la segmentation de la production entre plusieurs pays fait circuler plusieurs fois le même produit au cours de son élaboration (intra-branche mais à différents stades de production : développement du commerce de pièces et composants). Ce phénomène d'« *outsourcing* », décrit entre autres par Hummels, Ishii & Yi (2001) sous le nom de spécialisation verticale, repose sur des progrès techniques dans la production, une spécialisation plus fine et une amplification des effets des baisses de tarifs douaniers ou de coûts de fret grâce à la multiplication des voyages. Les échanges du deuxième et du troisième type ont lieu entre pays émergents et en développement et pays avancés : ils reposent sur la disponibilité massive de travail avec un avantage de coût décisif dans les pays en développement.

Suivant Fontagné, Freudenberg & Gaulier (2005), le commerce mondial intra-branches des deux premiers types représentait seulement un tiers de moins que le commerce interbranches en 2002. Pour les échanges de troisième type, qui résultent de la segmentation de la production entre plusieurs pays, les estimations effectuées par Yi (2003) sur des tableaux entrées-sorties<sup>5</sup> des pays de l'OCDE et des économies émergentes indiquent qu'ils représentaient 30 % des exportations mondiales en 1990 et avaient augmenté de 40 % au cours des 25 années précédentes. Dans le seul cas de la Chine, selon Gaulier, Lemoine & Ünal-Kesenci (2005), l'assemblage et le traitement d'*inputs* importés pour la réexportation compteraient pour environ la moitié du commerce extérieur.

On voit donc que le développement de la segmentation internationale de la production et des échanges de pièces et composants qui l'accompagnent a pu bénéficier d'une diminution même faible du coût des transports. Toujours en association avec la baisse du coût de l'information et de la communication, la plus grande disponibilité et la baisse des prix des transports rapides et spécialement du transport aérien a permis d'importer de nouveaux produits finis à valeur élevée en provenance de pays lointains à bas salaires.

### 3. LE DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS DEPUIS QUARANTE ANS

La forte demande de services de commerce intérieur, régional et international des pays industrialisés dès la fin de la seconde guerre mondiale a encouragé le progrès technique dans les transports, qui a permis d'augmenter la vitesse et le volume transporté par voyage, en modernisant les équipements mais aussi en créant de nouveaux modes d'organisation. Ces progrès se sont poursuivis et étendus à de larges parties du monde tout au long de la 2<sup>ème</sup> moitié du 20<sup>ème</sup> siècle. Durant les 25 dernières années, ils ont surtout concerné le transport de produits manufacturés. Les trafics de fret international se sont donc accrues fortement. Les progrès techniques ont permis d'absorber la hausse des coûts des carburants lors des chocs pétroliers de 1973 et de 1979 et de profiter de la baisse des prix du pétrole à

---

<sup>5</sup> Indicateur utilisé : valeur des intrants importés incorporés dans les biens exportés.

partir des années 1980. L'émergence du transport aérien et la gestion mondiale des réseaux de trafics multimodaux intégrés grâce aux nouvelles technologies de l'information et de la communication ont étendu le champ des biens échangeables entre pays et contribué à la croissance du commerce international.

### 3.1. Progrès technique des transports et développement du trafic

#### 3.1.1. Un réseau de plus en plus intégré

Au cours des dernières décennies, le progrès technique dans les transports internationaux de marchandises a combiné économies de temps et économies d'échelle. La rapidité des transports a été accrue à la fois par l'augmentation de la part du mode aérien et par une intégration plus étroite de tous les modes de transport – terrestres, maritime et aérien – pour aboutir à un service « porte-à-porte » géré par un transporteur unique répondant dans un délai fixé à des commandes individuelles. On sait le rôle clef joué par l'extension de l'usage du conteneur, grâce auquel les marchandises sont emballées une seule fois et déplacées sur de longues distances par plusieurs modes de transport, avec des transbordements largement automatisés. Les économies d'échelle se font à la fois par l'augmentation de la dimension des équipements de transport et par l'optimisation des itinéraires avec le système « *hub and spokes* » (noyau et lignes de collecte et de distribution) qui permet d'utiliser des équipements de très grandes dimensions sur les routes principales. Cette orientation du progrès technique nécessite des investissements lourds en équipements de transport et infrastructures d'escales et de routes (voies d'eau, surveillance des couloirs aériens...), donc à des coûts fixes élevés.

Les deux principaux modes de transport internationaux sont le maritime et l'aérien (tableau 1). Les transports terrestres – rail et route – sont utilisés surtout par les pays qui ont une frontière commune : l'essentiel du trafic international terrestre est effectué entre les États-Unis, le Mexique et le Canada, et à l'intérieur de l'Europe. Dans ces deux cas,

**Tableau 1. Commerce international par mode de transport de l'Union européenne à 25 (hors commerce intra) et des États-Unis**

Parts en %	Union européenne à 25 (2004)	Etats-Unis (2006)
Maritime et fluvial		
- poids	85,4	77,1
- valeur	50,6	44,2
Aérien		
- poids	0,8	0,4
- valeur	27,6	25,3
Routier		
- poids	8,0	9,7
- valeur	19,8	18,5
Ferré		
- poids	5,9	7,6
- valeur	2,0	4,5

Sources : Eurostat, *Statistiques en bref*, 2/2006 ; Bureau of Transportation Statistics (2008).

l'intégration économique régionale a entraîné l'essor des transports routiers internationaux, alors que le fret ferroviaire, qui présente des avantages importants, notamment en matière d'environnement et de sécurité, est peu utilisé. Pourtant ce mode de transport a certainement un potentiel de développement sur longues distances, notamment en Europe, comme le montre l'exemple des transports intérieurs aux États-Unis, où en tonnes km, le trafic ferroviaire dépasse le trafic routier (Bureau of Transportation Statistics, 2008).

### ***3.1.2. Transport maritime***

Tout au long du siècle dernier, le secteur des transports maritimes a vu le volume total des échanges augmenter constamment. Les progrès technologiques ont en outre contribué à rendre les transports maritimes toujours plus efficaces et rapides.

En tonnage, l'essentiel du transport international de marchandises s'effectue par voie maritime<sup>6</sup>. Quelques chiffres provenant d'études de la CNUCED (*Revue du transport maritime* et CNUCED, 2008) suffisent à situer l'importance du transport maritime pour le commerce mondial :

- en 2007, plus de 7 milliards de tonnes de marchandises ont été transportées par voie maritime, ce qui correspond à environ 57 000 milliards de tonnes-km ;
- cela représente environ 77 % de la valeur et plus de 90 % du volume du commerce international ;
- il y a environ 50 000 navires de commerce à travers le monde, transportant tous types de marchandises.

Cette flotte est enregistrée sous plus de 150 pavillons différents, et exploitée par près de 1,2 million de marins de toutes nationalités.

Les navires sont des biens de grande valeur et de haute technicité : la construction des plus grands d'entre eux peut coûter plus de 150 millions US\$) et l'exploitation des navires marchands génère un revenu annuel en taux de fret estimé actuellement à plus de 380 milliards US\$, soit environ 4 % de la valeur totale des échanges mondiaux de biens.

#### *Trafic et flotte*

Au cours des quatre dernières décennies, le chiffre total estimé des échanges par mer a pratiquement quintuplé, passant de moins de 11 milliards de tonnes-km en 1965 à près de 57 milliards de tonnes-km en 2006, ce qui représente un taux de croissance moyen de 4 % par an.

En dehors de la baisse due au deuxième choc pétrolier et du ralentissement consécutif au 11 septembre 2001, le trafic en tonnes-km progresse d'environ 3 % par an depuis 1985, alors

---

<sup>6</sup> En poids, le transport aérien mondial de marchandises est négligeable comparé au transport maritime (voir tableaux 1, 2 et 6).

que la distance moyenne parcourue reste stable à environ 7 500 km (tableau 2). Le transport maritime comprend trois types de marchandises : les produits pétroliers, les matières premières « sèches » et le reste, qui représente les produits manufacturés, dont une part croissante est transportée par porte-conteneurs. On vérifie bien sur le tableau 2 que la part des produits manufacturés dans le transport a considérablement augmenté, même en poids, au cours des 25 dernières années. Entre 1980 et 2006, la part des produits manufacturés dans le trafic en tonnes-km est passée de 22 à 30 %. Remarquons cependant que cette part a en fait cessé de croître à partir de 2003, enregistrant même une légère baisse au profit des matières premières sèches (minerai de fer, céréales, charbon, bauxite-alumine et phosphates).

**Tableau 2. Trafic maritime international et flotte de navires dans le monde, 1970-2007**

	1970	1980	1990	2000	2005	2006
<u>Marchandises chargées</u>						
Total - millions de tonnes	2 566	3 704	4 008	5 983	7 109	7 416
- taux de croissance annuel moyen* (en %)	-	3,7	0,8	4,1	3,5	4,3
dont : - pétrole	1 442	1 871	1 755	2 163	2 422	2 674
- cinq principales matières premières**	448	796	968	1 288	1 701	1 828
- autres produits	676	1 037	1 285	2 533	2 986	2 914
<u>Trafic</u>						
Total - milliards de tonnes-km	19 731	31 071	31 708	43 879	53 882	56 830
- taux de croissance annuel moyen* (en %)	-	4,6	0,2	3,3	4,2	5,5
dont : - pétrole	12 014	17 418	14 484	19 011	21 759	22 504
- cinq principales matières premières**	3 795	6 764	9 740	12 294	15 955	17 300
- autres produits	3 923	6 889	7 484	12 575	16 168	17 029
Distance moyenne parcourue (km)	7 689	8 388	7 911	7 334	7 579	7 663
<u>Flotte de navires (au 1<sup>er</sup> janvier)</u>						
Total (millions de tonnes de port en lourd***)	...	683	659	798	896	960
dont : - Pétroliers	...	339	246	282	336	354
- Porte-conteneurs	...	11	26	64	98	111

Tpl = tonnage de port en lourd

\* Calculé par période (1970-80, 1980-90, 1990-2000, 2000-05, 2005-06)

\*\* Fer, charbon, grains, bauxite et aluminium, phosphates.

\*\*\* Le port en lourd est le chargement maximum qu'un navire peut emporter.

Source : CNUCED, Revue du transport maritime, 2007 et différentes années.

La stabilité des distances parcourues dans les transports internationaux s'explique par le développement du commerce international intra-régional. C'est le cas des échanges entre pays voisins riches – par exemple l'Union européenne – et aussi des échanges entre pays voisins à coûts de production différents, entre lesquels s'établit une segmentation de la

production au niveau régional, par exemple entre les États-Unis et le Mexique, et en Asie du sud-est autour de la Chine.

Parallèlement au trafic, la flotte maritime marchande mondiale s'est fortement développée. Selon Lloyd's Register Fairplay, au 1<sup>er</sup> janvier 2006, elle était constituée de 47 681 navires, comprenant : 18 316 cargos, 6 471 vraquiers, 3 524 porte-conteneurs, 11 786 tankers, 5 790 navires à passagers et 1 794 divers. La capacité globale de cette flotte atteignait 960 millions de tonnes de port en lourd (tpl)<sup>7</sup> début 2006, contre 683 en 1980, soit une augmentation de 1,4 % par an en moyenne (tableau 2). Sur ce total, les tankers représentent 354 millions de tpl, dépassant ainsi leur niveau de la fin des années 1970, après une baisse dans les années 1980 consécutive au deuxième choc pétrolier. Les vraquiers ont vu leur capacité augmenter sensiblement de 185 millions de tpl en 1980 à 346 en 2006 (soit 2,4 % par an en moyenne), opérant ainsi un rééquilibrage avec les pétroliers. Mais les navires dont la capacité s'est le plus développée ces dernières décennies sont les porte-conteneurs, avec 111 millions de tpl en 2006 contre seulement 11 en 1980 (soit 9,2 % par an en moyenne). En contrepartie, la flotte de navires de charge classique a diminué (96 millions de tpl en 2006 contre 116 en 1980).

Ces évolutions reflètent les modifications profondes intervenues ces dernières décennies dans la structure de l'économie mondiale et des échanges internationaux, avec une part croissante des biens manufacturés et une part moindre des matières premières. Ainsi, en 2006, avec 2 674 millions de tonnes chargées, le pétrole ne représente plus que 36 % du total des marchandises échangées par voie maritime, contre 1 442 millions de tonnes et 56 % en 1970, alors que la part des « autres produits » (tous les produits en dehors du pétrole et des cinq principales matières premières « sèches », incluant donc les biens manufacturés) passe de 26 % en 1970 à 39 % en 2006 (tableau 2). On peut noter, en complément, que la part des cinq principales matières premières échangées dans le monde (minerai de fer, charbon, grains, bauxite et aluminium, phosphates) atteint 25 % en 2006, contre 17 % en 1970.

#### *La conteneurisation*

Le principal facteur qui a permis l'accroissement des échanges de produits manufacturés est la conteneurisation, qui représente aujourd'hui 80 % du trafic maritime des marchandises diverses<sup>8</sup>. Selon l'édition 2007 de la *Revue du transport maritime* de la CNUCED, la capacité de la flotte mondiale conteneurisée atteint plus de 9 millions d'unités EVP en 2007 contre environ 550 000 unités EVP en 1980<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Le port en lourd est le chargement maximum qu'un navire peut emporter.

<sup>8</sup> C'est-à-dire hors pétrole, fer, charbon, grains, bauxite et aluminium et phosphates.

<sup>9</sup> Navires de plus de 100 Gt (tonnes de jauge) seulement. Contenance exprimée en nombre de conteneurs-types de vingt pieds de long (équivalent vingt pieds, EVP, en anglais « *Twenty Feet Equivalent Unit* », TEU).

Ce développement rapide et massif de la conteneurisation s'explique par plusieurs facteurs, notamment :

- la standardisation et l'intermodalité : les conteneurs de base (20 pieds, soit 21,5 tonnes, puis 40 pieds, soit 32,5 tonnes) acheminés par navire sont conçus pour s'adapter au gabarit des remorques routières, des wagons ferroviaires ou des barges fluviales, en rationalisant la manutention et l'arrimage ; les standards de ces boîtes normées ont d'ailleurs été définitivement fixés en 1974 par l'ISO (*International Standard Organization*) ;
- les gains de productivité lors des opérations de manutention portuaire, grâce notamment aux portiques à conteneurs qui transfèrent les boîtes du navire sur le quai et inversement ;
- des capacités de transport de plus en plus fortes, permettant d'importantes économies d'échelle et donc des prix plus faibles : on est ainsi passé des porte-conteneurs dits Panamax d'environ 1 200 EVP à la fin des années 1960, avec un coût de cellule<sup>10</sup> par voyage sur l'Atlantique Nord de l'ordre de 550 \$US, aux Post-Panamax actuels d'environ 8 000 EVP et un coût de cellule sur le même trajet de moins de 250 \$US. La prochaine génération de porte-conteneurs pourrait porter leur capacité unitaire à 12 000 EVP, moyennant la résolution des problèmes techniques d'accès aux ports et aux chenaux.

Si le trafic conteneurisé a augmenté partout dans le monde, c'est surtout en Chine qu'il a explosé ces dernières années, avec une hausse annuelle moyenne de 17 % entre 1995 et 2003, contre 8 % pour l'Europe et 6 % pour l'Amérique du Nord (tableau 3).

**Tableau 3. Évolution du trafic conteneurisé par région, 1995-2003 (en millions d'EVP)**

	1995	2000	2003
Europe	24,75	41,2	45,2*
Amérique du nord	20,9	29,73	32,5*
Chine	17,13	36,3	59,71
dont : - Hong Kong	12,55	18,1	20,45
- Total hors Hong Kong	4,58	18,2	39,26
dont : - Shanghai	1,53	5,61	11,28
- Shanzen	0,37	3,99	10,65
- Qinydao	0,6	2,12	4,24
- Tian Jin	0,7	1,71	3,01
- Quanzhou	0,51	1,43	2,76
- Ningbo	0,16	0,9	2,76
- Xiamen	0,33	1,08	2,33
- Dalian	0,37	1,01	1,68
- Autres	-	0,34	1,29

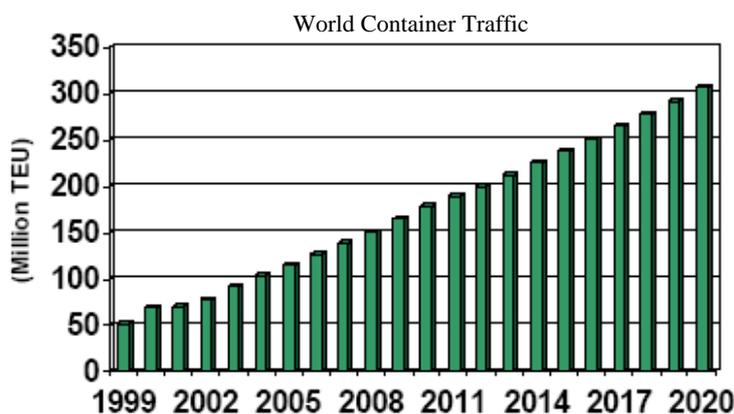
\* Estimation sur la base des résultats 2002. Source : revue de presse.

Source : OCDE, Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, Comité des transports maritimes, « Délocalisations industrielles, évolution des coûts de transport maritime et progrès technologiques », DSTI/DOT/MTC(2005)5/REV1, 27 avril 2005.

<sup>10</sup> La cellule est l'emplacement pour recevoir un conteneur.

Les prévisions tablent sur une poursuite du développement du trafic conteneurisé dans le monde. Ainsi, selon Drewry Shipping Consultants et Global Insight (graphique 3), le taux de croissance du trafic conteneurisé mondial atteindrait 6,5 % par an pour la période 2005-2020, contre 11 % pour la période 2000-2005. Ces données concernent uniquement le trafic maritime de conteneurs pleins, et n'intègrent donc pas les mouvements de conteneurs vides. Le trafic de conteneurs continuerait donc à évoluer à un rythme plus rapide que celui des exportations mondiales de marchandises et du PIB mondial. Les raisons principales en sont : la poursuite de la conversion des cargos classiques en porte-conteneurs ; la part croissante des produits légers et de grande valeur ; la poursuite de la libéralisation du commerce, avec les accords de l'OMC et les associations régionales, de type NAFTA, CAFTA, ...

**Graphique 3. Trafic conteneurisé mondial 1999-2020 (en millions d'EVP)**



Contenance exprimée en nombre de conteneurs-types de vingt pieds de long (équivalent vingt pieds, EVP, en anglais « Twenty Feet Equivalent Unit », TEU).

Sources : Drewry Shipping Consultant Ltd ; Global Insight ; World Shipping Council, « Panama Canal Expansion Paper », May 2006, [www.worldshipping.org](http://www.worldshipping.org).

### *Les problèmes d'infrastructures*

La recherche d'économies d'échelle pousse à augmenter constamment la taille des navires ; et les infrastructures des ports et des chenaux doivent s'y adapter pour rester concurrentiels. Actuellement, on distingue quelques routes intercontinentales très fréquentées (voir tableau 5) dont les ports sont des « hubs » équipés pour accueillir les plus gros navires (tirant d'eau, équipements des quais...) et les routes secondaires, qui comprennent en particulier des passages obligés par les canaux de Panama et de Suez, empruntés par des navires plus modestes (voir les limites de taille des navires dans le tableau 4). Cependant des travaux importants sont prévus dans ces deux canaux pour désengorger le trafic et permettre le passage des plus gros navires.

**Tableau 4. Principaux types de navires et tonnage**

Types de navires	Tonnage moyen en tpl
Handysize	10 - 30 000
Handymax	30 - 50 000
Panamax	50 - 80 000
Over panamax	80 - 100 000
Aframax	80 - 125 000
Capesize	100 - 160 000
Suezmax	125 - 160 000
VLCC, VLBC : Very Large Crude or Bulk Carrier	> 160 000
ULCC, VLOC : Ultra Large Crude or Ore Carrier	> 300 000

Tpl = tonnage de port en lourd.

Source : ISEMAR, Note de synthèse, n° 91, janvier 2007 (d'après Lloyd's Shipping Economist).

**Tableau 5. Temps de trajet par types de navires sur quelques grandes routes**

Départ	Arrivée	Temps de trajet <i>jours (j) et heures (h)</i>
<i>Pétroliers</i>		
Ras Tanura (Arabie saoudite)	Rotterdam	17 j 21 h
	Marseille	12 j 23 h
	Singapour	10 j 6 h
<i>Vraquiers</i>		
Turabao (Brésil)	Anvers	14 j 13 h
Richards Bay (Afrique du Sud)		19 j 12 h
Waratah (côte Est Australie)		32 j 7 h
<i>Porte-conteneurs</i>		
Busan (Corée)	Hambourg	30 j 6 h
Hong-Kong		27 j 18 h
		Long Beach

Source : ISEMAR, Note de synthèse, n° 91, janvier 2007 (d'après Lloyd's Shipping Economist).

La capacité des pétroliers avait augmenté considérablement entre 1950 et 1975, et celle des vraquiers (pour le transport des matières premières sèches) jusqu'au milieu des années 1980. La taille des porte-conteneurs, navires les plus demandés depuis les années 1980, a commencé à augmenter dès le début des années 1970 et la limite n'est pas encore atteinte.

Par années de construction, la taille maximale des porte-conteneurs est passée de 2000 EVP en 1968 à 4000 EVP en 1988, 8500 EVP en 1997 et plus de 12000 EVP en 2006<sup>11</sup>.

*Vers la fin des « conférences maritimes »*

Le transport maritime s'effectue suivant deux grands types d'organisation : le transport par pétroliers et vraquiers (cargaisons sèches de matières premières) se fait à la demande, et son prix donne lieu à des marchés spot ; le transport de cargaisons mixtes, composées surtout de produits manufacturés et comprenant en particulier les porte-conteneurs, s'effectue sur des lignes maritimes régulières.

Depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle<sup>12</sup>, les transporteurs maritimes sur lignes régulières concluent entre eux des arrangements formels pour limiter la capacité des navires et fixer les taux de fret, dans le cadre de « conférences maritimes » portant sur des lignes bien définies. Ces arrangements en vue de constituer des cartels, tout en étant encadrés, bénéficient d'exemptions aux législations antitrust à cause des particularités de ce type d'offre de transport, à savoir son caractère de service public et sa forte intensité en capital. Ces accords portent uniquement sur le transport de cargaisons diverses, qui est de plus en plus effectué par porte-conteneurs, et non sur le transport de vrac. À la fin des années 1990, il existait environ 150 conférences regroupant chacune plusieurs lignes ; ces accords couvraient environ 60 % de la capacité de transport de cargaisons diverses. Depuis les années 1980, à côté des conférences, les compagnies de lignes régulières concluent de plus en plus d'autres types d'accords de coopération, qui ne sont pas eux non plus soumis aux législations antitrust ; ces nouveaux accords, qui ne comportent pas de clauses fixant les taux de fret, se sont multipliés avec l'utilisation des porte-conteneurs, qui nécessitent des arrangements techniques, opérationnels ou commerciaux (consortiums) et la mondialisation de l'activité des grandes compagnies (alliances stratégiques mondiales). En même temps, la concurrence s'est renforcée sur de nombreux itinéraires du fait de nouvelles compagnies indépendantes, si bien que les conférences maritimes jouent un rôle plus faible qu'auparavant. Les chargeurs (donneurs d'ordre) continuent cependant à demander régulièrement leur suppression à cause de l'impact haussier qu'elles auraient sur les taux de fret. Des études, par exemple Reitzes & Clyde (1995), confirment effectivement que « certains aspects du système de conférences pourraient contribuer à des tarifs maritimes plus élevés » ; cet effet dépend des parts de marché effectives des conférences.

Dans l'Union européenne, ces conférences et accords bénéficiaient d'exemptions de l'Article 81(1) du Traité interdisant les accords restrictifs, suite à un règlement de 1986. Mais depuis quelques années la Commission européenne considérait que ce régime d'exemption n'était plus justifié, et qu'il nuisait à la compétitivité des transporteurs européens. Le régime d'exception s'appliquant aux conférences maritimes a été abrogé en 2006, avec effet en octobre 2008 pour le transport au départ et à l'arrivée des ports

---

<sup>11</sup> Voir Frémont (2007) et ISEMAR (2007).

<sup>12</sup> La description des conférences maritimes reprend l'analyse présentée dans OCDE (2003).

européens<sup>13</sup>. Cette abrogation permettra aux chargeurs de s'adresser aux compagnies de leur choix et de sélectionner eux-mêmes les ports d'escale, principaux et secondaires.

### **3.1.3. Transport aérien**

Comme le rappelle l'OMC dans son *Rapport sur le commerce mondial 2005*, les changements intervenus dans le transport aérien ont été considérables entre les débuts du transport commercial, vers 1935, et les années 1970. Cette période a été caractérisée par un progrès technique rapide sur les plans de la vitesse, de la capacité et de la distance franchissable par les appareils. Les principales innovations ont été l'utilisation commerciale, puis la généralisation des *jets*. Elles ont permis une baisse sensible des coûts absolus et relatifs pour les voyageurs comme pour le fret et des livraisons rapides et fiables. Le fret aérien n'a commencé à prendre une importance économique qu'après l'aboutissement de cette étape. Dans les années 1970, l'apparition d'avions à fuselage de grande section procure un grand volume disponible pour les marchandises dans la soute des appareils de transport de passagers, permettant d'embarquer des palettes ou des conteneurs (Micco & Serebrisky, 2004). L'espace disponible en soute augmente par la suite : ainsi un Boeing 777 modèle passagers (première année de vol : 1994) peut transporter jusqu'à 20 tonnes de fret. Dans un premier temps, les compagnies traitent le transport de marchandises comme un simple complément au trafic de passagers. Elles fixent les tarifs de fret sur la base du coût marginal, assez faible, de ce service. Ce n'est que récemment que la gestion des marges de l'activité de fret a été rendue autonome, avec une allocation plus exacte des coûts communs entre transport de passagers et fret (Walker, 1999 cité par Micco & Serebrisky, 2004). En même temps apparaissent des avions cargos spécialement conçus pour le transport exclusif de marchandises. À la fin des années 1990, on estimait à 50% la proportion du fret aérien empruntant des avions passagers, dits « mixtes »<sup>14</sup>.

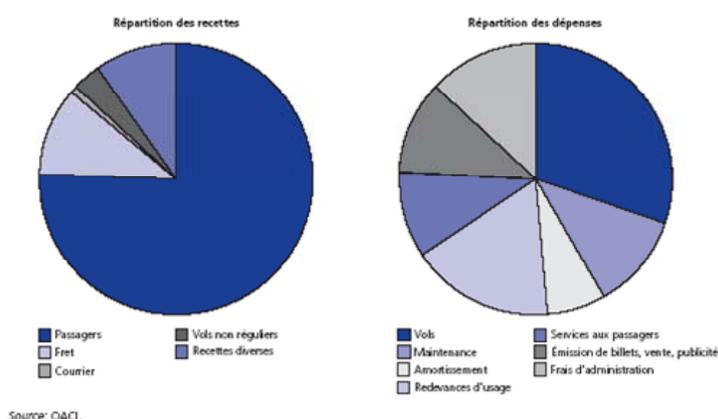
#### *Problèmes d'infrastructure et réglementations*

Comme dans le cas du transport maritime, le transport aérien est tributaire d'infrastructures lourdes, comprenant les avions eux-mêmes, les aéroports et les équipements de gestion du trafic. Pour les vols transportant à la fois des passagers et des marchandises, les compagnies aériennes sont obligées de choisir leurs escales en fonction de la demande de transport de personnes, dont la part dans les recettes est prépondérante (graphique 4). Elles opèrent donc sur des aéroports très fréquentés, qui peuvent être embouteillés, durant les heures de pointe, et sont soumises au mécanisme d'attribution de créneaux horaires ; de ce fait, elles peuvent être amenées à payer des redevances d'usage aéroportuaire assez élevées. À l'inverse, les compagnies spécialisées dans le fret payent des redevances plus faibles en choisissant des aéroports moins encombrés et en opérant durant les heures creuses. Dans tous les cas, comme le montrent Micco & Serebrisky (2004), l'amélioration des infrastructures aéroportuaires tend à réduire les coûts de transport aérien.

<sup>13</sup> Règlement (CE), No 1419/2006 du Conseil du 25 septembre 2006.

<sup>14</sup> Source : Syndicat National des Agents et Groupeurs de Fret Aérien (SNAGFA).

**Graphique 4. Répartition des recettes et des dépenses d'exploitation, 2002  
(trafic aérien intérieur et international total)**



Sources : OMC, *Rapport sur le commerce mondial*, 2005 ; Essai thématique, « Le commerce international des services de transport aérien : évolution récente et questions de politique ».

L'organisation du transport aérien a suivi l'évolution générale des industries à caractère stratégique, qui demeurent réglementées au niveau national et international mais pour lesquelles l'entrée de nouveaux pourvoyeurs de services a été libéralisée. En particulier de nombreux accords bilatéraux de « Ciel ouvert » ont été signés à partir du début des années 1990. Dans le cas des États-Unis, ces accords comportent souvent une clause permettant aux compagnies de fret aérien du partenaire d'opérer sur des lignes entre les États-Unis et des pays tiers<sup>15</sup>. Cette évolution a contribué à la baisse des tarifs malgré les fusions et alliances entre compagnies.

#### Évolution du trafic

Pour le fret, exprimé en tonnages, le trafic aérien reste faible comparé au trafic maritime ou même au trafic routier. Ainsi, en 2006, le fret aérien international représentait, selon l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), 124 milliards de tonnes-kms (tableau 6), à comparer à 56 830 milliards pour le fret maritime. En données monétaires, les proportions ne sont plus du tout les mêmes, compte tenu de la valeur des marchandises transportées par air. Selon une note de la DST-DGAC (2005), qui cite des études de l'OCDE et de l'IATA (International Air Transport Association), si le fret aérien représente à peine 2 % du tonnage mondial en trafic international, il se situe entre 30 et 40 % en valeur. La valeur à la tonne des marchandises transportées par air est en effet beaucoup plus élevée que celle des marchandises transportées par mer. Pour l'ensemble du commerce international mondial hors échanges intra-Union européenne, le rapport de ces valeurs unitaires était de 85 en 2001 et de 67 en 2006 (CNUCED, 2008). Ce rapport varie suivant

<sup>15</sup> « Optional Seventh Freedom All-Cargo Rights », voir Micco & Serebrisky (2004).

les zones concernées : au début des années 2000, il était de 60 environ pour le commerce extérieur de l'Union européenne, et de plus de 150 pour le commerce des États-Unis (Bureau of Transportation Statistics, 2003).

**Tableau 6. Évolution du trafic aérien dans le monde 1970-2006**

	1970	1980	1990	2000	2005	2006	Taux de croissance annuel moyen en %			
							1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2005
<b>I. Passagers</b>										
Millions	...	748	1 165	1 672	2 022	2 128	...	4,5	3,7	3,2
dont : International	...	...	280	542	704	761	...	...	6,8	4,5
<i>Part internationale en %</i>	...	...	24	32	35	36	...	...	...	...
Passagers-kilomètres (milliards)	460	1089	1 894	3 038	3 722	3 941	9,0	5,7	4,8	3,4
dont : International	...	...	894	1 790	2 197	2 358	...	...	7,2	3,5
<i>Part internationale en %</i>	...	...	47	59	59	60	...	...	...	...
<b>2. Fret</b>										
Milliards de tonnes-kilomètres	15	33	64	124	148	155	8,2	6,9	6,8	2,9
dont : International	...	...	48	105	121	128	...	...	8,1	2,4
<i>Part internationale en %</i>	...	...	75	84	82	83	...	...	...	...
<b>2.1. Fret hors poste</b>										
Millions de tonnes	...	11	18	30	38	40	...	5,0	5,2	4,0
dont : International	...	...	9	19	23	24	...	...	7,8	3,2
<i>Part internationale en %</i>	...	...	50	63	61	60	...	...	...	...
Milliards de tonnes-kilomètres	12	29	59	118	143	150	9,3	7,2	7,2	3,3
dont : International	...	...	46	102	118	125	...	...	8,3	2,5
<i>Part internationale en %</i>	...	...	78	86	83	83	...	...	...	...
Distance moyenne parcourue (km)	...	2980	3574	4135	3886	3864	...	1,8	1,5	-1,0
dont : International	...	...	5354	5509	5260	5335	...	...	0,3	-0,8
<b>2.2. Poste</b>										
Milliards de tonnes-kilomètres	3,1	3,7	5,3	6,1	4,7	4,5	1,9	3,7	1,3	-4,3
dont : International	...	...	2,2	2,7	3,0	3,0	...	...	2,0	1,8
<i>Part internationale en %</i>	...	...	41	44	64	67	...	...	...	...

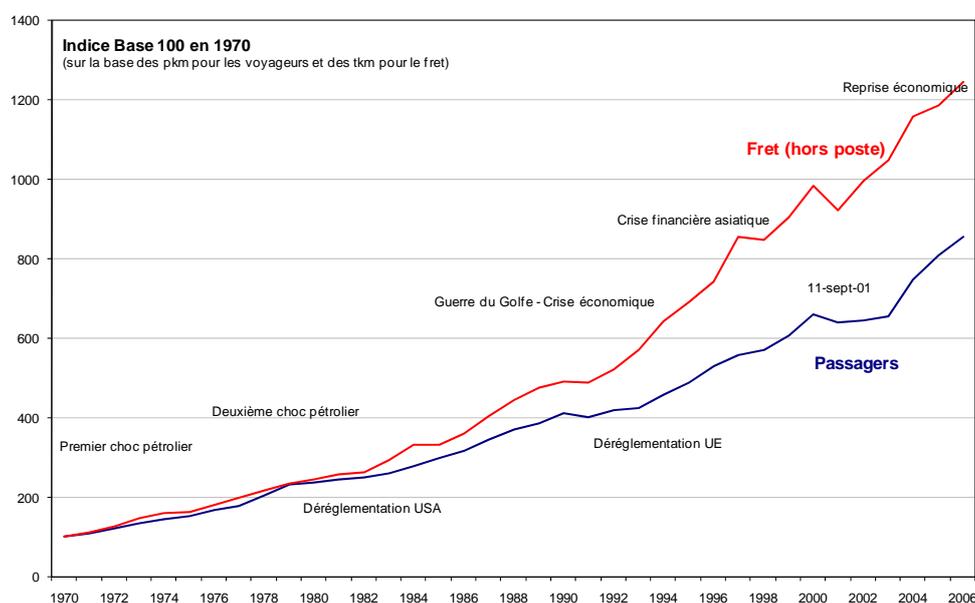
Source : Organisation de l'aviation civile internationale, communiqués de presse, diverses éditions.

Le fret aérien international démarre dans les années 1980. Il augmente très rapidement dans les années 1990, avant le recul dû au 11 septembre 2001 (graphique 5). Comme pour le trafic maritime, la distance moyenne réelle parcourue demeure remarquablement stable depuis 15 ans, et d'un tiers plus courte que pour le transport par mer (entre 5 100 et 5 400 km par an, voir tableau 6). Au cours des dernières décennies, le trafic aérien a connu de fortes progressions aussi bien pour les voyageurs (+5,1 % par an en moyenne pour les passagers-kms sur la période 1985-2005) que pour le fret (+6,5 %/an pour les tonnes-kms sur la même période). Jusqu'à la fin des années 1960, le fret aérien augmente moins vite que le trafic passagers. La tendance s'inverse à partir des années 1970 grâce aux avions gros porteurs et leur version tout cargo, puis avec le développement du fret express (DST-DGAC, 2005).

Le fret express international, activité de livraison à délai garanti très court, utilise de façon intégrée les transports routier et aérien. Il s'est développé à partir de la fin des années 1980. Sa part du chiffre d'affaires du trafic cargo aérien international est passée de 4 % en 1992 à 11 % en 2005, conséquence d'une croissance de 13 % par an en moyenne au cours des années 1990 et de 7 % dans la première moitié des années 2000. Pendant le même temps, la

taille moyenne des envois est passée de 2,7 à 5,4 kg<sup>16</sup>. Son importance est attestée par la taille des opérateurs, qui se plaçaient en 2006 en tête des groupes de transport mondiaux toutes catégories, avec un chiffre d'affaires de près de 50 milliards de dollars pour Deutsche Post, dont plus du quart pour DHL, 35 milliards pour UPS et 24 milliards pour Fedex<sup>17</sup>. Ces opérateurs utilisent chacun des flottes de plusieurs centaines d'avions cargos.

Graphique 5. Évolution du trafic aérien mondial, 1970-2006



Source : Observatoire de l'aviation civile, « Tendances et derniers résultats du transport aérien international », diverses éditions, d'après données OACI, <http://www.aviation-civile.gouv>

### 3.2. Baisse des coûts de transport ?

Gardant en mémoire les difficultés de mesure exposées dans la première partie, nous allons examiner l'évolution des coûts de transport mondiaux depuis une quarantaine d'années. Nous procéderons, dans l'ordre, en allant des mesures les plus globales, qui sont aussi les plus incertaines, aux mesures les plus précises mais partielles, par pays importateur, mode ou même compagnie de transport.

<sup>16</sup> Source : Boeing, World Air Cargo Forecast 2006/2007. <http://www.boeing.com/commercial/cargo>.

<sup>17</sup> Michel Savy, « Quels nouveaux acteurs et quelles nouvelles stratégies dans les transports internationaux ? », 8<sup>ème</sup> Rendez-vous de la mondialisation, « Mondialisation, transports, logistique », Centre d'analyse stratégique, 20 septembre 2007.

**Coût du fret *ad valorem* moyen**

Pour l'ensemble du commerce mondial, suivant Coe & Tamirisa (2002), le coût du fret en pourcentage de la valeur des importations aurait baissé de 12 % en 1950 à 5 à 6 % au début des années 1990. Les estimations effectuées tous les ans par la CNUCED sont similaires pour l'année 1990 (5,3 % pour le coût estimé du fret rapporté à la valeur CAF des importations)<sup>18</sup>. À partir de cette date le taux ne baisse plus : il augmente jusqu'à 6,6 % pendant la crise de 1998 à 2002, retombe à 5,1 % en 2004 et remonte à 5,9 % en 2005.

La baisse tendancielle du taux de fret *ad valorem* moyen traduit en partie l'augmentation considérable de la valeur des marchandises transportées par unité de poids, résultant d'un changement dans la composition des échanges par produits en faveur des produits manufacturés. De plus, comme on l'a vu dans la section précédente, les progrès techniques des transports ont été particulièrement importants dans le transport de produits manufacturés.

En moyenne, le coût du fret relatif à la valeur des importations reste beaucoup plus élevé pour les pays en développement et les pays en transition que pour les pays développés, ce qui s'explique par la nature des biens importés (leur valeur est plus faible), les distances plus longues et le manque d'infrastructures, mais aussi par les différences de tarif pratiquées par les transporteurs. Selon les estimations de la CNUCED, en 2005, le coût du fret *ad valorem* était, en moyenne pondérée, de 4,8 % pour les pays développés, 7,6 % pour les pays en transition et 7,7 % pour les pays en développement. La différence est encore bien plus importante entre pays individuels, même s'il s'agit de pays voisins. Ainsi, selon Hummels (2004), les coûts moyens *ad valorem* de la plupart des pays d'Amérique latine sont beaucoup plus élevés que ceux des États-Unis, les plus élevés étant ceux des petits pays enclavés ; dans la plupart des cas, la différence a augmenté dans la deuxième moitié des années 1990 (tableau 7).

**Tableau 7. Tarifs de transport acquittés en % de la valeur des marchandises transportées (tous produits)**

	États-unis	Argentine	Brésil	Chili	Paraguay	Uruguay
1994	3,8	7,5	7,3	8,8	13,3	4,6
2000	3,3	8,3	10,6	15,5	9,6	7

Source : D. Hummels, « Coûts de transport et échanges : tendances structurelles », dans Centre de recherches sur les transports, Rapport de la 130<sup>e</sup> table ronde d'économie des transports, Transport et commerce international, Paris, octobre 2004.

<sup>18</sup> La CNUCED utilise les données d'importations de marchandises de l'ONU et les données relatives au fret et aux assurances fournies par le FMI : *Manuel de statistiques* (annuel) de la CNUCED (tableau 1.1) ; *Statistiques de la balance des paiements sur CD-ROM* du FMI. Les résultats sont publiés dans *l'Etude sur les transports maritimes* (annuel), CNUCED.

### ***Évolution réelle du coût du fret ad valorem***<sup>19</sup>

Comme il a été indiqué dans la première partie, pour étudier de façon plus fine l'évolution des coûts de transport, il faut se cantonner à quelques pays importateurs, comme les États-Unis et la Nouvelle Zélande, qui collectent les dépenses de fret par origine, par mode de transport et par produit. La plupart des études utilisent les statistiques américaines, qui fournissent des données très désagrégées par produit.

Ces données permettent de distinguer, dans l'évolution des coûts *ad valorem*, l'effet de la variation du tarif de transport lui-même de celui du prix des marchandises transportées.

Hummels (2007) a construit des séries des coûts de transport *ad valorem* de l'ensemble des biens importés par les États-Unis, séparément pour le fret aérien et maritime, pour la période 1974-2004. Pour chacun de ces deux modes de transport, une première série «brute» représente le rapport entre le coût total du fret et la valeur des marchandises importées. Une deuxième série «ajustée», estimée économétriquement, représente la variation du coût du fret *ad valorem* qui n'est pas due aux changements de la structure des importations par origine, par type de produit ou par qualité du produit (représentée par son prix), c'est-à-dire qui est due aux seuls changements des tarifs de transport.

Durant toute la période, le taux de fret *ad valorem* (série « brute ») pour le transport maritime est plus élevé que le taux de fret *ad valorem* pour le transport aérien. Le prix bien supérieur du transport aérien est donc plus que compensé par la valeur très élevée des produits transportés. Pour le transport aérien, le taux de fret *ad valorem* (série « brute ») était d'environ 5 % entre 1974 et 1985, et a baissé régulièrement au cours des 20 années suivantes jusqu'à 3 % en 2004, soit une diminution de 40 %. La série « ajustée » indique une diminution de 37 %. Les deux séries remontent légèrement après 2000.

Pour le transport maritime, le montant « brut » du taux de fret *ad valorem* était de 8,6 % en 1974, 4 % en 1997, qui est le point le plus bas, et 5,5 % en 2004, soit une diminution de 36 % en 30 ans. Les données ne sont pas disponibles avant 1974, mais compte tenu du fait que le prix en monnaie constante du fuel lourd utilisé comme carburant a été multiplié par quatre entre 1973 et 1974, Hummels (2007) estime un taux de fret de 5,2 % en 1973, comparable à ceux des années 2000. La série « ajustée » indique une diminution de 36 % entre 1974 et 1997, puis une stabilisation.

La baisse des ratios « ajustés » permet d'affirmer qu'entre 1974 et 2004, le coût *ad valorem* du fret, pour les deux modes de transport, aérien et maritime, a diminué du fait de la baisse du prix des transports. Le fait que les taux « ajustés » aient diminué presque autant que les taux « bruts » signifie que pour chacun de ces deux modes de transport, la modification de la structure des importations par origine, par type de produit ou par qualité du produit (représentée par son prix) aurait très peu joué à la baisse du taux de fret moyen, contrairement à ce qui s'est passé pour le total des importations tous modes confondus, où

---

<sup>19</sup> Cette partie ainsi que la suivante reprennent largement les deux articles Hummels (2007) et (2001).

ces effets ont fortement joué à la baisse. Comme le remarque D. Hummels, cela s'explique par l'augmentation de la part des marchandises transportées par avion. En effet, au fur et à mesure que le prix du fret aérien par tonne a diminué par rapport à celui du fret maritime, le transport aérien a pu être choisi de préférence au transport maritime pour des marchandises parmi les plus légères transportées jusque là par mer, ce qui a pu alourdir en moyenne aussi bien les cargaisons aériennes que les cargaisons maritimes alors que l'ensemble des cargaisons transportées s'allégeait dans le même temps.

### ***Coûts et tarifs du fret***

La baisse des tarifs de fret aérien est confirmée par celle du revenu des transporteurs rapporté au trafic en tonnes-km pour l'ensemble du monde (graphique 6). Le revenu moyen par tonne-km a diminué de façon considérable depuis 50 ans : au total, il a été divisé par plus de 10 entre 1955 et 2003. La généralisation progressive des moteurs à réaction en remplacement des moteurs à piston, l'amélioration de l'avionique<sup>20</sup>, des formes et des matériaux a amélioré la qualité du transport, en vitesse et en sécurité, et a permis en même temps une baisse considérable des prix. La baisse s'est sensiblement ralentie depuis 30 ans : selon la publication « World Air Transport Statistics » de l'International Air Transport Association (IATA), citée par Hummels (2007), le revenu moyen par tonne-km a diminué en moyenne de 3,8 % entre 1972 et 2003 ; selon la publication « World Air Cargo Forecast 2006-2007 » de Boeing, il aurait diminué de 3,7 % par an entre 1985 et 1995 et de 1,9 % par an entre 1995 et 2005.

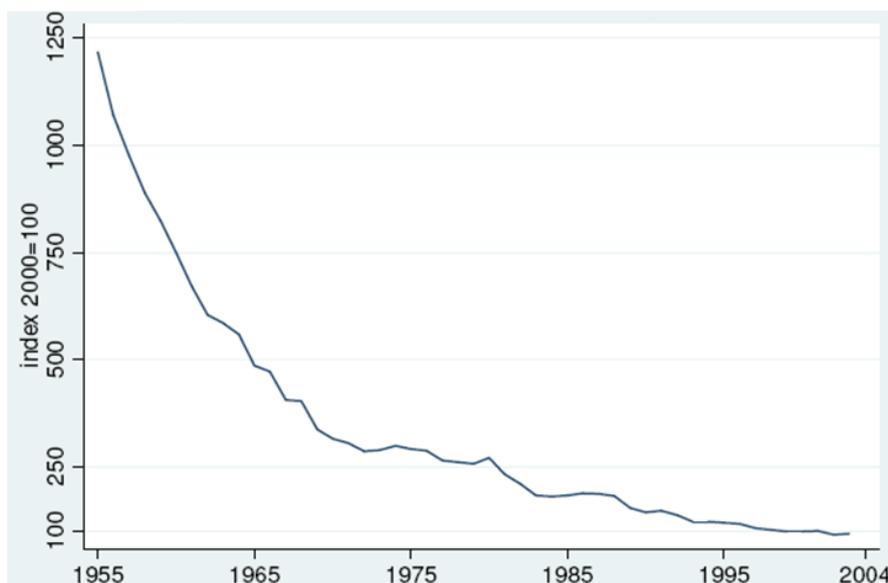
La baisse des tarifs aériens par trajet a été moins forte que celle des tarifs par tonne-km, car les tarifs marginaux par kilomètre parcouru supplémentaire ont fortement diminué. Hummels (2007) construit des indices de prix du transport aérien de marchandises en dollars par kilogramme de 1974 à 2004, relatifs à l'indice des prix du PIB des États-Unis, à partir de données mondiales fournies par l'OACI<sup>21</sup> et d'indices du fret aérien pour les importations et exportations des États-Unis que l'on trouve dans le Bulletin of Labour Statistics. Il trouve que ces prix relatifs ont augmenté entre 1973 et 1980 parallèlement à la hausse des prix du pétrole, diminué de façon à peu près continue de 1980 à 2001, et remonté ensuite, à cause des nouvelles dépenses de sécurité après le 11 septembre 2001 et ensuite de la remontée du prix du pétrole. La baisse du prix relatif aurait été d'un peu moins de 30 % entre 1974 et 2004 : ce résultat est compatible avec la baisse d'environ 35 % du taux de fret aérien « ajusté » trouvée entre les mêmes dates. Une étude plus récente (OCDE 2008, basée sur Boulhol & al. 2008 et Golub & Tomasik 2008) confirme que le coût du transport aérien par kilogramme, déflaté par l'indice des prix du PIB des États-Unis, aurait diminué entre 1974 et 2004, mais pour les pays de l'OCDE, les baisses de prix sont plus faibles, comprises entre 5 et 15 %.

---

<sup>20</sup> Ensemble des techniques (électronique, informatique, automatique) appliquées à l'aviation.

<sup>21</sup> Organisation de l'aviation civile internationale, agence spécialisée des Nations Unies.

Graphique 6. Revenu par tonne-km du transport aérien mondial, 1955-2003



Sources : IATA, « World Air Transport Statistics », various years ; David Hummels, « Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization », *Journal of Economic Perspectives*, summer 2007.

L'évolution est moins claire pour le fret maritime. Pour l'essentiel, l'effet baissier des progrès techniques, et en particulier de la conteneurisation, sur le prix du fret maritime aurait été compensé jusqu'à la fin des années 1990 par l'impact des deux chocs pétroliers sur le coût des carburants.

Comme on l'a vu dans la section 2.1, il existe deux grands types de fret maritime : le transport par vraquiers ou pétroliers à la demande et le transport de cargaisons mixtes sur des lignes maritimes régulières. Hummels (2007) a reconstruit des séries longues de prix par tonne pour ces deux types de transport maritime : un indice de prix spot des vraquiers en dollars, construit à partir de revues spécialisées<sup>22</sup>, déflaté par l'indice des prix à la consommation des États-Unis pour obtenir une mesure en dollars constants, et l'indice des prix sur les lignes maritimes régulières publié par le Ministère allemand du transport en Deutschmarks, déflaté par le prix du PIB allemand. Le prix des vraquiers augmente fortement au moment du premier choc pétrolier (1973-1974) et présente ensuite un trend descendant jusqu'en 2002 ; le tarif des lignes régulières augmente de 1974 à 1985 et diminue ensuite. Pour chacun des deux prix, le niveau de 2004 est proche de celui de 1973.

Dans Boulhol *et al.* (2008), un indice 1973-2005 du coût de transport maritime moyen en dollars réels par tonne a été construit pour chacun des pays de l'OCDE. Déflaté par l'indice des prix du PIB des États-Unis, l'indice du coût de transport maritime augmente dans tous

<sup>22</sup> Historiquement : Norwegian Shipping News (NSN) et Lloyds Shipping Economist.

les pays de l'OCDE entre le début des années 1970 et le milieu des années 1990. L'évolution entre 1995 et 2005 est assez contrastée par pays : forte baisse en Europe et surtout aux États-Unis, où les prix 2005 sont inférieurs à ceux de 1973, mais pas de baisse au Japon et en Australie-Nouvelle Zélande.

Essayons de résumer toutes les observations concernant les dépenses de fret du début des années 1970 au milieu des années 2000, en distinguant taux *ad valorem* et coût du transport en monnaie constante.

**Le taux de fret *ad valorem* tous modes de transport confondus a diminué de 1970 à 1990 et est resté à peu près stable les quinze années suivantes. Le taux de fret maritime *ad valorem* a fortement augmenté de 1970 à 1974, puis a diminué mais n'est pas retombé en dessous de son niveau du début des années 1970. De son côté, le taux de fret aérien *ad valorem* a sensiblement diminué entre 1970-1974 et 2005. Quant au coût de transport à la tonne, en monnaie constante, celui du transport maritime aurait plutôt augmenté entre 1970 et 2005, et celui du transport aérien diminué.**

Pendant ces trente-cinq ans, la part en valeur du commerce effectué par avion est passée de quelques pour cents à près du quart pour les grandes zones commerciales<sup>23</sup>, ce mode étant utilisé de plus en plus pour le transport de machines, équipements et appareils et produits industriels de consommation<sup>24</sup>. En même temps, la vitesse du transport par mer a fortement augmenté, surtout pour le transport de produits manufacturés (porte-conteneurs). On peut donc avancer que, compte tenu du gain en qualité, et particulièrement en vitesse, il y a eu une baisse générale du prix des transports internationaux de produits manufacturés entre 1970 et la première moitié des années 2000, grâce à la baisse des tarifs aériens et à la diffusion de la conteneurisation.

La hausse du prix du pétrole qui a repris depuis 2002 risque de peser justement sur les modes de transport les plus rapides : déjà en 2007, le carburant représentait 29 % des frais d'exploitation des compagnies aériennes (passagers et cargo), contre 14 % en 2000<sup>25</sup>. Par ailleurs, les coûts liés à la sécurité augmentent depuis le début des années 2000. Une éventuelle taxation des émissions de CO<sub>2</sub> et des autres dommages environnementaux et sociaux renchérirait elle aussi beaucoup plus le transport aérien que le transport maritime. La prise en compte de toutes les externalités négatives – environnementales et sociales – pourrait doubler le prix du transport aérien<sup>26</sup>. Dans la partie suivante, on présente des

---

<sup>23</sup> Union européenne à 27 : 23 % en 2006 (Eurostat, base de données du commerce extérieur) ; États-Unis : 25 % en 2005 (U.S. Department of Transportation, à partir des données de U.S. International Merchandise Trade) ; monde hors intra-Union européenne : 14 % (GlobalInsight, cité dans CNUCED, 2008).

<sup>24</sup> Catégories SITC 7 et 8.

<sup>25</sup> IATA Financial Forecast March 2008, <http://www.iata.org/economics>.

<sup>26</sup> Pour l'année 2000, Schreyer *et al.* (2004) ont estimé à 271,3 €/1000 tonnes-km le total des coûts externes sociaux et environnementaux dus au transport aérien de fret dans les pays de l'Union européenne à 17.

simulations de l'impact de taxations des émissions de CO<sub>2</sub> sur les prix et les volumes des transports internationaux et sur le commerce international.

#### **4. PERSPECTIVES : EFFETS SUR LE COMMERCE ET LA CROISSANCE D'UNE TAXATION ENVIRONNEMENTALE DES TRANSPORTS INTERNATIONAUX**

Aucune solution n'a encore été proposée concernant l'introduction du transport international dans les conventions internationales sur le climat. Une des formes d'un tel accord pourrait être, en ce qui concerne le transport de fret, de taxer la quantité de carbone nécessaire au transport de la marchandise à l'arrivée à la frontière. Une telle assiette n'étant pas directement observable, la taxation pourrait se faire sur une estimation standardisée des émissions. En effet, nous connaissons approximativement la quantité de dioxyde de carbone émise au niveau mondial par les différents modes de fret. On peut donc déterminer une référence mondiale d'émission par tonne-km et par mode. L'assiette de taxation ne serait donc pas constituée des émissions des CO<sub>2</sub>, mais des tonnes-km parcourues par les biens concernés. Le taux de taxe correspondrait alors au contenu en CO<sub>2</sub> moyen de cette assiette. Dans cette partie, nous essayons de simuler les effets d'un tel accord.

Cette taxation peut, techniquement, être appliquée sans accord international. Elle ne nécessite en pratique que l'élaboration d'un niveau de référence des émissions par unité de transport. Elle présente par contre un effet pervers. La taxe n'étant pas assise spécifiquement sur les émissions de CO<sub>2</sub>, elle n'incite pas les transporteurs à adopter des technologies moins émettrices. En effet, la taxe porte non pas sur les émissions effectives, mais sur les émissions qui seraient réalisées en utilisant une technologie de référence. Ainsi, s'il est moins coûteux d'utiliser une technologie plus polluante qu'une autre plus sobre en émissions, la technologie la plus émettrice devrait être privilégiée par les acteurs. Cependant, les émissions de CO<sub>2</sub> étant à peu près proportionnelles à la consommation de carburant, il est souvent dans l'intérêt des transporteurs de limiter cette dernière et donc le dégagement de gaz à effet de serre.

On peut aussi envisager une taxation directe des émissions du secteur du transport. Ce mécanisme de taxe carbone serait par exemple envisageable comme complément au système européen de quotas d'émission échangeables, qui ne couvre pas le secteur des transports. Cette taxation s'appliquerait indifféremment au transport domestique (fret et transport de personnes) et au fret international. Une telle mesure revient partiellement à taxer les exportations (du moins le transport nécessaire aux exportations), ce qui devrait susciter une très vive opposition des entreprises. Son mérite est plutôt de proposer une version généralisée de la taxation précédente : une taxe portant d'une part sur tout le transport et d'autre part sur les émissions réelles, et non pas estimées par référence.

L'effet de ces deux taxations a été simulé à l'aide du modèle d'équilibre général calculable MIRAGE Version 2007. Après une rapide description du modèle et des développements qui y ont été apportés dans le cadre de cette étude, nous présenterons les résultats des simulations avant de conclure.

#### 4.1. Le modèle MIRAGE

MIRAGE (*Modelling International Relationships in Applied General Equilibrium*) est un modèle d'équilibre général calculable multi-secteur et multi-région dédié à l'analyse des politiques commerciales (Decreux et Valin, 2007). Il est doté d'une dynamique récurrente et représente certains secteurs en concurrence imparfaite à la Cournot. La matrice de comptabilité sociale provient de la base GTAP 6.2 (Dimaranan et McDougall, 2005).

Dans chaque secteur, l'offre est représentée par une entreprise représentative qui utilise, dans un rapport de quantité fixé (fonction Leontieff), valeur ajoutée et consommations intermédiaires. La valeur ajoutée est une agrégation de facteurs primaires imparfaitement substituables (capital, travail qualifié et non-qualifié, terre et ressources naturelles). Le taux de croissance de la force de travail est exogène, basé sur des prévisions de croissance. Le capital installé est fixe sectoriellement et géographiquement à court terme. Il évolue par la dépréciation et l'investissement. La quantité d'investissement est une proportion constante du revenu disponible (revenu des facteurs moins excédent de la balance courante) et sa répartition sectorielle est déterminée par le rendement du capital. L'offre de ressources naturelles est fixée. La quantité de terre, en revanche, s'ajuste à la rémunération du facteur selon une fonction d'offre isoélastique.

Un consommateur représentatif épargne, dans chaque région, une part fixe de son revenu. La consommation est répartie sectoriellement d'après une fonction LES-CES. Le consommateur distingue les produits d'après leur origine géographique (hypothèse d'Armington) et d'après leur qualité qui est associée à la région de production, les pays riches produisant des biens considérés comme imparfaitement substituables avec ceux des pays pauvres.

La décomposition géographique retenue pour cette étude met en avant les régions dont la place dans le commerce mondial est importante et celles membres de l'annexe B du protocole de Kyoto. Elle respecte les grandes zones géographiques afin de limiter les biais d'agrégation dans l'étude des transports. Le tableau 8 présente la décomposition retenue. Pour les secteurs, nous décomposons les secteurs de transport, les secteurs énergétiques et distinguons les produits de base (hors énergie) et agro-alimentaires, les produits manufacturés et les services comme on peut le voir dans le tableau 9. Quatre secteurs sont supposés être en concurrence imparfaite<sup>27</sup>. Le bouclage macroéconomique consiste à fixer dans chaque région le rapport du solde commercial sur le PIB mondial à sa valeur initiale.

<sup>27</sup> Le manque d'informations pertinentes nous interdit de représenter le secteur transport en concurrence imparfaite. L'approche en concurrence parfaite est standard en équilibre général calculable. Francois et Wooton (2001), qui modélisent le fret international en concurrence imparfaite, constituent une exception. Mais, en l'absence de données sur le degré de concurrence dans le secteur, leur illustration numérique se limite à envisager différentes hypothèses.

**Tableau 8. Décomposition géographique**

Pays / Région	Code GTAP 6.2	Nord / Sud	Annexe B du protocole de Kyoto
Australie, Nouvelle Zélande	ANZ, NZL	Nord	Oui
Chine, Hong-Kong	CHN, HKG	Sud	Non
Japon	JPN	Nord	Oui
Corée, Taiwan	KOR, TWN	Nord	Non
Inde	IND	Sud	Non
Reste de l'Asie et du Pacifique	XOC, XEA, KHM, IDN, MYS, PHL, SGP, THA, VNM, XSE, BGD, PAK, LKA, XSA	Sud	Non
Canada	CAN	Nord	Oui
Etats-Unis	USA	Nord	Oui
Mexique et Venezuela	MEX, VEN	Sud	Non
Brésil	BRA	Sud	Non
Reste de l'Amérique	XNA, BOL, COL, ECU, PER, ARG, CHL, PRY, URY, XSM, XCA, XCB	Sud	Non
Belgique et Luxembourg	BEL, LUX	Nord	Oui
France	FRA	Nord	Oui
Allemagne	DEU	Nord	Oui
Irlande	IRL	Nord	Oui
Italie	ITA	Nord	Oui
Pays-Bas	NLD	Nord	Oui
Espagne	ESP	Nord	Oui
Reste de l'Union Européenne à 15	AUT, DNK, FIN, GBR, GRC, PRT, SWE	Nord	Oui
Suisse	CHE	Nord	Oui
Reste de l'AELE	XEF	Nord	Oui
Reste de l'Europe	XER, ALB,	Sud	Non
Roumanie, Bulgarie	BGR, ROM	Sud	Oui
Croatie	HRV	Sud	Oui
Nouveaux membres de l'UE (2004)	CYP, CZE, HUN, MLT, POL, SVK, SVN, EST, LVA, LTU	Sud	Oui
Russie	RUS	Sud	Oui
Reste de la CEI	XSU	Sud	Non
Turquie	TUR	Sud	Non
Pays producteurs de pétrole (Afrique et Moyen Orient)	IRN, XME, XSD, NGA, XSS	Sud	Non
Maghreb	EGY, MAR, TUN, XNF	Sud	Non
Afrique	BWA, ZAF, XSC, MWI, MUS, MOZ, TZA, ZMB, ZWE, MDG, SEN, UGA	Sud	Non

Tableau 9 – Décomposition sectorielle

Secteur	Secteur GTAP	Concurrence
Produits de base (hors énergie) et agro-alimentaire	Paddy rice (PDR), Wheat (WHT), Cereal grains nec (GRO), Vegetables. fruit. nuts (V_F), Oil seeds (OSD), Sugar cane. sugar beet (C_B), Plant-based fibers (PFB), Crops nec (OCR), Cattle.sheep.goats.horses (CTL), Animal products nec (OAP), Raw milk (RMK), Wool. silk-worm cocoons (WOL), Forestry (FRS), Fishing (FSH), Minerals nec (OMN), Meat: cattle.sheep.goats.horse (CMT), Meat products nec (OMT), Vegetable oils and fats (VOL), Dairy products (MIL), Processed rice (PCR), Sugar (SGR), Food products nec (OFD), Beverages and tobacco products (B_T)	Parfaite
Charbon	Coal (COA)	Parfaite
Pétrole	Oil (OIL)	Parfaite
Gaz	Gas (GAS)	Parfaite
Produits manufacturés	Textiles (TEX), Wearing apparel (WAP), Leather products (LEA), Wood products (LUM), Paper products. publishing (PPP), Petroleum. coal products (P_C), Chemical.rubber.plastic prods (CRP), Mineral products nec (NMM), Ferrous metals (L_S), Metals nec (NFM), Metal products (FMP), Motor vehicles and parts (MVH), Transport equipment nec (OTN), Electronic equipment (ELE), Machinery and equipment nec (OME), Manufactures nec (OMF)	Imparfaite
Produits pétroliers	Petroleum. coal products (P_C)	Imparfaite
Distribution d'électricité et de gaz	Electricity (ELY), Gas manufacture. distribution (GDT)	Imparfaite
Services	Water (WTR), Construction (CNS), Trade (TRD), Communication (CMN), Financial services nec (OFI), Insurance (ISR), Business services nec (OBS), Recreation and other services (ROS), PubAdmin/Defence/Health/Educat (OSG), Dwellings (DWE)	Imparfaite
Transport aérien	Air transport (ATP)	Parfaite
Transport maritime et cabotage	Sea transport (WTP)	Parfaite
Autres transports	Transport nec (OTP)	Parfaite

#### 4.2. Améliorations apportées au modèle MIRAGE

Le modèle MIRAGE, dans sa forme standard, ne dispose pas d'une modélisation des transports appropriée à notre problématique. Nous l'avons donc modifié. La nouvelle représentation des transports est la suivante<sup>28</sup>. A chaque flux de commerce est associée une demande de transport. Cette demande est décomposée entre les trois modes : aérien, maritime et autres via une fonction Cobb-Douglas. Les demandes modales sont ensuite agrégées au niveau mondial. L'offre mondiale par mode est répartie entre les pays fournisseurs à l'aide d'une fonction Cobb-Douglas. Le prix CAF est égal au prix FAB plus le coût des transports (agrégat du coût des trois modes). Les données de la base GTAP ne permettent pas de distinguer le fret des autres services de transport au niveau de la production.

De même, MIRAGE n'inclut pas, par défaut, une prise en compte des émissions de CO<sub>2</sub>. Elles ont été introduites ici à l'aide des données de la base GTAP (Lee, 2007), qui associe des émissions de CO<sub>2</sub> à chaque consommation intermédiaire émettrice (charbon, pétrole,

<sup>28</sup> Un détail des équations est disponible sur le wiki de MIRAGE : [http://mirage.cepii.free.fr/miragewiki/index.php?title=Transport\\_sector](http://mirage.cepii.free.fr/miragewiki/index.php?title=Transport_sector)

gaz, produits pétroliers et distribution de gaz). Nous définissons un coefficient associant les tonnes de CO<sub>2</sub> rejetées à chaque unité consommée. Nous ne modélisons pas explicitement de changements technologiques relatifs aux émissions de dioxyde de carbone, donc, afin d'avoir un sentier d'émissions en phase avec les réalisations (de 2001 à 2005) et les prévisions des experts, nous modifions de manière exogène le coefficient d'émissions dans notre scénario de base pour correspondre aux données de l'AIE (2007a) et le scénario de référence de l'AIE (2007b).

### **4.3. Scénarios**

Deux types de scénarios ont été simulés. Le premier consiste à taxer les importations sur la base du contenu en carbone du fret nécessaire à leur transport. Le deuxième correspond à une taxation carbone directe pour le secteur des transports. Ces taxes sont mises en place progressivement en trois ans à partir de 2010.

#### ***Taxation des importations sur le contenu en carbone du fret***

Cette taxation ne porte pas directement sur les émissions, mais sur leur valeur estimée par le pays importateur. Celle-ci se fait sur la base de la connaissance de la quantité de transport par mode requise pour assurer un échange international et des émissions associées à une unité de transport par mode. Dans le cadre de MIRAGE, nous ne disposons d'aucune information plus précise qui nous permettrait de déterminer les émissions exactes associées à chaque flux. Dans la réalité, un pays pourrait disposer de plus d'informations, par exemple par l'observation des moyens techniques mis en œuvre pour le fret. Toutefois, cette estimation constitue une bonne approximation des émissions dans le cas où les technologies mises en œuvre pour un mode de transport sont peu différentes.

Quatre scénarios de ce type sont simulés. Les variantes concernent une taxation de 25 et 50\$ par tonne de CO<sub>2</sub> et une application à tous les pays ou seulement aux pays de l'annexe B du protocole de Kyoto. Ces quatre scénarios sont appelés ci-dessous Fret 25, Fret 50, Fret 25-Annexe B et Fret 50-Annexe B.

#### ***Taxation carbone des émissions liées aux intrants des secteurs transport***

L'autre cas considéré consiste à taxer les émissions effectives de CO<sub>2</sub> liées aux transports nationaux et internationaux. On taxe alors tous les intrants énergétiques utilisés dans le secteur transport à la hauteur de leur contenu en carbone tel qu'il nous est fourni dans la base d'émissions de GTAP. Nous ne considérerons que le cas d'une taxe à 25 et 50\$ la tonne de CO<sub>2</sub> pour tous les pays (scénarios appelés CI 25 et CI 50 par la suite).

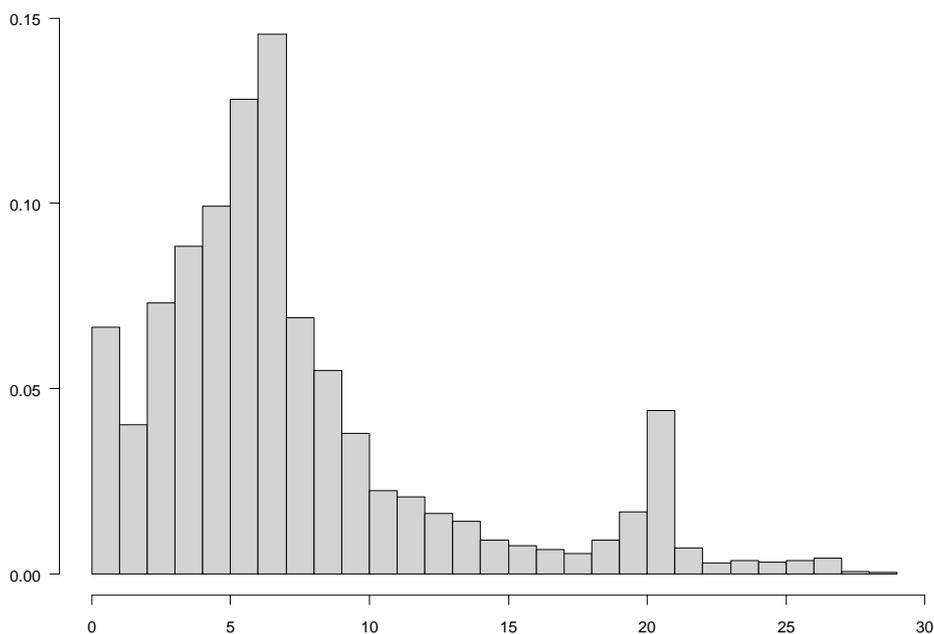
### **4.4. Simulations**

Les externalités environnementales n'étant pas représentées dans MIRAGE, les politiques de taxation du carbone ne se traduisent donc, dans cette modélisation, que par des coûts, sans contrepartie de bénéfices environnementaux. Tous les résultats sont présentés comme

des effets à moyen terme, sept ans après la mise en œuvre de la taxation, tous les ajustements dans la production ayant ainsi pu se faire.

La distance, et donc la nécessité de transporter les marchandises, constitue une importante barrière au commerce. Dans le graphique 7, nous quantifions l'équivalent droit de douane *ad valorem* des coûts de transport des importations. Les coûts de transport introduisent, en moyenne pour l'ensemble du monde, un écart de 7,5 % entre les prix à l'exportation et les prix à l'importation<sup>29</sup>. Ce niveau est comparable à celui de la protection tarifaire exercé dans de nombreux pays sur les produits industriels (OMC, 2007). Donc une augmentation de 10 % des coûts de transport aurait en moyenne un effet plus faible qu'une augmentation de un point des droits de douane. Il ne faut donc pas attendre des effets trop importants d'une taxation du carbone sur les flux commerciaux agrégés. Toutefois, la dispersion des coûts de transport implique qu'une augmentation des coûts aura des effets très différenciés selon les secteurs et selon les partenaires commerciaux.

**Graphique 7. Histogramme de l'équivalent *ad valorem* du coût de transport des importations à l'année 2001**  
(abscisses : coût de transport en équivalent *ad valorem* ; ordonnées : densité)



Source : GTAP et calculs des auteurs.

<sup>29</sup> Donnée GTAP 2001, un peu plus élevée que les chiffres de la *Revue du transport maritime 2005* de la CNUCED mentionnés dans la section 2.2 (2001 : 6,1 % ; 2002 : 6,6 %).

Les émissions mondiales de dioxyde de carbone diminuent très peu dans le cas d'une taxation du fret sur la base de son contenu en carbone, de -0,01 à -0,05 % (tableau 10, colonnes Fret 50 et Fret 25-Annexe B). En effet, dans cette configuration, la taxation à la frontière s'apparente plus, dans sa forme, à un droit de douane qu'à une taxation du carbone. La taxe correspond certes à des émissions de référence, mais son assiette est la quantité de transport. En conséquence, la baisse d'émissions induite est seulement imputable à la baisse du fret consécutive à la diminution des échanges internationaux. Surtout, elle ne porte que sur une faible part des transports, car le fret international ne représente en valeur que 8 % des transports mondiaux. En revanche, l'abattement consécutif à une taxation des consommations intermédiaires émettrices dans les transports est beaucoup plus important, respectivement -1,81 et -2,87 % (on retarde ainsi d'un an l'augmentation des émissions) pour des taxes de 25 et 50\$ la tonne.

**Tableau 10. Impacts agrégés de scénarios de taxation du carbone des transports**

Variation en %	CI 25	CI 50	Fret 25	Fret 50	Fret 25 - Annexe B	Fret 50 - Annexe B
Emissions mondiales de CO <sub>2</sub>	-1,81	-2,87	-0,03	-0,05	-0,01	-0,03
Exportation (volume)	-0,36	-0,67	-0,24	-0,48	-0,14	-0,29
PIB mondial (volume)	-0,02	-0,06	-0,01	-0,01	0	-0,01
Bien-être mondial	-0,02	-0,06	0	-0,01	0	0

La taxation des émissions de CO<sub>2</sub> entraîne une diminution de l'activité économique et donc du bien-être (lorsqu'on ne considère pas les gains liés à une amélioration de l'environnement). Mais, puisque la taxation est limitée à un secteur, ses effets sont très faibles, avec au pire une baisse de 0,06 % du PIB mondial lorsque les émissions liées aux consommations intermédiaires sont taxées à 50\$ la tonne.

La faiblesse des variations agrégées peut s'expliquer par celle des prix du fret international (tableau 11). Les variations de prix sont négligeables pour les scénarios Fret car la taxation s'applique aux biens importés et non directement au fret. Pour les scénarios CI, la hausse de prix est comprise entre 2 et 7 %. L'impact sur le commerce international ne peut alors qu'être faible du fait de la faible importance des coûts de transport dans le commerce international (graphique 7).

**Tableau 11. Variation de prix du fret international**

Variation en %	CI 25	CI 50	Fret 25	Fret 50	Fret 25 - Annexe B	Fret 50 - Annexe B
Transport aérien	3,55	6,82	0,04	0,08	0	0,01
Transport maritime et cabotage	2,81	5,39	0,03	0,07	0	0
Autres transports	2,27	4,39	0,02	0,04	-0,01	-0,03

La diminution des émissions intervient uniquement dans les secteurs des transports, entre 13 et 25 % pour les scénarios CI 25 et 50 (tableau 12). Pour ces deux scénarios, l'adaptation des processus productifs à une taxation des transports entraîne une augmentation des émissions dans les autres secteurs (hors énergie). À l'année de base, les émissions des

transports représentent 16,5 % des émissions mondiales (sont exclus les transports des particuliers réalisés par leurs propres moyens).

**Tableau 12. Changement dans les émissions sectorielles**

Variation en %	CI 25	CI 50	Fret 25	Fret 50	Fret 25 - Annexe B	Fret 50 - Annexe B
1. Transports	-13,88	-22,16	-0,06	-0,12	-0,03	-0,06
2. Énergie	-0,04	-0,04	-0,01	-0,03	-0,01	-0,02
3. Autres secteurs	0,57	0,97	-0,03	-0,05	-0,01	-0,02
Transport aérien	-14,35	-23,1	-0,05	-0,1	-0,03	-0,05
Transport maritime et cabotage	-15,58	-24,71	-0,19	-0,37	-0,09	-0,17
Autres transports	-13,45	-21,44	-0,04	-0,08	-0,02	-0,04

Dans les scénarios Fret, les émissions baissent très faiblement car elles ne sont pas directement ciblées par la politique, qui n'a, par ailleurs, que des effets agrégés limités. L'abattement est plus fort dans les secteurs transports que dans les autres car les exportations diminuent plus que l'ensemble de l'activité économique.

Les effets sur les exportations des pays (tableau 13) sont assez uniformes lorsque la taxation ne porte que sur le fret international. Les exportations de tous les pays diminuent. Même lorsque la taxation est limitée aux pays de l'Annexe B, les exportations de tous les pays diminuent, car l'Annexe B rassemble la plupart des grands importateurs.

Les effets sont plus diversifiés lorsqu'on taxe directement les émissions des transports (scénarios CI). Plusieurs phénomènes sont à l'œuvre. La taxation déprime l'activité économique, ce qui tend à limiter la production et les exportations, mais cet effet est relativement faible comme le montrent les variations de PIB dans le tableau 10. Le fret est un service indispensable au commerce international. L'augmentation de son coût entraîne une baisse des exportations. Enfin, l'attribution d'un prix aux émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport crée une nouvelle source d'avantages comparatifs, fonction des différences d'intensité d'émission. Les pays peuvent ainsi se spécialiser dans les secteurs dans lesquels ils ont, comparativement à leurs partenaires commerciaux, des émissions ou des coûts d'abattement plus faibles. Cela crée une nouvelle incitation à échanger qui s'oppose ainsi aux deux effets précédents. En pratique, ce dernier effet est plus faible que les autres et les exportations ont tendance à diminuer. Mais, au niveau bilatéral, de nombreux flux peuvent augmenter. Un tiers des flux augmente dans les scénarios CI, contre seulement 7 % avec les scénarios Fret 25 et 50.

L'effet sur la production totale de transport est très faible pour les scénarios Fret, inférieur à 0,1 % de baisse (tableau 14, quatre dernières colonnes). Il reste faible quand on ne s'intéresse qu'au fret international. L'effet est plus important lorsqu'on taxe les émissions effectives (scénarios CI), mais surtout pour le transport total. Ainsi, les transports autres qu'aériens et maritimes diminuent au total de 1 à 2 %, mais leur production pour le fret international ne diminue que de 0,1 et 0,21 %. Cette différence d'effet entre le transport total et le fret s'explique par les élasticités de demande. Les élasticités retenues dans le

modèle MIRAGE font qu'il est plus facile de substituer dans la production du transport à d'autres intrants (donc concentrer les sites de productions), que de diminuer la demande de biens d'importation suite à une augmentation du coût de transport.

**Tableau 13. Variations des exportations par pays (incluant l'intra-zone)**

Variation en %	CI 25	CI 50	Fret 25	Fret 50	Fret 25 Annexe B	Fret 50 Annexe B
Allemagne	-0,19	-0,37	-0,15	-0,29	-0,13	-0,26
Australie, Nouvelle Zélande	-0,47	-0,87	-0,34	-0,67	-0,23	-0,45
Belgique et Luxembourg	-0,32	-0,62	-0,16	-0,32	-0,16	-0,31
Brésil	-0,57	-1,04	-0,36	-0,72	-0,13	-0,26
Canada	-0,19	-0,35	-0,16	-0,32	-0,14	-0,29
Chine, Hong-Kong	-0,46	-0,85	-0,34	-0,68	-0,13	-0,26
Corée, Taiwan	-0,4	-0,75	-0,26	-0,52	-0,06	-0,13
Croatie	-0,04	-0,05	-0,32	-0,63	-0,31	-0,62
Espagne	-0,19	-0,37	-0,19	-0,38	-0,16	-0,33
États-Unis	-0,34	-0,62	-0,26	-0,52	-0,22	-0,44
France	-0,18	-0,34	-0,15	-0,3	-0,14	-0,28
Inde	-1,13	-2,02	-0,32	-0,63	-0,09	-0,19
Irlande	-0,04	-0,08	-0,04	-0,08	-0,03	-0,06
Italie	-0,27	-0,52	-0,22	-0,43	-0,19	-0,38
Japon	-0,43	-0,83	-0,25	-0,49	-0,2	-0,41
Maghreb	-0,67	-1,22	-0,35	-0,69	-0,13	-0,27
Mexique et Venezuela	-0,59	-1,06	-0,15	-0,31	-0,02	-0,04
Nouveaux membres de l'UE (2004)	-0,44	-0,82	-0,35	-0,71	-0,36	-0,73
Pays producteurs de pétrole (Afrique et Moyen Orient)	-1,13	-1,97	-0,28	-0,56	-0,08	-0,15
Pays-Bas	-0,23	-0,46	-0,21	-0,42	-0,19	-0,38
Reste de la CEI	-1,12	-2,01	-0,49	-0,97	-0,17	-0,34
Reste de l'AELE	-0,85	-1,53	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4
Reste de l'Afrique	-0,44	-0,82	-0,29	-0,59	-0,06	-0,13
Reste de l'Amérique	-0,54	-0,98	-0,37	-0,74	-0,11	-0,22
Reste de l'Asie et du Pacifique	-0,24	-0,43	-0,27	-0,53	-0,07	-0,15
Reste de l'Europe	-0,3	-0,61	-0,54	-1,07	-0,2	-0,41
Reste de l'Union Européenne à 15	-0,12	-0,22	-0,16	-0,32	-0,15	-0,29
Roumanie, Bulgarie	-0,75	-1,34	-0,48	-0,96	-0,46	-0,92
Russie	-0,48	-0,78	-0,24	-0,48	-0,2	-0,4
Suisse	-0,18	-0,33	-0,18	-0,36	-0,18	-0,35
Turquie	-0,38	-0,7	-0,35	-0,69	-0,14	-0,27

**Tableau 14. Variation de la production de transport et de fret international par mode**

Variation en %	CI 25	CI 50	Fret 25	Fret 50	Fret 25 - Annexe B	Fret 50 - Annexe B
Transport aérien	-1,79	-3,35	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02
Transport maritime et cabotage	-1,17	-2,16	-0,04	-0,08	-0,02	-0,05
Autres transports	-1,04	-1,96	-0,01	-0,01	0	-0,01
Transport aérien	-0,97	-1,83	-0,34	-0,68	-0,2	-0,4
Fret international						
Transport maritime et cabotage	-0,65	-1,19	-0,38	-0,75	-0,2	-0,41
Autres transports	-0,1	-0,21	-0,37	-0,74	-0,2	-0,4

Dans les scénarios Fret, le fret international diminue dans des proportions presque identiques quel que soit le mode. Cela découle du fait que la taxe à la frontière ne dépend pas du mode. Elle est, certes, assise sur des émissions de référence, mais celles-ci agrègent les différents modes utilisés (intuitivement on imagine que sur un trajet et pour un bien, un seul mode de transport est utilisé, mais du fait que nous travaillons à un niveau agrégé le transport d'un secteur sur une route donnée implique presque toujours plusieurs modes).

D'après nos simulations, l'internalisation des effets externes du fret international ne devrait pas réellement constituer une entrave au commerce international. Sous sa forme la plus simple à mettre en œuvre, une taxation à la frontière des quantités de CO<sub>2</sub> émises d'après des émissions de références, l'internalisation a même des effets négligeables. De plus, le fret international ne représentant qu'une faible part des émissions mondiales, une taxation du CO<sub>2</sub> n'entraînerait un abattement significatif que si elle portait sur l'ensemble du secteur transport.

Il faut toutefois garder à l'esprit que, dans nos simulations, nous représentons une taxation qui ne permet que d'internaliser une partie des externalités environnementales, celles liées aux émissions de CO<sub>2</sub>. Nos simulations ne peuvent donc pas présumer de l'effet sur le fret international d'une complète prise en compte des effets externes des transports. De plus, ces effets externes sont probablement à différencier par mode. Le transport aérien, et particulièrement le transport nocturne, contribue ainsi au réchauffement climatique, en plus de ses émissions de gaz à effet de serre, par ses traînées de condensation (Stuber *et al.*, 2006). Ainsi une internalisation complète devrait-elle plus prendre en compte les différences modales.

Plus généralement, les variations de prix à attendre d'une telle taxation sont finalement relativement faibles par rapport à la volatilité naturelle du marché en question, que ce soit dû à la hausse des cours du brut ou à d'autres raisons. Par exemple en 2006, suivant OCDE (2008), le coût moyen du fret en dollars par kilogramme, déflaté par l'indice des prix des produits manufacturés des États-Unis, a augmenté de plus de 4 % pour l'Australie et le Japon, et diminué d'environ 6 % pour l'Europe et les États-Unis.

## 5. CONCLUSION

Le coût du transport est une barrière aux échanges dont la hauteur est difficile à apprécier. Comparer les coûts de transport international dans le temps ou entre pays implique de définir des références de qualité du service, tels que la vitesse et la sécurité. L'impact de ces coûts sur le volume du commerce dépend aussi du prix des marchandises transportées. Enfin, les opportunités d'échanges créées par les différences de coûts de production et les niveaux de revenu des pays engendrent à leur tour des baisses de coûts de transport sur les principales routes empruntées. On peut dire en résumé que depuis 20-30 ans, il est profitable de payer assez cher un transport d'excellente qualité de biens à haute valeur ajoutée, et que la massification de ce type d'échanges a permis de faire baisser le prix unitaire du transport.

Une taxation environnementale des carburants du fret ne serait susceptible d'enrayer cette tendance que si son niveau était beaucoup plus élevé que celui correspondant aux objectifs de réduction d'émissions du protocole de Kyoto. La nouvelle politique climatique européenne et les négociations internationales qui doivent se conclure en 2009 seront sans doute plus contraignants, mais il faut rappeler que la demande de transports est en général beaucoup moins élastique par rapport au prix des combustibles que celle de produits industriels. Par ailleurs, pour évaluer l'impact sur les transports et le commerce international d'une taxe environnementale d'un montant plus élevé, il faut utiliser impérativement un modèle qui tient compte du progrès technique dans les transports, et en particulier du gain de productivité induit par les hausses de coût. Une autre voie de recherche serait d'estimer, sur le passé, l'impact des hausses des prix des carburants sur le choix des modes de transport – maritime ou aérien – et sur la géographie des échanges.

## REFERENCES

- AIE (2007a), *Émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie 1971-2005*.
- AIE (2007b), *Bilans énergétiques des pays non-membres 2004-2005*.
- BAIER S.L. & BERGSTRAND J.H. (2001), « The Growth of World Trade: Tariffs, Transport Costs, and Income Similarity », *Journal of International Economics*, vol. 53, Issue 1, pp. 1-27, February.
- BOULHOL H., DE SERRES A. & MOLNAR M. (2008), « The Contribution of Economic Geography to GDP per Capita », *OECD Economics Department*, Working Paper n° 602, 22 April.
- BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS (2008), *Pocket Guide to Transportation*, U.S. Department of Transportation.
- BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS (2003), *U.S. International Trade and Freight Transportation Trends*, U.S. Department of Transportation.
- CNUCED (2008), « The Global Split of International Goods Transport », *UNCTAD Transport Newslette*, n° 38, Fourth quarter 2007/First quarter 2008.
- CNUCED (2007a), « Efficacité des transports et facilitation du commerce pour une plus large participation des pays en développement au commerce international », Note du secrétariat, Genève, 19-23 février.
- CNUCED (2007b), *Maritime Security: ISPS Code Implementation, Costs and Related Financing*, Rapport UNCTAD/SDTE/TLB/2007/1, 14 mars.
- CNUCED, *Revue du transport maritime*, annuel, différentes années.
- COE D.T., SUBRAMANIAN A., TAMIRISA N. & BHAVNANI R. (2002), « The Missing Globalization Puzzle », IMF, WP 02/171, 2002.
- DECREUX Y. & VALIN H. (2007), « MIRAGE, Updated Version of the Model for Trade Policy Analysis Focus on Agriculture and Dynamics », *Document de travail CEPII*, n°2007-15.
- DGAC-DAST (2005), « Le fret aérien : une importance méconnue », Direction générale de l'aviation civile, Direction des affaires stratégiques et techniques, *Les notes thématiques*, n° 2, octobre
- DIMARANAN B.V. & MCDUGALL R.A. (2005), *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 6 DataBase*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, West Lafayette/Indiana.
- FONTAGNÉ L., FREUDENBERG M. & GAULIER G. (2005), « Disentangling Horizontal and Vertical Intra-Industry Trade », *CEPII Working Paper*, n° 2005-10, July 2005.
- FRANCOIS J.F. & WOOTON I. (2001), « Trade in International Transport Services: the Role of Competition », *Review of International Economics*, 9(2), 249-61.

- FRÉMONT A. (2007), communication au « Rendez-vous de la mondialisation », CAS-CEPII, septembre.
- GAULIER G., LEMOINE F. & ÜNAL-KESENCI D. (2005), « China's Integration in East-Asia: Production-Sharing, FDI and High-Tech Trade », *CEPII Working Paper*, n° 2005-09, June.
- GIEC (1999), *L'aviation et l'atmosphère planétaire*, Rapport spécial.
- GOLUB S.S. & TOMASIK B. (2008), « Measures of International Transport Cost for OECD Countries », *OECD Economics Department*, Working Papers, forthcoming.
- HARRIGAN J. (2006), « Airplanes and Comparative Advantage », *NBER Working Paper*, n° 11688, June.
- HUMMELS D. (2007), « Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization », *Journal of Economic Perspectives*, 21(3), pp. 131-154, Summer.
- HUMMELS D. (2004), « Coûts de transport et échanges : tendances structurelles », dans *Centre de recherche sur les transports*, Rapport de la 130<sup>ème</sup> table ronde d'économie des transports, Transport et commerce international, Paris, octobre.
- HUMMELS D. (2001), « Time as a Trade Barrier », *mimeo*, Purdue University, July.
- HUMMELS D., ISHII J. & YI K.-M. (2001), « The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade », *Journal of International Economics*, vol. 54, Issue 1, pp. 75-96, June.
- HUMMELS D. & SKIBA A. (2004a), « Shipping the Good Apples Out? An Empirical Confirmation of the Alchian-Allen Conjecture », *Journal of Political Economy*, vol. 112, n° 6, December.
- HUMMELS D. & SKIBA A. (2004b), « A Virtuous Circle? Regional Tariff Liberalization and Scale Economies in Transport », in *FTAA and Beyond: Prospects for Integration in the America* (eds. Estevadeordal, Rodrik, Taylor, Velasco), Harvard University Press.
- ISEMAR (2007), Note de synthèse, n° 91, janvier (Institut supérieur d'économie maritime Nantes-Saint Nazaire).
- LEE H. (2007), « An Emissions Data Base for Integrated Assessment of Climate Change Policy Using GTAP », *GTAP Resource*, n°1143.  
[https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res\\_display.asp?RecordID=1143](https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=1143)
- LIMAO N. & VENABLES A.J. (2001), « Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs and Trade », *World Bank Economic Review*, vol. 15, iss. 3, pp. 451-79.
- MIRZA D. & VERDIER T. (2006), « Are Lives a Substitute for Livelihoods? Terrorism, Security, and U.S. Bilateral Imports », *Policy Research Working Paper*, Series 4094, The World Bank.
- MICCO A. & SEREBRISKY T. (2004), « Infrastructure, Competition Regimes and Air Transport Costs: Cross Country Evidence », Inter-American Development Bank, Research Department, Working Paper n°510, July.

- OCDE (2008), « Economic Policy Reforms. Going for Growth 2008 ».
- OCDE (2005), « Délocalisations industrielles, évolution des coûts de transport maritime et progrès technologiques », Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, Comité des transports maritimes, DSTI/DOT/MTC(2005)5/REV1, 27 avril.
- OCDE (2003), « Politique de la concurrence dans le transport maritime de lignes régulières - Rapport final », Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, Division des transports, DSTI/DOT(2002)2, 30 mai.
- OCDE-CEMT (2004), « Transport et commerce international », Rapport de la 130<sup>e</sup> table ronde d'économie des transports, Centre de recherches sur les transports, Paris, octobre.
- OMC (2007), *Profils tarifaires dans le monde 2006*, Genève.
- OMC (2005), Essai thématique, « Le commerce international des services de transport aérien : évolution récente et questions de politique », dans *Rapport sur le commerce mondial 2005*.
- REITZES J.D. & CLYDE P.S. (1995), *The Effectiveness of Collusion Under Antitrust Immunity: the Case of Liner Shipping Conferences*, Bureau of Economics, Staff Report, Federal Trade Commission, Washington, D.C. 20580 December.
- SHREYER C., SCHNEIDER C., MAIBACH M., ROTHENGATTER W., DOLL C. & SCHMEDDING D. (2004), « Les coûts externes des transports, étude d'actualisation », *Document de Synthèse*, INFRAS (Zürich)-IWW (Université de Karlsruhe ), octobre.
- STUBER N., FORSTER P., RÄDEL G. & SHINE K. (2006), « The Importance of the Diurnal and Annual Cycle of Air Traffic for Contrail Radiative Forcing », *Nature* 441, 864--867.
- WALKER K. (1999), « Air Traffic Control: Free for All », *Airline Business*, 41.
- YI K.-M. (2003), « Can Vertical Specialization Explain the Growth of World Trade ? » *Journal of Political Economy*, Vol 111(1), February.

**LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII**<sup>30</sup>

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Auteurs</i>
2008-27	The Erosion of Colonial Trade Linkages after Independence	T. Mayer K. Head & J. Ries
2008-26	Plus grandes, plus fortes, plus loin... Performances relatives des firmes exportatrices françaises	M. Crozet I. Méjean & S. Zignago
2008-25	A General Equilibrium Evaluation of the Sustainability of the New Pension Reforms in Italy	R. Magnani
2008-24	The Location of Japanese MNC Affiliates: Agglomeration, Spillovers and Firm Heterogeneity	T. Inui T. Matsuura & S. Poncet
2008-23	Nonlinear Adjustment of the Real Exchange Rate Towards its Equilibrium Value: a Panel Smooth Transition Error Collection Modelling	S. Béreau A. Lopez Villavicencio & V. Mignon
2008-22	Demographic Uncertainty in Europe Implications on Macro Economic Trends and Pension Reforms (an Investigation With the INGENUE2 Model)	M. Aglietta & V. Borgy
2008-21	The Euro Effects on the Firm and Product-Level Trade Margins: Evidence from France	A. Berthou & L. Fontagné
2008-20	The Impact of Economic Geography on Wages: Disentangling the Channels of Influence	L. Hering & S. Poncet
2008-19	Do Corporate Taxes Reduce Productivity and Investment at the Firm Level? Cross-Country Evidence from the Amadeus Dataset	J. Arnold & C. Schwellnus
2008-18	Choosing Sensitive Agricultural Products in Trade Negotiations	S. Jean, D. Laborde & W. Martin
2008-17	Government Consumption Volatility and Country Size	D. Furceri & M. Poplawski Ribeiro
2008-16	Inherited or Earned? Performance of Foreign Banks in Central and Eastern Europe	O. Havrylychuk & E. Jurzyk

---

<sup>30</sup>

Les documents de travail sont diffusés gratuitement sur demande dans la mesure des stocks disponibles. Merci d'adresser votre demande au CEPII, Sylvie Hurion, 9, rue Georges-Pitard, 75015 Paris, ou par fax : (33) 01 53 68 55 04 ou par e-mail [sylvie.hurion@cepii.fr](mailto:sylvie.hurion@cepii.fr). Egalement disponibles sur : [www.cepii.fr](http://www.cepii.fr). Les documents de travail comportant \* sont épuisés. Ils sont toutefois consultable sur le web CEPII.

---

<b>2008-15</b>	The Effect of Foreign Bank Entry on the Cost of Credit in Transition Economies. Which Borrowers Benefit most?	H. Degryse, O. Havrylchuk, E. Jurzyk & S. Kozak
<b>2008-14</b>	Contagion in the Credit Default Swap Market: the Case of the GM and Ford Crisis in 2005.	V. Coudert & M. Gex
<b>2008-13</b>	Exporting to Insecure Markets: A Firm-Level Analysis	M. Crozet, P. Koenig & V. Rebeyrol
<b>2008-12</b>	Social Competition and Firms' Location Choices	V. Delbecque, I. Méjean & L. Patureau
<b>2008-11</b>	Border Effects of Brazilian States	M. Daumal & S. Zignago
<b>2008-10</b>	International Trade Price Indices	G. Gaulier, J. Martin, I. Méjean & S. Zignago
<b>2008-09</b>	Base de données CHELEM – Commerce international du CEPII	A. de Saint Vaulry
<b>2008-08</b>	The Brain Drain between Knowledge Based Economies: the European Human Capital Outflows to the US	A. Tritah
<b>2008-07</b>	Currency Misalignments and Exchange Rate Regimes in Emerging and Developing Countries	V. Coudert & C. Couharde
<b>2008-06</b>	The Euro and the Intensive and Extensive Margins of Trade: Evidence from French Firm Level Data	A. Berthou & L. Fontagné
<b>2008-05</b>	On the Influence of Oil Prices on Economic Activity and other Macroeconomic and Financial Variables	F. Lescaroux & V. Mignon
<b>2008-04</b>	An Impact Study of the EU-ACP Economic Partnership Agreements (EPAs) in the Six ACP Regions	L. Fontagné, D. Laborde & C. Mitaritonna
<b>2008-03</b>	The Brave New World of Cross-Regionalism	A. Tovias
<b>2008-02</b>	Equilibrium Exchange Rates: a Guidebook for the Euro-Dollar Rate	A. Bénassy-Quéré, S. Béreau & V. Mignon
<b>2008-01</b>	How Robust are Estimated Equilibrium Exchange Rates? A Panel BEER Approach	A. Bénassy-Quéré, S. Béreau & V. Mignon
<b>2007-24</b>	Testing the Finance-Growth Link: Is there a Difference between Developed and Developing Countries?	G. Dufrénot, V. Mignon & A. Péguin-Feissolle

<b>2007-23</b>	Labor Migration: Macroeconomic and Demographic outlook for Europe and Neighborhood Regions	V. Borgy & X. Chojnicki
<b>2007-22</b>	Economic Geography, Spatial Dependence and Income Inequality in China	L. Hering & S. Poncet
<b>2007-21</b>	Does FDI in Manufacturing Cause FDI in Business Services? Evidence from French Firm-Level Data	B. Nefussi & C. Schwellnus
<b>2007-20</b>	Bilateral Trade of Cultural Goods	A.C. Disdier, S.H.T. Tai, L. Fontagné & T. Mayer
<b>2007-19</b>	China and India in International Trade: from Laggards to Leaders?	F. Lemoine & D. Ünal-Kesenci
<b>2007-18</b>	How Remote is the Offshoring Threat	K. Head, T. Mayer & J. Ries
<b>2007-17</b>	Costs and Benefits of Euro Membership: a Counterfactual Analysis	E. Dubois, J. Héricourt & V. Mignon
<b>2007-16</b>	Location Decisions and Minimum Wages	I. Méjean & L. Patureau
<b>2007-15</b>	MIRAGE, Updated Version of the Model for Trade Policy Analysis Focus on Agriculture and Dynamics	Y. Decreux & H. Valin
<b>2007-14</b>	Mondialisation des services de la mesure à l'analyse	I. Bendisoun & D. Ünal-Kesenci
<b>2007-13</b>	How are wages set in Beijing?	J. De Sousa & S. Poncet
<b>2007-12</b>	IMF Quotas at Year 2030	A. Bénassy-Quéré, S. Béreau, Y. Decreux, C. Gouel & S. Poncet
<b>2007-11</b>	FDI and Credit Constraints: Firm Level Evidence in China	J. Héricourt & S. Poncet
<b>2007-10</b>	Fiscal Policy in Real Time	J. Cimadomo
<b>2007-09</b>	Global Ageing and Macroeconomic Consequences of Demographic Uncertainty in a Multi-regional Model	J. Alho & V. Borgy
<b>2007-08</b>	The Effect of Domestic Regulation on Services Trade Revisited	C. Schwellnus
<b>2007-07</b>	The Location of Domestic and Foreign Production Affiliates by French Multinational Firms	T. Mayer, I. Méjean & B. Nefussi

---

<b>2007-06</b>	Specialisation across Varieties within Products and North-South Competition	L. Fontagné, G. Gaulier & S. Zignago
<b>2007-05</b>	Trade Costs and the Home Market Effect	M. Crozet & F. Trionfetti
<b>2007-04</b>	The Impact of Regulations on Agricultural Trade: Evidence from SPS and TBT Agreements	A.-C. Disdier, L. Fontagné & M. Mimouni
<b>2007-03</b>	International Comparisons of Living Standards by Equivalent Incomes	M. Fleurbaey & G. Gaulier
<b>2007-02</b>	Does Risk Aversion Drive Financial Crises? Testing the Predictive Power of Empirical Indicators	V. Coudert & M. Gex
<b>2007-01</b>	Asian Catch Up, World Growth and International Capital Flows in the XXIst Century : A Prospective Analysis with the INGENUE 2 Model	M. Aglietta, V. Borgy, J. Château, M. Juillard, J. Le Cacheux, G. Le Garrec & V. Touzé
<b>2006-27</b>	Current Account Reversals and Long Term Imbalances: Application to the Central and Eastern European Countries	K. Benhima & O. Havrylchyk
<b>2006-26</b>	On Legal Origins and Brankruptcy Laws: the European Experience (1808-1914)	J. Sgard
<b>2006-25</b>	Taux d'intérêt et marchés boursiers : une analyse empirique de l'intégration financière internationale	V. Borgy & V. Mignon
<b>2006-24</b>	Changing Patterns of Domestic and Cross-Border Fiscal Policy Multipliers in Europe and the US	A. Bénassy-Quéré & J. Cimadomo
<b>2006-23</b>	Market Access Impact on Individual Wage: Evidence from China	L. Hering & S. Poncet
<b>2006-22</b>	FDI in Chinese Cities: Spillovers and Impact on Growth	N. Madariaga & S. Poncet
<b>2006-21</b>	Are Financial Distortions an Impediment to Economic Growth? Evidence from China	A. Guariglia & S. Poncet
<b>2006-20</b>	World Consistent Equilibrium Exchange Rates	A. Bénassy-Quéré, A. Lahrière-Révil & V. Mignon
<b>2006-19</b>	Institutions and Bilateral Asset Holdings	V. Salins & A. Bénassy-Quéré
<b>2006-18</b>	Vertical Production Networks: Evidence from France	M. Fouquin, L. Nayman & L. Wagner

<b>2006-17</b>	Import Prices, Variety and the Extensive Margin of Trade	G. Gaulier & I. Méjean
<b>2006-16</b>	The Long Term Growth Prospects of the World Economy: Horizon 2050	S. Poncet
<b>2006-15</b>	Economic Integration in Asia: Bilateral Free Trade Agreements Versus Asian Single Market	M. H. Bchir & M. Fouquin
<b>2006-14</b>	Foreign Direct Investment in China: Reward or Remedy?	O. Havrylchuk & S. Poncet
<b>2006-13</b>	Short-Term Fiscal Spillovers in a Monetary Union	A. Bénassy-Quéré
<b>2006-12</b>	Can Firms' Location Decisions Counteract the Balassa-Samuelson Effect?	I. Méjean
<b>2006-11</b>	Who's Afraid of Tax Competition? Harmless Tax Competition from the New European Member States	A. Lahrière-Révil
<b>2006-10</b>	A Quantitative Assessment of the Outcome of the Doha Development Agenda	Y. Decreux & L. Fontagné
<b>2006-09</b>	Disparities in Pension Financing in Europe: Economic and Financial Consequences	J. Château & X. Chojnicki
<b>2006-08</b>	Base de données CHELEM-BAL du CEPII	H. Boumellassa & D. Ūnal-Kesenci
<b>2006-07</b>	Deindustrialisation and the Fear of Relocations in the Industry	H. Boulhol & L. Fontagné
<b>2006-06</b>	A Dynamic Perspective for the Reform of the Stability and Growth Pact	C. Deubner
<b>2006-05</b>	China's Emergence and the Reorganisation of Trade Flows in Asia	G. Gaulier, F. Lemoine & D. Ūnal-Kesenci
<b>2006-04</b>	Who Pays China's Bank Restructuring Bill?	G. Ma
<b>2006-03</b>	Structural Determinants of the Exchange-Rate Pass-Through	G. Gaulier, A. Lahrière-Révil & I. Méjean
<b>2006-02</b>	Exchange-Rate Pass-Through at the Product Level	G. Gaulier, A. Lahrière-Révil & I. Méjean
<b>2006-01</b>	Je t'aime, moi non plus : Bilateral Opinions and International Trade	A.C. Disdier & T. Mayer

**CEPII**  
**DOCUMENTS DE TRAVAIL / WORKING PAPERS**

Si vous souhaitez recevoir des Documents de travail,  
merci de remplir le coupon-réponse ci-joint et de le retourner à :

*Should you wish to receive copies of the CEPII's Working papers,  
just fill the reply card and return it to:*

Sylvie HURION – Publications  
CEPII – 9, rue Georges-Pitard – 75740 Paris – Fax : (33) 1.53.68.55.04  
sylvie.hurion@cepii.fr

---

M./Mme / Mr./Mrs .....

Nom-Prénom / Name-First name .....

Titre / Title .....

Service / Department.....

Organisme / Organisation.....

Adresse / Address.....

Ville & CP / City & post code.....

Pays / Country ..... Tél.....

Your e-mail .....

Désire recevoir les **Document de travail** du CEPII n° :

*Wish to receive the **CEPII's Working Papers** No: .....*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Souhaite être placé sur la liste de diffusion permanente (**pour les bibliothèques**)  
*Wish to be placed on the standing mailing list (for **Libraries**).*