

L'impact des coûts directs et indirects du transport sur le commerce *

Gabriel FIGUEIREDO DE OLIVEIRA†

29 mars 2012

Résumé

L'objectif de ce papier est d'analyser l'impact des coûts du transport conteneurisé, sur l'intensité du commerce bilatéral. Dans cette perspective, nous utilisons les taux de fret appliqués par l'une des principales compagnies de lignes régulières. Par ailleurs, nous analysons l'effet des différentes composantes du taux de fret sur le commerce, et il en ressort que les effets de plus forte ampleur sont associés à des prestations autres que les services de transport au sens strict. De plus, nous montrons que l'effet des coûts de transport sur le commerce est supérieur lorsque le taux de fret est traité comme une variable endogène. Enfin, ce papier examine l'impact de la qualité du service de transport sur le commerce. Au vu des résultats obtenus, il s'avère que la densité du réseau de lignes régulières, les marchés concurrentiels ainsi que de bonnes dotations en infrastructures, ont pour effet de stimuler les échanges.

JEL classification : F14, R41, O19, C21

*Document de travail : Première version. Extrait du chapitre V de la thèse intitulée : "Efficience portuaire, coûts de transport et commerce international : Les déterminants du coût du transport maritime et leur impact sur les échanges". Soutenue le 29 Novembre 2011, Université de Nantes.

†University of Nantes, LEMNA, Chemin de la Censive du Tertre, 44322 Nantes, France.
gabriel.figueiredo@etu.univ-nantes.fr

1 INTRODUCTION

Le transport des marchandises est une étape fondamentale du commerce, du fait qu'il exerce un effet à la fois direct et indirect sur l'intensité des échanges.

L'effet direct tient en ce que le coût de transport est une composante du prix du bien importé. En conséquence de quoi, une augmentation de ce coût peut conduire à une réduction des échanges. En outre, les charges de transport représentent une part importante du coût du commerce, étant donné que les barrières tarifaires sont en moyenne inférieures au taux de fret [Hummels \(1999\)](#).

Quant à l'effet indirect, il est lié au temps de transport. D'après les estimations de [Hummels \(2001\)](#), vingt jours de transport maritime représenteraient environ 9% en équivalent tarif. Pour partie, ce coût est lié à la dépréciation de la valeur de certaines marchandises, à mesure que la durée du transport augmente - ce qui est notamment le cas des produits périssables. Mais ce coût est également lié au fait qu'il puisse s'avérer nécessaire de tenir des stocks importants, afin de faire face à des variations des délais de livraison. Raison pour laquelle il paraît nécessaire, avant toute tentative de consolidation de l'intégration d'un pays dans le commerce international, de prendre en considération l'effet des coûts de transport ainsi que l'ensemble des facteurs qui déterminent ces derniers.

Le premier objectif de ce papier est de contribuer à l'analyse des effets directs induits par les coûts de transport sur l'intensité du commerce bilatéral. étant donné les différences significatives au niveau des services de transport, il est important, pour mener à bien notre analyse, de nous focaliser sur un mode spécifique. Dès lors, nous avons choisi de nous intéresser au transport maritime, puisque près de 90% du volume du commerce international transite par voie maritime (UNCTAD, Global Insight). Au niveau de ce dernier, notre attention s'est portée sur le transport par lignes régulières qui représente près de 60% de la valeur des biens transportés par mer (Global Insight).

La première contribution de cette étude sur l'effet direct des coûts de transport, est d'utiliser les tarifs appliqués par l'une des principales compagnies de lignes régulières, dont l'unité de mesure de référence est le conteneur. L'avantage est que ces données peuvent être facilement introduites dans un modèle de gravité agrégé, tout en étant représentatives du coût de l'un des principaux services de transport.

Une deuxième contribution, est de proposer une analyse détaillée de l'impact des différentes composantes du taux de fret sur les flux de commerce. Ainsi, nous nous sommes focalisés sur l'impact des coûts encourus dans le segment maritime, portuaire, ainsi qu'aux charges des services autres que ceux liés au transport au sens strict.

Pour prendre en compte le problème d'endogénéité, les estimations sont réalisées à l'aide des variables instrumentales, ce qui représente le troisième apport de cette étude.

Le deuxième objectif de ce papier sera d'analyser les effets indirects des coûts de transport sur les échanges bilatéraux. Dans la littérature sur les coûts de commerce, l'effet indirect du transport est souvent assimilé au temps de voyage (Hummels, 1999; Anderson et van Wincoop, 2004), qui est un facteur parmi d'autres de la qualité du service de transport. Cette demande en termes de qualité varie selon le type de bien, puisque le consentement à payer pour un service de qualité est une fonction croissante de la valeur des produits transportés.

Dans le transport maritime de ligne régulière, le critère de la qualité va prendre en compte non seulement le temps du trajet, mais aussi le type et la fréquence du service de transport. Le temps de voyage dépend de la distance à parcourir ainsi que de la vitesse des navires. Quant au type de service, il influence la durée du transport, puisque celle-ci augmente de manière considérable avec le nombre de transbordements. Enfin, une fréquence élevée favorise la régularité et la fiabilité des services de transport, qui à leur tour permettent de réduire l'incertitude liée à la variabilité dans les délais d'expédition. Par conséquent, ces critères de qualité du service de transport peuvent jouer un rôle important dans la réputation des entreprises exportatrices, à fournir le marché d'importation dans des délais convenables.

Ce papier s'organise de la manière suivante : la première section est dédiée à la revue de la littérature et à la présentation du modèle théorique à la base des deux études empiriques. La deuxième section se focalise sur les spécifications économétriques et sources des données. Enfin, la dernière section est consacrée à l'effet indirect, et plus particulièrement l'impact, sur le commerce, des infrastructures portuaires et des caractéristiques de l'offre de transport par ligne régulière.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE ET ÉQUATION GRAVITATIONNELLE

2.1 *Revue de la littérature*

Dans la littérature empirique traitant des déterminants des flux de commerce, le coût de transport est traditionnellement représenté par des facteurs géographiques, et notamment la distance qui a pour effet d'accroître le coût de transport. Un autre facteur important est l'accès à la mer, vu que plusieurs études ont montré que l'enclavement d'un pays réduit fortement les échanges (Limão et Venables, 2001; Clark *et al.*, 2004). Toutefois la variable de la distance, censée représenter les coûts de transport, capte également d'autres facteurs tels que la proximité culturelle et/ou historique; or d'après les travaux de Martínez-Zarzoso et Nowak-Lehmann

(2007), cette variable est une mauvaise proxy des coûts de transport maritime¹.

Les infrastructures de transport et de communication jouent également un rôle important dans les coûts de transport : d'après les estimations de [Limão et Venables \(2001\)](#), si les infrastructures d'un pays se détériorent à tel point qu'il passe du groupe médian à celui des 25% des moins bien dotés, alors son coût de transport augmente de 12%. De nombreuses études se sont intéressées à l'efficacité et/ou aux infrastructures portuaires et à leur impact dans la facilitation des échanges ([Clark et al., 2004](#); [Wilson et al., 2003](#)). En plus de l'efficacité portuaire, ([Wilson et al., 2003](#)) ont introduit dans l'équation de gravité des indicateurs de la transparence des politiques réglementaires, de l'efficacité des régimes douaniers et des infrastructures de technologies et de l'information. Leurs résultats montrent que l'amélioration de ces facteurs de facilitation des échanges, a pour effet de stimuler le commerce.

Par conséquent une première stratégie consiste à introduire dans l'équation gravitationnelle, des facteurs géographiques et de dotation en infrastructures, afin de capter en partie les coûts de transport. Malgré le fait que ces facteurs influencent les coûts de transport, ils ne permettent pas d'appréhender l'ampleur de l'impact de ces coûts sur l'intensité des échanges.

Une autre possibilité est d'utiliser le ratio *c.a.f./f.a.b.* pour représenter les coûts de transport ([Limão et Venables, 2001](#); [Baier et Bergstrand, 2001](#); [Egger, 2005](#)). En effet, à la différence des exportateurs, les données collectées par les pays importateurs prennent en compte, en plus de la valeur des marchandises, les coûts de fret et d'assurances. Se basant sur ces données, [Limão et Venables \(2001\)](#) en déduisent qu'une augmentation de 10% du coût de transport engendrerait une réduction des échanges de plus de 20%. Quant à [Baier et Bergstrand \(2001\)](#), ils obtiennent une élasticité du commerce par rapport au ratio *c.a.f./f.a.b.* de l'ordre de - 3. Cependant, ces données sont fortement critiquées [Hummels et Lugovskyy \(2006\)](#), du fait que d'une part elles ne distinguent ni le mode de transport ni le type de marchandises, et que d'autre part elles sont collectées par diverses entités ayant des méthodologies différentes.

En se basant sur les données des douanes américaines, [Clark et al. \(2004\)](#) adoptent une stratégie qui consiste dans un premier temps à estimer les coûts de transport, puis à introduire les variables significatives dans le modèle de gravité. L'avantage principal réside dans la possibilité d'utiliser des variables plus pertinentes pour représenter les coûts de transport, puisque ces données sont désagrégées au niveau des produits et selon le mode de transport utilisé.

[Martínez-Zarzoso et Suárez-Burguet \(2005\)](#) utilisent les données désagrégées au niveau des secteurs (3 digits) pour un échantillon de douze pays européens et cinq

1. D'après leur estimations, les coûts de transport maritime dépend essentiellement de la qualité du service et des conditions de transport

pays d'Amérique Latine. Ces auteurs estiment une équation de gravité augmentée de la variable de taux de fret en *ad valorem*, dont l'élasticité obtenue est comprise entre - 0.77 et - 2.30. Korinek et Sourdin (2009) s'intéressent à l'impact des coûts de transport dans les échanges de produits agricoles. Dans cette étude, le taux de fret par tonne est introduit dans l'équation gravitationnelle, dont l'élasticité estimée dans le modèle agrégé est de - 0.8, et de - 0.3 lorsque les données sont désagrégées au niveau de six chiffres du système harmonisé.

Dans ces deux dernières études (Martínez-Zarzoso et Suárez-Burguet, 2005; Korinek et Sourdin, 2009), le taux de fret est traité comme une variable endogène, du fait de la relation mutuelle entre coûts de transport et commerce. En effet, d'un côté les coûts de transport sont une composante des barrières au commerce et de l'autre, des volumes importants d'échanges permettent de réduire le coût unitaire de transport, du fait de l'existence d'économies d'échelle. Cependant, la validité des instruments utilisés dans ces études semble compromise, puisque la variable dépendante (la valeur des importations) est divisée par le volume et utilisée comme instrument du coût de transport.

En définitive, nous pouvons retenir trois approches sur l'influence des coûts de transport sur le commerce bilatéral : la première vise à utiliser des variables substitutives, tels les facteurs géographiques et ceux liés aux infrastructures de transport. La deuxième technique consiste à estimer les déterminants des coûts de transport, pour ensuite introduire les variables explicatives de ce coût dans la régression des flux de commerce bilatéraux. Enfin, la dernière approche est d'estimer l'équation de gravité augmentée de la variable du coût de transport, qui doit être traitée comme une variable endogène.

2.2 *Modèle théorique*

Dans cette partie nous proposons un modèle théorique où le taux de fret d'équilibre est déterminé par la confrontation de l'offre et de la demande de transport. Pour parfaire, la demande de ce secteur sera représentée par une fonction de demande d'importation. En effet, pour que l'échange puisse avoir lieu, les marchandises doivent être transportées depuis le pays exportateur jusqu'au marché de l'importateur, ce qui correspond à la demande de transport pour une route particulière.

Du côté de l'offre, ce secteur se caractérise par l'importance des économies d'échelles. Pour prendre en considération cet aspect, la fonction d'offre sera composée d'une partie fixe et une autre variable, afin que le coût unitaire décroisse avec le niveau de production.

Quant à la structure de marché, ce modèle se base sur structure de concurrence imparfaite, de type oligopolistique. La raison provient du fait que le secteur de transport par ligne régulière se caractérise par une forte concentration, où la part de

marché des quinze principales firmes en 2005 était de 86%, dont les cinq premières détiennent 50% du secteur ².

Fonction d'importation bilatérale Pour représenter la demande d'importation bilatérale, nous nous basons sur les modèles gravitationnels qui incorporent les coûts de commerce de manière explicite. Parmi ce groupe, les principaux modèles ont été élaborés par Hummels (1999), Baier et Bergstrand (2001), Anderson et Wincoop (2003), Deardorff (2004), Freenstra (2004) et Bergstrand et al. (2007). Leur points communs, en plus de se baser sur les modèles de concurrence monopolistique ³, est d'utiliser une fonction d'utilité à élasticité de substitution constante (CES) pour expliquer les flux des échanges. Ces derniers sont une fonction des revenus de l'importateur et de l'exportateur, du coût de commerce bilatéral et de leurs indices de prix.

Soit un consommateur représentatif dans le pays j , qui répartit ces dépenses entre toutes les variétés de biens, afin de maximiser sa fonction d'utilité de type CES, qui s'écrit comme suit :

$$U_j = \left(\sum_{i=1}^I n_i (c_{ij})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

Où le c_{ij} représente la consommation de j pour chaque variété produite par i , n_i est le nombre de variété produites par i et σ correspond à l'élasticité de substitution entre les biens. En supposant que chaque firme produise une variété unique, le nombre de variétés est égal au nombre de firmes. Quant à la contrainte budgétaire des consommateurs, elle est donnée via la l'expression suivante :

$$s/c \sum_{i=1}^I P_{ij} n_i c_{ij} = Y_j \quad (2)$$

Où Y_j est le revenu de l'importateur j et P_{ij} est le prix d'importation *c.a.f.* des biens exportés par i et importés par j .

La différence de prix entre le marché d'importation et le pays d'exportation, résulte de l'existence des coûts de commerce, qui traditionnellement sont représentés par un coût de type *iceberg*. Étant donné que ce coût est un pourcentage

2. Cette part de marché prend en compte la flotte disponible ainsi que les commandes des nouveaux navires. La source de ces données provient du rapport final de Commission Européenne intitulé "The application of competition rules to liner shipping", 26 octobre 2005, page 24.

3. Excepté le modèle d'Anderson et Wincoop (2003) où le paramètre de distribution (β_i) est exogène. Ce paramètre représente la part des importations en provenance de j , dans la consommation du pays i .

de la valeur du bien, il est plus à même de représenter les barrières tarifaires que les coûts de transport. Ainsi, nous ajoutons un taux de fret à l'équation du prix d'importation c.a.f. qui devient :

$$P_{ij} = P_i t_{ij} + f_{ij} \quad (3)$$

À partir de la maximisation de l'utilité [équation 1](#) sous contrainte budgétaire [équation 2](#), nous obtenons la demande de consommation dans le marché j , pour les biens fabriqués par chaque firme n_i dans le pays i . Dès lors, la demande totale (q_{ij}) des importations de j en provenance de i s'écrit :

$$q_{ij} = n_i c_{ij} = n_i \frac{Y_j}{P_j} \left(\frac{P_i t_{ij} + f_{ij}}{P_j} \right)^{-\sigma} \quad (4)$$

$$P_j = \left(\sum_i^N n_i (P_{ij})^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

La demande pour chaque pays producteur va dépendre entre autres du nombre de variétés produites. Pour éliminer le terme n_i de l'équation [équation 4](#), nous supposons que le nombre de variétés produites par i est proportionnel à la part de son revenu par rapport au revenu mondial⁴. Ainsi l'équation [4](#) peut être reformulée de la manière suivante :

$$q_{ij} = \frac{s_i Y_j}{P_j} \left(\frac{P_i t_{ij} + f_{ij}}{P_j} \right)^{-\sigma} ; \text{ avec } s_i = \frac{Y_i}{Y_w} \quad (5)$$

Pour obtenir l'équation de demande d'importation en valeur, il suffit de multiplier les deux côtés de l'équation [5](#) par le terme P_{ij} et la nouvelle équation de demande d'importation peut s'exprimer comme suit :

$$X_{ij} = P_i q_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y_w} \left(\frac{P_i t_{ij} + f_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (6)$$

D'après cette équation, la valeur des biens produits par i et importée par j

4. Dans une structure de concurrence monopolistique, le terme n_i devient endogène (Baier et Bergstrand, 2001, Freenstra, 2004 et Bergstrand et al., 2007).

(X_{ij}) dépend de la part du produit de leurs revenus (Y_i, Y_j) par rapport au revenu mondial (Y_w) , de l'indice de prix CES (P_j) et du prix d'importation *c.a.f.* qui prend en compte le prix du bien dans le marché d'origine (P_i) , les barrières tarifaires (t_{ij}) ainsi que le taux de fret (f_{ij}) . Cette équation, montre que les flux des échanges bilatéraux (en valeur comme en volume) sont une fonction décroissante des barrières tarifaires et des coûts de transport.

Secteur de transport : Nous supposons que le secteur de transport maritime comprend un ensemble de n firmes ($n = 1, \dots, N$) avec ($n \geq 2$), qui produisent un service homogène, noté q_{ijk} , qui représente les quantités transportée par chaque firme k (avec $k \in N$) sur un itinéraire donné. Quant à l'offre globale, elle correspond à la somme de ces offres individuelles ($\bar{Q}_{ij} = \sum_{k=1}^N q_{ijk}$). Par ailleurs, chaque firme est supposée avoir une même fonction de coûts, qui s'exprime de la manière suivante :

$$CT(q_{ijk}) = \psi + \omega q_{ijk} \quad (7)$$

Où les termes ψ et ω représentent respectivement les coûts fixes et variables, supportés par la firme représentative pour transporter un volume q_{ijk} donné, entre la région d'exportation i et le marché d'importation j . Pour simplifier l'écriture q_{ijk} et \bar{Q}_{ij} seront notés respectivement q_k et \bar{Q} .

De plus, nous supposons que les firmes se livrent à une concurrence à la Cournot, et qu'elles anticipent parfaitement la demande de transport (l'équation 5), qui peut être reformulée sous forme de fonction inverse.

$$f_{ij} = \left(\frac{\bar{Q} P_j^{1-\sigma}}{s_i Y_j} \right)^{\frac{-1}{\sigma}} - P_i t_{ij} \quad (8)$$

À partir de la fonction des coûts (équation 7) et de l'équation de demande (équation 8), nous pouvons donner l'expression du programme de maximisation du profit d'une firme de transport représentative :

$$\begin{cases} \max_{q_k} (f_{ij} q_k - \psi + \omega q_k) \\ \text{s.c. } f_{ij} = \left(\frac{\sum_k q_k P_j^{1-\sigma}}{Y_j s_i} \right)^{\frac{-1}{\sigma}} - P_i t_{ij} \end{cases} \quad (9)$$

En substituant la contrainte de demande dans l'objectif de cette firme, la condition de premier ordre de la maximisation de son profit est telle, que la dérivée

première du profit par rapport q_k s'annule :

$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_k} = 0 \Rightarrow \left(\frac{\sum_{k=1}^N q_k P_j^{1-\sigma}}{s_i Y_j} \right)^{-1/\sigma} - \frac{q_k}{\sigma \sum_{k=1}^N q_k} \left(\frac{\sum_{k=1}^N q_k P_j^{1-\sigma}}{s_i Y_j} \right)^{-1/\sigma} = P_i t_{ij} + \omega \quad (10)$$

Les firmes étant toutes identiques, nous pouvons donc poser que la part de marché ($q_k / \sum_{k=1}^N q_k$) est inversement proportionnelle au nombre de firmes actives sur le marché ($(1/N)$). Ainsi, [équation 10](#) peut être reformulée de la manière suivante :

$$\left(1 - \frac{1}{\sigma N} \right) \left(\frac{q_k + \sum_{m \neq k}^N q_m P_j^{1-\sigma}}{Y_j s_i} \right)^{-1/\sigma} = P_{ij} + \omega \quad (11)$$

Nous pouvons donc en déduire la fonction de réaction de la firme k ([équation 12](#)), qui fixe son niveau de production compte tenu de la production de ses concurrentes. Quant à l'offre d'équilibre de marché, elle correspond à la somme de ces N offres individuelles ([équation 13](#)).

$$q_k^* = Y_j s_i P_j^{\sigma-1} \left(\frac{\sigma N (P_i t_{ij} + \omega)}{\sigma N - 1} \right)^{-\sigma} - \sum_{m \neq k}^N q_m \quad (12)$$

$$\bar{Q}^* = \sum_{k=1}^N q_k^* = Y_j s_i P_j^{\sigma-1} \left(\frac{\sigma N (P_i t_{ij} + \omega)}{\sigma N - 1} \right)^{-\sigma} \quad (13)$$

En substituant à [l'équation 13](#) le terme représentant l'offre globale dans la fonction de demande inverse ([équation 8](#)), nous déduisons le prix de transport optimal :

$$f_{ij}^* = \theta \omega + \tau P_i t_{ij} \quad (14)$$

$$\text{avec } \theta = \frac{\sigma N}{\sigma N - 1} \text{ et } \tau = \frac{1}{\sigma N - 1}$$

L'équation de taux de fret optimal s'avère identique à celle obtenue par ([Hummels et al., 2009](#)). Cette équation se compose de deux parties, dont la première

correspond au produit entre le coût marginal (ω) et le *mark-up* (θ). Cette première partie est celle généralement utilisée par la littérature empirique sur les déterminants des coûts de transport. Toutefois, le *mark-up* dans cette équation dépend explicitement du nombre de firmes (N) présentes sur la route maritime reliant la région de l'importateur à celle de l'exportateur. Cette équation montre que les taux de marge sont inversement proportionnels au nombre de firmes et que de ce fait, le profit individuel se dilue à mesure que le nombre de firmes actives sur le marché (N) augmente.

La deuxième partie de cette équation, indique qu'en plus du coût marginal (ω) et du *mark-up* (θ), le taux de fret dépend de la valeur du bien importé. Deux interprétations différentes : la première peut être vue comme le coût d'assurance, qui dans la littérature empirique est représenté par la variable de la valeur du produit par unité de poids, dont le coefficient est positif. La deuxième possibilité est de l'interpréter comme une prime pour prestation d'un service de qualité. En effet, le service de transport n'est pas homogène et il existe différentes demandes selon les caractéristiques des biens et des besoins du client. Cette prime peut s'expliquer, par le fait que le consentement à payer pour un service de qualité, augmente avec la valeur du produit. En ce qui concerne le prix *c.a.f.* d'équilibre, il peut être obtenu en remplaçant le taux de fret dans l'équation 3, par son expression d'équilibre (l'équation 14).

$$P_{ij}^* = \theta(\omega + P_i t_{ij}) \quad (15)$$

Pour déterminer l'équation de commerce bilatéral en valeur, il suffit soit de multiplier les quantités optimales échangées (l'équation 13) par le prix *c.a.f.* d'équilibre (l'équation 15).

$$X_{ij}^* = P_{ij}^* \bar{q}^* = \frac{Y_i Y_j}{Y_w} \left(\frac{\theta(P_i t_{ij} + \omega)}{P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (16)$$

À l'instar de l'équation 6, cette équation comprend des facteurs d'incitation et de résistance à l'échange. Pour le premier groupe, nous avons le revenu de l'importateur (Y_j), la part de la production de l'exportateur sur la production mondiale (s_i), ainsi que l'indice des prix de tous les biens importés dans le marché du pays j . Quant au deuxième groupe, il correspond au prix *c.a.f.* d'équilibre (équation 16). Par conséquent, les flux de commerce entre i et j , décroissent en fonction des coûts de production du bien produit par le partenaire, des barrières tarifaires bilatérales, des coûts marginaux du transport et le taux de marge.

3 APPROCHE ÉCONOMÉTRIQUE ET SOURCES DES DONNÉES

3.1 spécification et sources des données

Le modèle théorique présenté précédemment a montré que la demande d'importation bilatérale dépend du coût marginal et du taux de marge des firmes de transport. Toutefois, l'équation 16 ne peut être estimée directement, puisque nous ne disposons pas des informations pour l'ensemble des paramètres. Ainsi, nous adoptons une stratégie qui consiste à estimer l'équation gravitationnelle augmentée des variables de contrôle (contiguïté, similitudes culturelles), dans laquelle nous introduisons la variable de taux de fret. En ajoutant un indice t pour représenter la dimension temporelle, nous avons l'équation empirique de gravité augmentée de la variable de taux de fret :

$$\begin{aligned} \ln X_{ijt} &= \delta_1 \ln Y_{it} + \delta_2 \ln Y_{jt} + \delta_3 \ln d_{ij} + \delta_4 \ln f_{ijt} + \delta_5 A_{ij} + \delta_6 \ln g_{ij} + \delta_7 \ln col_{ij} + \omega_{ijt} \\ \text{avec } \omega_{ijt} &= \lambda_t + \alpha_{ij} + \varepsilon_{ijt} \end{aligned} \quad (17)$$

Où la variable dépendante ($\ln X_{ijt}$) correspond au logarithme de la valeur des importations en dollars américains entre les pays i et j à la période t . Les données pour la variable dépendante ont été collectées auprès de la base de données *COMTRADE*. En ce qui concerne le PIB du pays importateur (Y_{it}) et celui du pays exportateur (Y_{jt}), les données proviennent de la Banque mondiale. Au niveau de la distance bilatérale ainsi qu'à celui des variables dichotomiques de contiguïté, mais aussi des liens historiques et culturels, la source utilisée est la CEPPII.

La variable relative au coût de transport (f_{ijt}) correspond au prix pour transporter un conteneur standard de 20 pieds depuis le port d'origine jusqu'au port de destination. Cette variable est exprimée en dollars américains et a été collectée auprès d'un des principaux armements de lignes régulières.

Pour analyser les effets indirects, nous remplaçons la variable de taux de fret par les variables relatives au type de service, à la capacité offerte par les armements ainsi qu'aux infrastructures portuaires. Dès lors, nous avons l'équation empirique de gravité augmentée des facteurs explicatifs du taux de fret :

$$\begin{aligned} \ln X_{ijt} &= \eta_1 \ln Y_{it} + \eta_2 \ln Y_{jt} + \eta_3 \ln d_{ij} + \eta_4 \ln K_{ij} + \eta_5 A_{ij} + \eta_6 \ln g_{ij} + \eta_7 \ln col_{ij} + \omega_{ijt} \\ \text{Avec } K_{ij} &= S_{ij}, C_{ij}, N_{ij}, H_{ij}, PI_{i(j)} \end{aligned} \quad (18)$$

Où le terme K_{ij} est un vecteur de variables que nous cherchons à tester, parmi lesquelles figurent le type de service (S_{ij}), les caractéristiques de l'offre de transport (C_{ij}), l'intensité de la concurrence sur routes maritimes (N_{ij}, H_{ij}) et les infrastruc-

tures portuaires ($PI_{i(j)}$).

Le type de service de transport (S_{ij}) est représenté par la variable relative au nombre de transbordements qui, en plus d'augmenter le taux de fret, influence le temps de transport, lequel est une entrave aux échanges. Les caractéristiques de l'offre (C_{ij}) sont captées par les variables de capacité offerte en termes d'EVPs, alors que l'intensité de la concurrence sur les différentes routes maritimes (N_{ij}) est représentée par le nombre de firmes actives et par l'indice de concentration de marché (H_{ij}).

Enfin, les termes PI_i et PI_j représentent respectivement les indices de dotation en infrastructure de l'importateur et de l'exportateur. Pour obtenir ces indices, quatre variables ont été utilisées : la superficie totale du port, la capacité de stockage, la longueur totale de quai et le nombre de portiques. Comme ces quatre variables sont fortement corrélées, nous utilisons la méthode de l'analyse factorielle principale (PFA) pour estimer un indice d'infrastructure pour les ports.

Les informations sur les caractéristiques de l'offre de transport, sur la structure de marché et sur les infrastructures portuaires ont été collectées sur la base de données *Containerisation International*.

3.2 Les différentes composantes du taux de fret

Le taux de fret se compose d'un taux de fret de base et des surcharges. La première composante correspond au coût associé au transport sur le segment mer. Ce prix varie selon le type de conteneurs (20 pieds, 40 pieds, secs, réfrigérés) et, généralement, est fixé pour toute une année. Pour établir ce tarif, les firmes de transport prennent en compte l'ensemble des caractéristiques de l'itinéraire et notamment celles liées à la demande. De ce fait, cette composante ne peut être considérée comme exogène.

Quant aux surcharges maritimes, elles visent à se couvrir des coûts non pris en compte dans le taux de fret de base. Ces surcharges sont très nombreuses, dont les plus importantes sont le *facteur d'ajustement de fuel* (BAF) et les frais de manutention portuaire par conteneur (ports d'origine et de destination).

Le *facteur d'ajustement de fuel* (BAF) correspond au supplément de tarif lié aux fluctuations du prix de soute. Dès lors, ce facteur varie non seulement en fonction du prix, mais également selon la consommation de carburant qui dépend de la distance et des caractéristiques des navires en termes de taille et de performance. étant donné que la distance est déjà contrôlée dans le modèle de gravité, cette variable peut capter une partie des économies d'échelle.

Quant aux frais de manutention portuaire, ils englobent les charges de réception des navires et ceux liés aux (dé)chargements des conteneurs. Cette surcharge devrait affecter négativement les flux de commerce, puisque plus ces charges sont élevées et plus les coûts de commerce sont importants. Cependant, la qualité du

service portuaire est conditionnée par la performance des équipements spécifiques, notamment pour la phase de manutention des cargaisons, qui joue un rôle essentiel dans le temps passé au port. Dès lors, pour améliorer la qualité de ce service, les autorités portuaires doivent réaliser des investissements importants, qui se répercutent sur ces tarifs. Ainsi, le signe du coefficient estimé de cette variable permettra de déterminer l'effet dominant entre le coût et la qualité du service portuaire.

La multiplication des surcharges tarifaires est une manière, pour les armements de lignes régulières, de réaliser des marges sur des services autres que ceux liés au transport au sens strict. C'est notamment le cas des charges liées au passage en douane ou à la gestion des documents. Ainsi, ces coûts ont pour effet d'augmenter le tarif de transport, sans pour autant améliorer la qualité du service.

Dans le [Tableau 1](#), le taux de fret est décomposé en taux de fret océanique et en surcharges maritimes, dont les parts sont à peu près équivalentes. Toutefois, ces parts varient en fonction de la direction du voyage, puisque le BAS représente près de 60% du taux de fret appliqué par cette firme, sur les trajets à destination de l'Europe, contre seulement 43% pour les trajets retours. Concernant les surcharges, elles ont été décomposées à leur tour, et il s'avère que les principales composantes sont le facteur d'ajustement de fuel et les charges portuaires. Nous constatons également que les charges liées à des services annexes, représentent plus d'un quart des surcharges maritimes.

TABLE 1 – Décomposition du taux de fret

	Taux de fret		Surcharges			
	BAS	Surcharges	BAF	Charges portuaires	Documents	Autres
Moyenne	1112.57	930.48	389.42	277.05	69.34	194.66
Ecart type	578.59	318.76	202.16	93.41	25.12	222.99
Pourcentage	51,1 %	48,9 %	41,4 %	31,9 %	8,2 %	18.5 %

Sources des données : élaboré par l'auteur à partir des données fournies par l'armement de ligne régulière Maersk.

3.3 *Relation entre coût de transport et commerce*

La relation étroite entre les coûts de transport et le commerce pose le problème d'endogénéité, lié à la double causalité entre ces deux facteurs.

D'un côté, le modèle théorique de gravité montre que le commerce bilatéral est une fonction décroissante des barrières aux échanges, dont les coûts de transport sont l'une des principales composantes.

D'un autre côté, le transport maritime se caractérise par l'importance des économies d'échelle, qui résulte de la part prédominante des coûts fixes dans ce secteur. Ainsi, le coût du transport est une fonction décroissante par rapport à celle du volume à transporter. Cette double causalité est mise en avant par la littérature comme source potentielle d'endogénéité (Martínez-Zarzoso et Suárez-Burguet, 2005; Korinek et Sourdin, 2009; Kumar et Hoffmann, 2002; Limão et Venables, 2001).

La première stratégie pour traiter le problème d'endogénéité, consiste à vérifier si celui-ci peut être attribué à une composante spécifique du taux de fret. Aussi, une analyse détaillée des différentes composantes du taux de fret sera réalisée, afin d'identifier les sources potentielles d'endogénéité et d'estimer par la suite le modèle de gravité augmenté des composantes exogènes. La deuxième stratégie consistera à estimer à l'aide des variables instrumentales, lesquelles permettent de prédire convenablement le taux de fret et de corriger le problème de corrélation entre cette variable endogène et les résidus de l'équation structurelle. Toute la difficulté réside dans l'identification d'instruments répondant à ces deux critères.

La solution retenue dans cette analyse consiste à utiliser le facteur d'ajustement de fuel comme instrument du taux de fret, puisque ce facteur est lié à des chocs externes et de ce fait, n'affecte les flux de commerce que par le biais des coûts de transport. De plus, ce facteur varie non seulement selon le prix du fuel, mais également selon la consommation de carburant qui dépend des caractéristiques des navires en termes de taille et de performance. En cela, cette surcharge a l'avantage de capter une partie des économies d'échelle.

3.4 Approche économétrique

L'équation empirique du modèle gravitationnel (équation 17) peut être reformulée de la manière suivante :

$$y_{st} = X_{st}\beta_1 + Z_s\beta_2 + \alpha_s + \varepsilon_{st} \quad (19)$$

Où s est l'indice relatif aux paires de pays et où t représente la période. Cette équation comprend des variables ayant une composante temporelle (X_{st}) et des variables invariantes dans le temps (Z_s). De plus, certaines de ces variables peuvent être endogènes si elles sont corrélées avec les effets spécifiques (v_s). Dans ce cas, le modèle à effets aléatoires devient biaisé et pour obtenir des coefficients pour les variables invariantes, il faut utiliser des procédures d'estimation telles que celles de Hausman-Taylor.

Lorsque les régresseurs sont corrélés avec la perturbation aléatoire (ε_{st}), le recours à des instruments externes aux modèles devient alors nécessaire pour ré-

soudre le problème d'endogénéité. équation 19 peut être reformulée de la manière suivante :

$$y_1 = W_1\gamma_1 + u_1 \quad (20)$$

Avec $W_1 = [X, Z]$ et $\gamma_1[\delta^1, \theta^1]$

Soit une équation structurelle d'un modèle d'équations simultanées où y_1 est la variable endogène que l'on cherche à expliquer. X_1 est l'ensemble de g_1 variables explicatives endogènes et Z , l'ensemble des variables exogènes dans le système. Ces dernières peuvent se décomposer en deux groupes (avec $Z = [Z_1, Z_2]$), qui représentent respectivement les k_1 variables incluses et les k_2 variables exclues de l'équation structurelle (Baltagi, 2008, pp.121 - 129).

étant donné que X dépend de y_1 et que cette dernière est une fonction de u_1 , alors l'hypothèse d'absence de corrélation entre les variables explicatives et les résidus est invalidée, ce qui implique que le coefficient γ_1 estimé par MCO dévient biaisé.

Ce problème peut toutefois être contourné par le recours aux variables instrumentales, qui revient à utiliser des variables externes à l'équation structurelle (Z_2) comme des instruments des explicatives endogènes (X). Ainsi, l'équation 8 peut être reformulée de la manière suivante :

$$\ddot{y}_1 = \ddot{W}_1\gamma_1 + \ddot{u}_1 \quad (21)$$

Pour le modèle de double moindre carré par effets fixes, les termes \ddot{y}_1 , \ddot{W}_1 et \ddot{u}_1 ont des éléments typiques respectivement égaux à $\tilde{y}_{1it} = y_{1it} - \bar{y}_{1i}$, $\tilde{W}_{1it} = W_{1it} - \bar{W}_{1i}$ et à $\tilde{u}_{1it} = u_{1it} - \bar{u}_{1i}$. Dans le cas du double moindre carré par effets aléatoires, les éléments typiques sont $y_{1it}^* = (y_{1it} - \theta\bar{y}_{1i}) / \sigma_{\varepsilon_{11}}$, $W_{1it}^* = (W_{1it} - \theta\bar{W}_{1i}) / \sigma_{\varepsilon_{11}}$ et $u_{1it}^* = (u_{1it} - \theta\bar{u}_{1i}) / \sigma_{\varepsilon_{11}}$, avec $\theta = 1 - (\sigma_{\varepsilon_{11}} / \sigma_{11})$. Ainsi, le paramètre γ_1 estimé par double moindre carré, par effets fixes et aléatoires, correspondent respectivement aux équations 10 et 11 :

$$\hat{\gamma}_1^{FE} = \left(\tilde{W}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{W}_1 \right)^{-1} \tilde{W}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{y}_1 \quad (22)$$

$$\hat{\gamma}_1^{RE} = \left(W_1^{*'} P_{X^*} W_1^* \right)^{-1} W_1^{*'} P_{X^*} y_1^* \quad (23)$$

Pour que le paramètre $\hat{\gamma}_1^{FE, RE}$ estimé par la méthode des variables instrumentales soit consistant, ces instruments doivent satisfaire à trois conditions. Tout d'abord, ils doivent répondre à la condition d'identification qui implique que le

nombre d'instruments externes (k_2) soit au moins égal au nombre des régresseurs endogènes (g_1). La deuxième condition impose que la matrice $W'PXW^5$ soit de plein rang, pour que $\hat{\gamma}_1^{FE, RE}$ puisse être identifié. Cette condition peut être interprétée en termes de corrélation entre les instruments et les explicatives endogènes. Enfin, les instruments externes doivent satisfaire à la condition d'orthogonalité entre eux et les résidus de l'équation structurelle.

Afin de vérifier que les instruments répondent à ces trois critères, plusieurs tests seront effectués. Tout d'abord le test d'exogénéité, qui est basé sur la statistique C. Cette dernière teste la condition d'orthogonalité pour l'ensemble de g_1 variables explicatives endogènes. Dans le cas de rejet de l'hypothèse nulle, le coefficient γ_1 estimé par MCO se trouve biaisé.

La condition de plein rang est vérifiée par les tests de Cragg-Donald et par Kleibergen et Paap (2006), pour lesquelles les hypothèses nulles supposent la nullité jointe des coefficients des instruments externes dans l'équation réduite. Le test de Stock et Yogo (2005) sera également réalisé afin de vérifier si les instruments sont fiables. L'hypothèse nulle sera rejetée si la statistique de Cragg-Donald⁶ s'avère supérieure aux valeurs critiques, calculées par Stock et Yogo (2005) pour différents taux de rejet⁷.

Enfin, la condition d'exogénéité des instruments externes dans l'équation structurelle sera vérifiée par le test d'exclusion, dont l'hypothèse est la nullité jointe des coefficients des instruments externes dans l'équation structurelle. Le rejet de l'hypothèse nulle amènera à remettre en cause la validité de ces instruments.

4 RÉSULTATS DES ESTIMATIONS ET INTERPRÉTATIONS

Cette partie est dédiée aux estimations et à l'interprétation des résultats. Dans un premier temps, le taux de fret est introduit dans le modèle de gravité et cette variable est traitée comme exogène. Dans un deuxième temps, une analyse détaillée de l'influence des différentes composantes du taux de fret sur le commerce sera présentée. Dans un troisième temps, le modèle de gravité sera estimé à l'aide des variables instrumentales, afin de prendre en compte le problème d'endogénéité de cette variable. Enfin, la dernière partie vise à estimer l'équation gravitationnelle augmentée des variables relatives à la qualité du service de transport.

5. Dans le cas des effets fixes, cette matrice est telle que : $\tilde{W}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{W}_1$; et dans le cas des effets aléatoires, elle est égale à $W_1^{*'} P_{X^*} W_1^*$.

6. En présence d'hétéroscédasticité, Baum *et al.* (2007) recommandent de remplacer la statistique de Cragg-Donald par celle de Kleibergen et Paap.

7. Pour plus de détails sur ces tests, se référer à l'article de Baum *et al.* (2007)

4.1 Effets direct des coûts de transport sur le commerce

Équation de gravité avec coût de transport exogène : Cette partie vise à estimer le modèle de gravité augmenté de la variable des coûts de transport conteneurisé, et à analyser les résultats des estimations effectuées à l'aide des effets aléatoires et des effets fixes, lesquels sont présentés dans le [tableau 2](#).

En premier lieu, il apparaît que les effets des revenus de l'importateur et de l'exportateur sur les échanges sont statistiquement significatifs et de signe attendu. De plus, nous constatons que les importations bilatérales sont moins sensibles au PIB domestique que ceux des pays partenaires. Le signe négatif du coefficient de la distance indique que le commerce se contracte avec l'éloignement du partenaire, même si l'élasticité est inférieure à sa valeur unitaire de référence. Parmi les variables dichotomiques, seule la frontière commune est statistiquement significative⁸.

En ce qui concerne le taux de fret, son impact sur le commerce est quasi nul, ce qui nous amène à nous interroger sur les raisons de cette absence d'effets. Trois explications peuvent être avancées :

La première tient en ce qu'il se pourrait que ces données ne soient pas représentatives des coûts de transport, ou que le taux de fret publié par cette compagnie ne soit pas représentatif de celui appliqué dans le secteur des lignes régulières, ou, enfin, qu'elles ne concernent que le mode de transport conteneurisé.

Cet argument peut toutefois être écarté, du fait que ces données proviennent de la principale firme de lignes régulières, que nous nous soyons focalisés sur les échanges longue distance et que le transport conteneurisé joue un rôle majeur dans ce type de commerce.

La contribution limitée du taux de fret dans la variance des flux de commerce pourrait également s'expliquer par le fait que l'essentiel des effets des coûts de transport soit déjà capté par la variable de la distance. Toutefois, plusieurs études ont montré que la distance était une mauvaise proxy des coûts de transport [Martínez-Zarzoso et Nowak-Lehmann \(2007\)](#). Or, comme ces coûts sont l'une des principales barrières aux échanges, cet argument semble peu réaliste.

Enfin, la non-significativité du taux de fret peut résulter de l'interaction de différents effets, et notamment de celui exercé par le déséquilibre des flux de commerce sur le taux de fret, ainsi que par l'effet ambivalent de la distance sur les coûts de transport.

D'un côté, les firmes de transport doivent faire face à des coûts importants, à commencer par ceux liés à la consommation de carburant qui est une fonction croissante de la distance. De l'autre, les économies d'échelle étaient mieux exploitées sur les longues distances, grâce notamment au recours à des navires de très

8. La variable de frontière commune prend la valeur unitaire uniquement pour deux paires de pays (France - Espagne et France - Italie).

TABLE 2 – Estimations des importations bilatérales avec des coûts de transport exogènes

	Modèle 1 EA	Modèle 2 EF	Modèle 3 EA	Modèle 4 EA	Modèle 5 EA
Log PIB importateur	0.502*** (0.075)	0.434 (0.293)	0.350*** (0.108)	0.689*** (0.097)	0.500*** (0.075)
Log PIB exportateur	0.871*** (0.021)	0.718*** (0.207)	0.867*** (0.030)	0.860*** (0.026)	0.860*** (0.021)
Log distance	-0.625*** (0.045)		-0.541*** (0.070)	-0.722*** (0.056)	-0.724*** (0.052)
Frontière commune	0.515*** (0.118)		0.566*** (0.171)	0.472*** (0.157)	0.511*** (0.118)
Langue commune	0.258 (0.263)		0.122 (0.394)	0.412 (0.322)	0.278 (0.260)
Ancienne colonie	0.179 (0.221)		0.250 (0.333)	0.118 (0.268)	0.173 (0.219)
Taux de fret	0.003 (0.060)	-0.041 (0.064)	0.056 (0.082)	-0.270*** (0.088)	
Taux de fret par mille nautique					-0.154*** (0.048)
Constante	-10.625*** (2.270)	-9.843 (10.471)	-7.197** (3.213)	-12.905*** (3.001)	-8.813*** (2.283)
	1128	1128	564	564	1128
R^2	0.822	0.7712	0.802	0.862	0.825
LM	476.94***				474.38***
Hausman : χ^2 [4]		2.14			
C statistique : χ^2 [1]					2.800
P-valeur					0.0943

Lecture : Erreurs standards robustes entre parenthèses. Cluster au niveau des paires de pays ***, **, *, significativement différent de 0 à respectivement 1 %, 5 % et 10 %. Les modèles 1, 3, 4 et 5 sont estimés par effets aléatoires et le modèle 2 par effets fixes. Le modèle 3 correspond uniquement aux flux des importations européennes, et le modèle 4 aux flux des exportations. Dans le modèle 5, le taux de fret est divisé par la distance maritime.

grandes tailles. En effet, ces navires sont déployés prioritairement sur les routes maritimes reliant l'Europe à l'Extrême-Orient, qui se caractérisent par une très forte demande et par des trajets de longues distances. En conséquence de quoi, cette variable telle qu'introduite dans le modèle, ne permet pas de distinguer si un faible taux de fret est dû à la courte distance du trajet où à une meilleure exploitation des économies d'échelle.

Par ailleurs, les taux de fret variaient aussi selon le sens du trajet. La raison provient de l'importance du déficit commercial de l'Europe vis-à-vis de ses principaux partenaires, qui oblige les firmes de transport à faire face aux problèmes des retours à vide des conteneurs. Généralement cela se traduit par des ristournes accordées sur le sens du voyage ayant un excès de capacité, et par une compensation de ces pertes de recette par une hausse du taux de fret sur le sens inverse du trajet. En cela, l'effet bénéfique des économies d'échelle censé aboutir à une réduction des coûts de transport, peut être neutralisé par une hausse du taux de fret induite par un excédent substantiel des importations par rapport aux exportations.

Raisons pour lesquelles l'effet du transport est quasi-nul : Le modèle de gravité a été estimé séparément pour les exportations et les importations, afin d'isoler l'effet sur le commerce induit par les écarts de tarif entre trajets aller et trajets retour. D'après les résultats de ces estimations, il s'en dégage deux principaux constants : le premier a trait aux écarts entre les élasticités revenues de l'importateur et celles liées aux exportateurs, écarts qui sont plus importants dans le modèle ne prenant en compte que les flux de commerce à destination de l'Europe (modèle 3).

Le coefficient relativement faible du PIB de l'importateur dans le modèle 3 met en lumière une certaine homogénéité dans la capacité d'absorption des importations émanant de ces pays européens, du fait que leurs revenus *per capita* soient relativement proches. La valeur de ce coefficient est près de deux fois plus élevée dans le modèle 4, ce qui peut être expliqué par la forte hétérogénéité du PIB des pays partenaires.

Le deuxième constant est marqué, d'une part, par l'effet de la distance qui est plus faible dans le modèle des flux des importations européennes, mais également par le coefficient du taux de fret, positif pour le modèle 3 et négatif et significatif pour le modèle 4. Ces résultats suggèrent que les importations européennes semblent moins pénaliser les partenaires relativement éloignés dont les coûts de transport sont plus élevés.

Au sein de notre échantillon, les pays qui conjuguent ces deux aspects et qui parviennent à exporter massivement vers ces marchés, sont principalement les pays asiatiques. En effet, ces derniers ont une politique de prix à l'exportation assez agressive, ce qui compense largement les coûts de transports relativement élevés.

En poussant plus loin le raisonnement, on note que c'est cette forte capacité des pays asiatiques à exporter vers les marchés européens qui est à l'origine du déséquilibre directionnel des flux de commerce et donc de la hausse du taux de fret aller par rapport à celui du retour.

Concernant le modèle 4, il en ressort que le coefficient du taux de fret est négatif, statistiquement significatif et de forte ampleur, ce qui indique que les coûts de transport jouent un rôle important dans les exportations européennes. Par ailleurs, ces exportateurs bénéficient de taux de fret anormalement faibles sur les routes dont l'excès de capacité est trop important. Cela a pour effet que les ristournes accordées aux exportateurs européens sont financées par les consommateurs de ce même continent, puisque ces derniers supportent en grande partie des charges liées au repositionnement des conteneurs vides.

L'effet négatif des coûts de transport sur le commerce est amoindri du fait que les économies d'échelle soient atténuées par les coûts supplémentaires liés à la distance, et d'autre part par le fait que le déséquilibre commercial ait pour effet d'augmenter le taux de fret sur la direction du trajet ayant un excès de demande par rapport à l'offre. Au vu de ces résultats, l'étape suivante visera donc à analyser comment les différences émanant des itinéraires au niveau de l'exploitation des économies d'échelle, affectent les flux de commerce. Dans cette perspective, nous utilisons une variable de coût de transport permettant la comparaison entre pays, indépendamment de la distance qui les sépare, étant donné que cette distance est déjà prise en compte dans le modèle de gravité.

Ainsi, dans le modèle 5, le taux de fret est-il divisé par la distance maritime, et le résultat de l'estimation dévoile que les coefficients des variables de revenus, et ceux des indicatrices, sont identiques à ceux obtenus dans le modèle 1, alors que pour la distance, son élasticité est plus élevée que celle obtenue dans le modèle 1.

Concernant la variable de taux de fret exprimé en US dollars par mile nautique, son coefficient estimé est de signe négatif, statistiquement significatif et avec une élasticité de moins 0.15. Par conséquent, un tarif plus élevé pour un même type de service de transport affecte négativement le commerce bilatéral.

Afin de choisir entre les modèles à effets aléatoires et ceux à effets fixes, le test de Hausman est appliqué et donne une statistique 2.14, qui est distribuée comme une $\chi^2[4]$ et qui est non significative. En conséquence de quoi, l'hypothèse nulle selon laquelle le modèle à effets aléatoires est consistant ne peut être rejetée.

Décomposition des surcharges et leur effet sur les flux de commerce

Pour mieux comprendre la relation entre le taux de fret et le commerce, nous allons réaliser une analyse détaillée sur l'influence de chaque composante du taux de fret sur les flux d'importation. Les résultats de ces estimations sont présentés dans le [tableau 3](#).

TABLE 3 – Influence des composantes du taux de fret sur le commerce bilatéral

	Modèle 6	Modèle 7	Modèle 8	Modèle 9	Modèle10	Modèle11
	EA	EF	EA	EF	EA	EF
Log PIB importateur	0.502*** (0.075)	0.424 (0.290)	0.506*** (0.075)	0.432 (0.287)	0.500*** (0.075)	0.442 (0.306)
Log PIB exportateur	0.873*** (0.021)	0.721*** (0.208)	0.873*** (0.020)	0.734*** (0.208)	0.863*** (0.021)	0.725*** (0.214)
Log distance	-0.626*** (0.044)		-0.592*** (0.046)		-0.618*** (0.045)	
Frontière commune	0.510*** (0.117)		0.544*** (0.123)		0.526*** (0.121)	
Langue commune	0.255 (0.262)		0.254 (0.263)		0.282 (0.261)	
Ancienne colonie	0.179 (0.222)		0.178 (0.222)		0.165 (0.221)	
Taux de fret de base	0.020 (0.024)	0.013 (0.019)				
Log Surcharges			-0.167*** (0.064)	-0.204*** (0.074)		
Log BAF					-0.026 (0.022)	-0.018 (0.023)
Log charge port					0.107* (0.064)	0.054 (0.074)
Log frais documents					-0.079** (0.036)	-0.056 (0.042)
Constante	-10.774*** (2.269)	-10.026 (10.478)	-9.941*** (2.284)	-9.144 (10.298)	-10.529*** (2.266)	-10.516 (10.852)
Observations	1128	1128	1128	1128	1128	1128
R^2	0.822	0.770	0.822	0.776	0.823	0.772
rmse	0.237	0.168	0.235	0.166	0.237	0.167
Hausman : χ^2 [n]		0.99		2.72		4.58

Lecture : Erreurs standards robustes entre parenthèses. Cluster au niveau des paires de pays ***, **, *, significativement différent de 0 à respectivement 1%, 5% et 10%. Les modèles 6, 8 et 10 sont estimés par effets aléatoires, et les modèles 7, 9 et 11 par effets fixes.

Tout d'abord, nous constatons que le coefficient de la variable BAS est positif, ce qui s'explique par le fait que cette composante prend en compte le supplément de tarif lié aux déséquilibre directionnel des échanges. Ainsi, en estimant séparément les flux d'importation et d'exportation de ces pays européens, nous obtenons comme pour le fret, un changement de signe selon la direction des flux. Concernant les surcharges maritimes, leur effet est négatif et significatif, aussi bien pour le modèle à effet fixe que pour l'effet aléatoire. Afin de mieux comprendre l'influence de ces surcharges sur le commerce, nous avons remplacé cette variable par ses principales composantes.

L'effet du facteur d'ajustement de fuel sur le commerce, s'avère être de signe négatif et de faible ampleur, malgré le fait que cette variable soit une indication du coût de carburant. En effet, pour se couvrir face aux variations du prix de soute, les transporteurs doivent connaître le temps du voyage et la consommation journalière de carburant par conteneur. Or, le premier terme de ce facteur est déjà pris en compte par la distance, ce qui peut être une explication de la faiblesse de l'élasticité de cette variable.

Le coefficient des charges portuaires est statistiquement significatif et de signe inattendu à première vue. L'effet positif de cette variable décrédibilise l'hypothèse selon laquelle une augmentation de ces charges, se traduirait par une baisse des échanges. En réalité ce résultat insinue que si le tarif augmente avec la qualité du service portuaire, dont l'aspect le plus important est le temps, alors cette hausse est plus que compensée par la performance de ce service.

Enfin, le paramètre estimé de la variable de frais de documentation est de signe négatif et statistiquement significatif. Cette surcharge est un exemple de coût qui n'est pas lié au transport proprement dit. Dès lors, on peut en déduire que la multiplication des charges liées à des services annexes, a pour effet d'augmenter les coûts transport sans pour autant améliorer la qualité du service.

4.2 Taux de fret endogène : estimation en deux étapes

La difficulté dans les estimations par variables instrumentales réside dans le choix des instruments devant être corrélés avec le taux de fret, et non corrélés avec les résidus de l'équation de la deuxième étape.

L'instrument retenu dans cette analyse est le facteur d'ajustement de fuel, qui peut être vu comme un indicateur du coût de carburant. Ce coût fixe est le principal poste de dépense dans la production du service de transport, qui de surcroît ne dépend pas du volume à transporter. Ainsi, cette variable est corrélée avec le taux de fret, sans pour autant affecter les flux de commerce autrement que par le biais des coûts de transport.

Le tableau 4 présente les résultats des estimations en deux étapes, ainsi que les principaux tests effectués sur les instruments. Le régresseur endogène est le taux de fret par mile nautique, et les instruments sont le *BAF* dans les modèles 12 et 13, et le *BAF* par mile nautique dans le modèle 14.

Les estimations de la première étape révèlent que le coefficient de la variable instrumentale externe est significatif, et les statistiques des tests de Cragg-Donald et Kleibergen-Paap indiquent que pour ces différentes spécifications, l'hypothèse de sous-identification peut être rejetée.

Concernant le test d'instruments faibles, basé sur la comparaison entre la F statistiques du test Kleibergen et Paap (2006) et les valeurs critiques du test de Stock et Yogo (2005), il apparaît que le taux de fret est peu pertinent pour prédire le taux de fret par mile nautique. En effet, pour le modèle 13, ce test conduit à accepter l'hypothèse d'instrument faible pour des taux de rejet relativement élevés (taux de rejet de 20 %).

Par conséquent, le facteur d'ajustement de fuel divisé par la distance maritime a été utilisé dans le modèle 14, comme instrument visant à traiter le problème d'endogénéité du taux de fret par mile. Enfin, le test d'exclusion de l'instrument externe indique que nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse selon laquelle l'instrument affecte le commerce uniquement par le biais du coût de transport. Les estimations de la deuxième étape montrent qu'à l'exception de la distance, les coefficients des variables traditionnelles du modèle de gravité sont relativement proches de ceux obtenus dans les modèles où l'ensemble des variables sont considérées comme exogènes. Par ailleurs, nous constatons que non seulement le paramètre estimé du taux de fret par mile nautique est significatif et de signe attendu, mais qu'en outre, il est de plus forte ampleur lorsque le taux de fret par mille nautique est traité comme une variable endogène. Ce résultat s'explique par le fait que l'instrument retenu dans cette analyse, accentue l'importance des économies d'échelle dans le secteur du transport.

En comparant les estimations réalisées à l'aide des variables instrumentales avec celles présentées dans tableau 2, nous constatons que l'effet négatif de la distance est renforcé, et que son élasticité est proche de sa valeur unitaire de référence.

Afin de choisir entre la méthode des doubles moindres carrés ordinaires par effets fixes et celle par effets aléatoires, nous avons réalisé un test de Hausman basé sur les différences entre la méthode de double MCO par effets fixes et aléatoires (Baltagi, 2008, pg. 126-127).

TABLE 4 – équation de gravité prenant en compte l’endogénéité du taux de fret

	Modèle 12 (EF)		Modèle 13 (EA)		Modèle 14 (EA)	
	1ère Etape	2nd Etape	1ère Etape	2nd Etape	1ère Etape	2nd Etape
PIB importateur	0.159 (0.139)	0.476 (0.313)	-0.017 (0.040)	0.496*** (0.075)	-0.013 (0.039)	0.493*** (0.077)
PIB exportateur	-0.016 (0.101)	0.723*** (0.209)	-0.074*** (0.011)	0.843*** (0.042)	-0.071*** (0.011)	0.829*** (0.028)
Distance			-0.661*** (0.030)	-0.869*** (0.306)	-0.610*** (0.030)	-0.984*** (0.159)
Frontière commune			-0.035 (0.094)	0.506*** (0.125)	-0.026 (0.090)	0.502*** (0.133)
Langue commune			0.122 (0.100)	0.306 (0.267)	0.113 (0.101)	0.328 (0.264)
Ancienne colonie			-0.035 (0.097)	0.164 (0.220)	-0.030 (0.098)	0.157 (0.221)
BAF	0.039** (0.016)		0.040** (0.017)			
BAF par mille nautique					0.079*** (0.018)	
Taux de fret par mille nautique		-0.312 (0.510)		-0.377 (0.470)		-0.556** (0.239)
Observations	1128	1128	1128	1128	1128	1128
R^2		0.732		0.824		0.821
Kleibergen-Paap		6.147***		5.606***		19.476***
Cragg-Donald		7.515***		8.816***		37.833***
Test d’exclusion : χ^2 [1]		0.14		0.19		2.06
p-valeur		0.7084		0.666		0.1512

Lecture : erreurs standards robustes entre parenthèses. Cluster au niveau des paires de pays ***, **, *, significativement différent de 0 à respectivement 1 %, 5 % et 10 %. Les modèles 12.1, .13.1 et 14.1 représentent les estimations de la première étape, où la variable dépendante est le logarithme naturel du taux de fret par mille nautique. Les modèles 12.2, .13.2 et 14.2 représentent les estimations de la deuxième étape. La variable dépendante dans ces modèles est le logarithme naturel de la valeur des importations bilatérales. L’instrument externe dans le modèle 12 et 13 est le logarithme naturel du *BAF*, et dans le modèle 14 il correspond au logarithme naturel du *BAF* divisé par la distance maritime. Dans le cas d’une variable explicative endogène et d’un instrument unique, les seuils critiques de Stock-Yogo pour des taux de rejet 10 %, 15 %, 20 % et 25 % sont respectivement de 16.38, 8.96, 6.66 et 5.53.

Attendu que la statistique du test de Hausman est non significative, l'hypothèse nulle selon laquelle la méthode de double MCO par effets aléatoires serait consistante ne peut être rejetée. De plus, les statistiques de la première étape⁹ indiquent que les modèles estimés par effets aléatoires sont moins concernés par la faiblesse des instruments. Enfin, cet estimateur a l'avantage de fournir des coefficients pour les variables invariantes dans le temps, et notamment pour la distance bilatérale qui reste une variable clé, en dépit de l'introduction des coûts de transport.

4.3 Effets de la qualité du service de transport

Cette dernière partie vise à compléter l'analyse sur l'impact des coûts de transport sur le commerce. L'idée est d'introduire, dans l'équation de gravité, les variables liées à l'offre de transport, à la structure de marché des différentes routes maritimes et à la dotation en infrastructure portuaire.

Le premier modèle s'intéresse au type de service de transport (S_{ij}), représenté ici par la variable relative au nombre de transbordements. Le résultat de l'estimation, présenté dans le [tableau 5](#), dévoile que cette variable affecte négativement le commerce.

Ce résultat s'explique, d'une part par le fait que le taux de fret est en moyenne plus élevé pour les services indirects, et d'autre part par la relation inverse entre le temps de voyage et le nombre de transbordements. Ainsi, un service direct entre deux pays est un facteur permettant de stimuler les échanges. Concernant les variables relatives aux caractéristiques de l'offre de transport (C_{ij}), en termes de capacité offerte et d'intensité de la concurrence, elles sont significatives et de signe attendu. L'effet positif de la capacité déployée sur les flux de commerce, résulte du fait que les axes majeurs ont une fréquence plus élevée de service, qui à leur tour réduisent la variabilité dans les délais d'expédition.

L'effet positif du nombre de firmes présentes sur une route maritime, indique que la concurrence dans ce secteur joue un rôle bénéfique sur les échanges. Ce résultat est confirmé par le signe négatif de la variable de degré de concentration de marché (HHI). Ainsi sur les routes à forte concurrence, les transporteurs sont incités à baisser leurs marges pour maintenir des parts de marché, et à déployer des navires performants et de grandes tailles afin de mieux exploiter les économies d'échelle.

9. Cragg-Donald et Kleibergen-Paap.

TABLE 5 – Estimation de l'équation gravitationnelle augmenté des facteurs explicatifs du taux de fret

	Modèle 15	Modèle 16	Modèle 17	Modèle 18	Modèle 19
	AE	AE	AE	AE	AE
PIB importateur	0.526*** (0.074)	0.496*** (0.074)	0.499*** (0.075)	0.498*** (0.075)	0.624*** (0.068)
PIB exportateur	0.849*** (0.022)	0.844*** (0.022)	0.855*** (0.023)	0.840*** (0.023)	0.757*** (0.025)
Distance	-0.617*** (0.043)	-0.588*** (0.047)	-0.572*** (0.056)	-0.602*** (0.045)	-0.678*** (0.045)
Frontière commune	0.567*** (0.117)	0.587*** (0.121)	0.562*** (0.122)	0.588*** (0.123)	0.542*** (0.116)
Langue commune	0.254 (0.262)	0.281 (0.261)	0.263 (0.262)	0.271 (0.261)	0.520** (0.249)
Ancienne colonie	0.177 (0.221)	0.163 (0.220)	0.171 (0.222)	0.156 (0.220)	0.104 (0.210)
Nbre de transbordement	-0.297*** (0.086)				
Capacité offerte en EVP		0.066*** (0.025)			
Nbre de firmes			0.090* (0.051)		
Indice de concentration				-0.216*** (0.069)	
Infrastructure export					0.307*** (0.044)
Infrastructure import					0.524*** (0.069)
Constante	-10.637*** (2.261)	-10.865*** (2.286)	-10.781*** (2.286)	-8.257*** (2.474)	-11.626*** (2.141)
Observations	1128	1128	1128	1128	1128
R^2	0.825	0.823	0.822	0.8245	0.844
rmse	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237
Hausman : χ^2 [1]	0.74	0.61	0.71	0.59	0.73
P-valeur	0.862	0.894	0.870	0.899	0.866

Lecture : Erreurs standards robustes entre parenthèses. Cluster au niveau des paires de pays ***, **, *, significativement différent de 0 à respectivement 1%, 5% et 10%. Les modèles 15 à 19 sont estimés par effets aléatoires.

5 CONCLUSIONS

Ce papier comprend deux études consacrées à l'analyse de l'impact direct et indirect du transport par ligne régulière sur les échanges. La première a introduit les coûts de transport conteneurisé dans l'équation gravitationnelle, alors que la seconde s'est focalisée sur les rôles joués par les caractéristiques de l'offre des armements et par les infrastructures portuaires sur le commerce bilatéral.

L'étude sur l'effet direct présentée dans la deuxième section, suggère par ces résultats préliminaires que l'impact du taux de fret sur le commerce est quasi nul. Parmi les différentes hypothèses envisagées, la plus pertinente semblait résulter des écarts de tarif entre les trajets aller et ceux du retour. Cette hypothèse a été confirmée par le changement de signe du coefficient du taux de fret, selon que l'estimation était réalisée sur les flux des importations ou des exportations. Ainsi, les importateurs européens ont tendance à moins pénaliser les partenaires ayant des coûts relativement élevés. De plus, ce résultat renforce l'idée selon laquelle le coût de repositionnement des conteneurs vides est supporté essentiellement par les consommateurs européens, permettant ainsi aux firmes exportatrices de ce même continent de bénéficier de faibles tarifs de transport.

Une autre explication de l'absence apparente d'impact des taux de fret sur les flux de commerce, serait que l'influence des économies d'échelle dans la réduction du taux de fret, est masquée par le fait que celles-ci sont plus conséquentes sur les longs courriers, alors que les coûts de carburant augmentent avec la distance. Aussi, pour mieux nous rendre compte de l'importance des économies d'échelle dans le secteur de transport, le taux de fret a-t-il été divisé par la distance maritime. Les résultats des estimations indiquent que cette variable exerce un effet négatif et significatif sur le commerce bilatéral.

Une analyse détaillée des différentes composantes du taux de fret a révélé que des charges portuaires élevées ne se traduisent pas forcément par une baisse des échanges. La condition est que les gains générés par la performance des services portuaire compensent des coûts plus élevés. Cette étude a également confirmé que les surcharges tarifaires liées à des services autres que le transport à proprement parler, affectent négativement le commerce. La raison semble provenir du fait que ces charges sont plutôt une manière de réaliser des profits sur des services annexes, que le reflet d'une plus grande qualité.

Nous avons souligné dans cette étude que le taux de fret devait être traité comme une variable endogène. Dès lors, le recours à un instrument captant les économies d'échelle a eu pour effet de renforcer l'impact des coûts de transport conteneurisé. Pourtant, malgré l'introduction de cette variable dans l'équation de gravité, la distance continue à jouer un rôle important, ce qui indique que l'éloignement entre deux pays prend en compte d'autres facteurs que les seuls coûts de transport.

Cette analyse montre que l'effet négatif de la distance sur les flux de commerce peut être atténué par la baisse des coûts de transport, ce qui nous a amenés à faire le lien entre ces estimations.

Nous avons estimé dans la dernière partie de cette section une équation gravitationnelle augmentée des variables explicatives du taux de fret. Les résultats obtenus ont dévoilé que l'accès à des services directs, la capacité offerte, la concurrence sur les routes maritimes et les infrastructures portuaires jouent un rôle important non seulement dans la détermination du coût de transport, mais aussi dans l'intensité des échanges.

Le service indirect de transport par ligne régulière représenté par le nombre de transbordements a pour effet de restreindre le commerce bilatéral. La raison en est essentiellement que les services indirects ont des durées de trajet plus longues, et que le temps de transport est une entrave importante aux échanges.

Concernant l'influence des ports sur le commerce, nous avons montré que la qualité du service portuaire prime sur son coût, traduisant le rôle important de la performance portuaire dans l'intensité des échanges. Par ailleurs, nous avons mis en évidence l'importance de la taille du réseau portuaire ainsi que son niveau d'équipement, pour promouvoir les échanges. Enfin, le positionnement en tant que principal réseau portuaire dans la région, a pour effet d'améliorer l'accès du pays au système de transport par ligne régulière, facilitant ses exportations.

La capacité offerte par les armements exerce un effet direct et indirect sur les flux de commerce. L'effet direct dérive de la meilleure exploitation des économies d'échelle sur les axes majeurs, qui bénéficient du déploiement des navires les plus performants. De plus, comme la concurrence est plus intense sur les routes maritimes principales, les armements sont incités à réduire leur taux de marge afin de conserver leur part de marché. Quant à l'effet indirect, il découle d'une part du fait que les navires les plus performants sont également les plus rapides et d'autre part, qu'une forte capacité offerte se traduit par un nombre et une fréquence de services plus importants. Or ces deux aspects facilitent le commerce, puisqu'ils influencent le nombre des dessertes directes ainsi que la régularité des services, qui réduisent non seulement le temps de transport, mais également l'incertitude liée à la variabilité des délais d'expédition.

RÉFÉRENCES

- ANDERSON, J. et van WINCOOP, E. (2004). Trade Costs. *Journal of Economic Literature*, 42(3):691–751.
- BAIER, S. L. et BERGSTRAND, J. H. (2001). The growth of world trade : tariffs, transport costs, and income similarity. *Journal of International Economics*, 53(1):1–27.
- BALTAGI, B. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley.
- BAUM, C. F., SCHAFFER, M. E. et STILLMAN, S. (2007). Enhanced routines for instrumental variables/generalized method of moments estimation and testing. *Stata Journal*, 7(4):465–506.
- CLARK, X., DOLLAR, D. et MICCO, A. (2004). Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade. *Journal of Development Economics*, 75(2):417 – 450.
- EGGER, P. (2005). On the Impact of Transportation Costs on Trade in a Multilateral World. *Southern Economic Journal*, 71(3):592–606.
- HUMMELS, D. (2001). Time as a trade barrier.
- HUMMELS, D. et LUGOVSKYY, V. (2006). Are Matched Partner Trade Statistics a Usable Measure of Transportation Costs? *Review of International Economics*, 14(1):69–86.
- HUMMELS, D., LUGOVSKYY, V. et SKIBA, A. (2009). The trade reducing effects of market power in international shipping. *Journal of Development Economics*, 89(1):84–97.
- HUMMELS, D. L. (1999). Toward a Geography of Trade Costs. *SSRN Electronic Journal*.
- KLEIBERGEN, F. et PAAP, R. (2006). Generalized reduced rank tests using the singular value decomposition. *Journal of Econometrics*, 133(1):97–126.
- KORINEK, J. et SOURDIN, P. (2009). Clarifying trade costs : Maritime transport and its effect on agricultural trade. OECD Trade Policy Working Papers 92, OECD Publishing.
- KUMAR, S. et HOFFMANN, J. (2002). *Globalisation : The Maritime Nexus*, chapitre 3, pages 35 – 64. Informal Professional, London.
- LIMÃO, N. et VENABLES, A. J. (2001). Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade. *The World Bank Economic Review*, 15(3):451–479.

-
- MARTÍNEZ-ZARZOSO, I. et NOWAK-LEHMANN, F. D. (2007). Is distance a good proxy for transport costs? The case of competing transport modes.
- MARTÍNEZ-ZARZOSO, I. et SUÁREZ-BURGUET, C. (2005). Transport costs and trade : Empirical evidence for Latin American imports from the European union. *Journal of International Trade & Economic Development*, 14(3):353–371.
- STOCK, J. H. et YOGO, M. (2005). *Testing for weak instruments in linear IV regression*, chapitre 5, pages 80–108. Cambridge University Press, Cambridge.
- WILSON, J. S., MANN, C. L. et OTSUKI, T. (2003). Trade Facilitation and Economic Development : A New Approach to Quantifying the Impact. *The World Bank Economic Review*, 17(3):367–389.

A LES ROUTES MARITIMES EUROPÉENNES

TABLE 6 – Pays pris en compte dans cette étude

Pays	Région	Pays	Région
France	Europe	Canada	Amérique du Nord
Allemagne	Europe	Etats-Unis	Amérique du Nord
Pays-Bas	Europe	République Dominicaine	Caraïbes
Royaume-Uni	Europe	Trinidad et Tobago	Caraïbes
Algérie	Méditerranée	Argentine	CEAS
Egypte	Méditerranée	Brésil	CEAS
Grèce	Méditerranée	Colombie	CEAS
Israël	Méditerranée	Uruguay	CEAS
Italie	Méditerranée	Chile	COAS
Espagne	Méditerranée	Equateur	COAS
Tunisie	Méditerranée	Chine	Asie Orientale
Turquie	Méditerranée	Indonésie	Asie orientale
Arabie Saudia	Moyen-Orient	Japon	Asie orientale
Kenya	Afrique de l'Est	Coré du Sud	Asie orientale
Tanzanie	Afrique de l'Est	Malaisie	Asie orientale
Djibouti	Afrique de l'Est	Philippines	Asie orientale
Cameron	Afrique de l'Ouest	Singapour	Asie orientale
Côte d'Ivoire	Afrique de l'Ouest	Thaïlande	Asie orientale
Nigeria	Afrique de l'Ouest	Vietnam	Asie orientale
Angola	Afrique du Sud	Australie	Australasie
Mozambique	Afrique du Sud	Nouvelle Zélande	Australasie
Namibie	Afrique du Sud	Inde	Sous Continent Indien
Afrique du Sud	Afrique du Sud	Pakistan	Sous Continent Indien
Guatemala	Amérique centrale	Sri Lanka	Sous Continent Indien
Honduras	Amérique centrale		
Mexique	Amérique centrale		
Panama	Amérique centrale		

CEAS : Côte Est de l'Amérique du Sud ; COAS : Côte Ouest de l'Amérique du Sud

TABLE 7 – Caractéristiques des routes maritimes reliant l’Europe et la Méditerranée aux régions de ces principaux partenaires (2008)

	Région du partenaire	Taux de fret		Distance moyenne	Capacité (milliers EVP)	Taille EVP	Age	Indice HHI
		Aller	Retour					
Europe	Asie orientale	2640.1	1336.8	9464.2	2060.01	6710.1	5.2	968
	Amérique du Nord	2141	2616.4	3246.1	564.89	3644.5	11.3	1404
	Méditerranée	1502.5	1704.4	2470.3	1185	4100.3	10.1	1292
	CEAS	2683.8	1790.4	5636.9	182.56	2766	5.6	1755
	Moyen-Orient	2194.7	1328.2	3979.8	891.3	5825.5	8	1558
	SCI	2249.3	1467.2	6717.4	203.26	3629.7	10.8	2048
	Afrique du Sud	2424.1	3438.6	6182.1	80.37	3091.1	11.5	2710
	Amérique centrale	2496	2647.2	4793.9	372.38	3723.8	9.6	1349
	Afrique de l’Ouest	2408.9	2288.4	3611.1	40.43	1189.1	14.5	3775
	COAS	2700.9	2550.1	6242	54.34	2587.7	6.3	2789
	Caraïbes	2450.5	2801.4	4004.4	136.9	2173	9.5	2146
	Pacifique	2647.4	2171.6	11264.9	47.08	2615.4	5.8	4287
	Afrique de l’Est	2974.9	2330.8	5732.4	2.69	448.7	23.2	10000
Méditerranée	Asie orientale	2797.8	1277.4	7678.4	1103.3	5355.9	6.9	1162
	Amérique du Nord	1649.5	2416.1	3694.8	486	3888.3	12.4	1853
	Europe	1558.4	1698	1841.8	544.1	2407.7	11.4	2485
	CEAS	2719.2	1903.3	5250	113.7	1926.3	10.8	1783
	Moyen-Orient	1958.8	1379.3	2390	738.3	5162.9	9.2	1844
	SCI	2322.6	1695.2	5054.2	323.9	4100.1	12.5	2114
	Afrique du Sud	2539.6	3089.8	5235.3	23.4	1170.4	20.3	3760
	Amérique centrale	2353.1	2640.1	5018.9	190.4	2929.2	11.6	2346
	Afrique de l’Ouest	2376.9	2554.9	2881.8	105.3	1815.6	11.7	2545
	COAS	2451	2551	6314.5	12.9	1290	14.8	4889
	Caraïbes	2360.1	2765.2	3964.3	189.5	2560.8	10.4	2068
	Pacifique	2679.8	2087.5	9948.3	83.6	3342.4	8.2	4397
	Afrique de l’Est	3217.5	2312	3995.7	71	3085.8	16.7	6819

CEAS : Côte Est de l’Amérique du Sud ; SCI : Sous-Continent Indien ; COAS : Côte Ouest de l’Amérique du Sud
Sources : Eurostat, Containerisation International, World Shipping Registration.