

Résumé

On distingue deux concepts de mondialisation, (1) l'augmentation de la part du commerce dans l'activité des pays, ou mondialisation-intégration, (2) l'allègement des obstacles au commerce liés à la distance, ou mondialisation géographique. Le critère retenu pour repérer une éventuelle mondialisation géographique est la baisse de la valeur absolue de l'élasticité (négative) du commerce bilatéral par rapport à la distance. L'évolution de cette élasticité est estimée à partir d'un modèle de gravité du commerce extérieur établi en panel sur la période 1962-1995 et un vaste échantillon de pays de divers niveaux de développement. Contrairement à la mondialisation-intégration, aucune mondialisation géographique n'apparaît. La tendance de la valeur absolue de l'élasticité du commerce par rapport à la distance apparaît significativement croissante. De plus le commerce entre pays limitrophes a eu tendance à s'intensifier. Loin d'être abolie la distance s'est "renforcée".

Un modèle élargi permet aussi de tester significativement l'hypothèse d'économies d'échelle et celle de coûts marginaux décroissants de la distance. Ce modèle confirme la tendance à s'accroître de l'impact négatif de la distance sur le commerce.

Abstract

We oppose two concepts of trade globalization : (1) the increase of the countries trade to GDP ratio ("globalization-integration"), (2) the alleviation of related to distance obstacles to trade ("geographical globalization"). We choose as a criterion of a possible geographical globalization the decrease of the absolute value of the (negative) distance elasticity of bilateral trade. The trend of this elasticity is estimated through a panel gravitation model of world trade covering the years 1962 to 1995 and a large sample of countries at very different levels of development. Contrary to the globalization-integration, a geographical globalization does not appear. We find a significative position trend of the absolute value of the distance elasticity of trade. Moreover trade between neighbour countries is increasing. So impact of distance has not been decreasing, but is reinforcing.

An augmented gravitation model also allows to test significantly the assumptions of scale economies and of decreasing marginal costs of distance. This augmented model evidences again the increasing trend of the impact of distance on trade.

LA DISTANCE ABOLIE ?
Critères et mesure de la mondialisation
du commerce extérieur

Alentour un épais va et vient de distances
Me flaire, me redoute et demeure caché.
J. Supervielle, *La fable du monde*.

La mondialisation est un curieux concept. Elle semble si évidente qu'il paraît inutile de la définir. Chacun peut ainsi l'utiliser à sa manière, politique ou polémique le cas échéant. La floraison d'ouvrages qui lui est consacrée ne contribue guère à un accord sur une définition commune. Le terme même d'ailleurs ne paraît pas avoir son équivalent dans la langue anglaise, qui lui préfère le mot de globalisation, utilisé aussi en français de façon quasi-interchangeable.

Nous examinons ici la question de savoir dans quelle mesure il y a eu mondialisation du commerce extérieur. Certes la mondialisation a de nombreuses dimensions et ne concerne pas le seul commerce extérieur ; elle a trait aussi et plus encore qu'aux échanges de marchandises à ceux de services et d'informations, et aux mouvements de capitaux (pour ne pas évoquer les migrations internationales, où elle paraît plutôt douteuse). Mais prenant appui ici sur la partie la plus matérielle de l'échange international, nous considérons le seul commerce des biens.

Il est possible de distinguer deux concepts principaux de mondialisation du commerce international. Dans une première acception, la mondialisation désigne l'intégration croissante des économies nationales au commerce mondial, c'est-à-dire l'augmentation de la part du commerce extérieur par rapport au produit intérieur des pays. Cette mondialisation se traduit par une ouverture croissante des économies sur l'extérieur. Selon une seconde acception à laquelle nous nous intéressons plus particulièrement, la mondialisation peut être définie comme la tendance du commerce extérieur à s'affranchir de la distance et des proximités géographiques pour s'effectuer en fonction des seules caractéristiques intrinsèques des pays, quel que soit leur éloignement (ou leur éventuel caractère limitrophe).

Selon l'opinion courante les trente dernières années ont été marquées par une mondialisation du commerce en raison à la fois d'une ouverture croissante des pays et de leur rapprochement, grâce à un allègement du poids de la distance. Or si la mondialisation en tant qu'ouverture croissante des économies n'est pas contestable, l'allègement du poids de la distance n'est nullement évident. Le but de cet article est de proposer un critère pour en juger, de montrer au moyen de

ce critère qu'il n'y a pas eu mondialisation du commerce des biens au sens géographique du terme, et d'en expliquer les raisons.

Pour présenter les deux concepts de mondialisation d'une façon qui soit mesurable, nous recourons (section 1) à un modèle simple de gravité exprimé sous forme de panel, c'est-à-dire à la fois transversal et temporel. Il existe dans la littérature économique une multitude de modèles de gravité appliqués au commerce extérieur (voir l'inventaire présenté par Ogueldo et McPhee 1994, ou encore Frankel 1997). Mais ceux-ci ont très rarement été estimés en panel (Frankel 1997, Schmiedel 1998, Coe and Hoffmairer 1998), en tout cas jamais, semble-t-il, dans le but que nous poursuivons, qui est de mesurer la mondialisation comme allègement des contraintes associées à la distance. La formulation sous forme de panel est ici particulièrement adaptée. En effet, tout en limitant le risque de biais dans l'estimation résultant d'éventuelles omissions de variables, elle permet de mesurer la mondialisation géographique par la diminution dans le temps du coefficient qui lie le commerce entre pays partenaires à la distance qui les sépare, disons plus précisément par la diminution de la valeur absolue de l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance. Si cette valeur ne diminue pas, et a fortiori si elle augmente, il n'y a pas mondialisation géographique : au contraire alors, comme cela apparaît, le poids de la distance dans la structure géographique des échanges s'accroît.

Nous examinons ensuite (section 2) les facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution de l'indicateur de mondialisation géographique, c'est-à-dire la valeur absolue de l'élasticité (négative) du commerce bilatéral par rapport à la distance, en particulier ceux qui ont trait à la nature et à l'évolution des coûts de transport. L'hypothèse principale que nous formulons à cet égard est que la valeur absolue de cette élasticité dépend non du coût moyen de transport mais de son coût marginal en fonction de la distance. Il en résulte que les chocs pétroliers, en augmentant sur une longue période le prix réel du pétrole par rapport à ce qu'il était dans les années soixante, ont accru le coût marginal de transport selon la distance et pu agir en longue période à l'encontre de la mondialisation géographique, mais aussi que le contre-choc a pu avoir dans les années récentes un effet inverse. On formule également l'hypothèse que la hausse des salaires dans le secteur des transports a pu exercer un effet dans le même sens. Nous supposons enfin que la valeur absolue de l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance est une fonction décroissante du volume des transactions (économies d'échelle) et de la distance elle-même (coûts marginaux de transport décroissants).

Pour tester les hypothèses précédentes un modèle est construit, couvrant la période 1962-1995 et les échanges commerciaux entre un large ensemble de pays développés et en développement, potentiellement 148 pays, soit donc une matrice de 148 x 147 reproduite sur trente-deux années, ce qui conduit à plus de 120 000 observations (section 3).

Les résultats (section 4) font effectivement apparaître que si la mondialisation au sens d'intégration des économies au commerce international est une tendance incontestable des trente dernières années, en revanche il n'y a pas eu de diminution mais augmentation du poids de la distance dans les échanges internationaux et que ceux-ci se sont intensifiés sur une base "régionale" plutôt que

"mondiale". Ils permettent également de ne pas rejeter les hypothèses, présentées dans la section 2, relatives à la détermination des coûts de transport (influence du prix du pétrole sur le coût marginal, économies d'échelle, coût marginal décroissant avec la distance), mais ils invitent à s'interroger sur le rôle que jouent respectivement la variation des coûts de transport et celle des politiques de libéralisation du commerce extérieur dans l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance.

1 - Deux concepts de mondialisation du commerce extérieur : examen à travers un modèle de gravité

Nous avons en introduction distingué deux concepts de mondialisation, l'un "global", l'intégration des économies nationales au commerce mondial, l'autre "géographique" l'affranchissement du commerce extérieur des pays à l'égard de la distance qui les sépare. Après avoir précisé ces deux concepts, nous présentons afin de pouvoir les mesurer, en particulier le second, un modèle de panel de détermination du commerce extérieur des pays. Ce modèle permet ensuite de relier l'un à l'autre les deux concepts de mondialisation.

La mondialisation comme intégration et la mondialisation comme allègement du poids de la distance

Précisons nos deux concepts de mondialisation en remarquant préalablement que ce n'est pas l'évolution d'un agrégat mondial du commerce qui nous intéresse, mais bien l'évolution du commerce des différentes économies nationales considérées individuellement.

La première définition de la mondialisation est l'*intégration croissante* des économies nationales à l'économie internationale, ici l'augmentation de la part du commerce extérieur dans l'activité économique des pays. La mondialisation en ce premier sens - et le plus général -, en tant que phénomène concernant l'ensemble des pays du monde, peut être saisie de multiples façons. Le plus souvent on représente la mondialisation par l'évolution du rapport des flux de commerce international au PIB mondial (cf. par ex Richardson 1997). Mais si l'on s'intéresse aux économies nationales, c'est plutôt l'évolution de la moyenne simple (ou de la médiane) de ce rapport qui est pertinente.

La seconde définition de la mondialisation, plus "géographique" et spécifique, est *la tendance du commerce extérieur à s'affranchir et de la distance et des proximités géographiques* pour s'effectuer à l'échelon mondial en fonction des seules caractéristiques intrinsèques des pays. Si une telle tendance existe, elle devrait se manifester par une diminution de la valeur absolue de l'élasticité (supposée négative) du commerce bilatéral par rapport à la distance. Nous cherchons donc à mesurer la tendance de cette élasticité.

Un critère mesurable de mondialisation géographique du commerce

Partons d'un modèle standard de gravité (cf. de Melo et Grether 1997) qui précisément, selon l'analogie newtonienne, explique les échanges entre deux pays partenaires par leur distance et leur proximité géographique, ainsi que par leur "masse" (saisie par leur PIB). Les bases de ce modèle et ses variantes sont présentées dans l'encadré placé in fine.

On suppose, comme il est courant dans la littérature, que le commerce augmente avec l'importance du PIB, mais est moindre toutes choses égales d'ailleurs dans les pays de plus grande dimension (c'est-à-dire de plus forte population et/ou de plus grande superficie), en raison de la plus grande diversité de leurs ressources et activités, ce qui nous amène à ajouter ces deux variables structurelles (population et superficie) parmi les variables explicatives du modèle. Exprimons notre modèle de gravité, ce qui n'est généralement pas le cas, sous forme d'un panel couvrant t années ou périodes pluriannuelles, qui peut s'écrire :

$$X_{ijt} = f \left(\underset{+}{Y_{it}}, \underset{+}{Y_{jt}}, \underset{-}{N_{it}}, \underset{-}{N_{jt}}, \underset{-}{S_i}, \underset{-}{S_j}, \underset{+}{L_{ij}}, \underset{-}{D_{ij}}, IJ, t \right) \quad (1)$$

Avec

X_{ij}	=	exportations de i vers j en t
Y_{it} et Y_{jt}	=	produit respectif du pays exportateur i et du pays importateur j en t
N_{it} et N_{jt}	=	population respective de i et j en t
S_i et S_j	=	superficie respective de i et j
D_{ij}	=	distance entre i et j
L_{ij}	=	situation limitrophe de i et j (variable muette)
IJ	=	variables muettes exprimant les autres caractéristiques permanentes de la relation entre les pays i et j (passé historique, relations linguistiques,...)
t	=	trend temporel

Dans ce qui suit on suppose que le modèle est exprimé sous forme logarithmique et que chaque symbole, à l'exception de t et de IJ, exprime le logarithme de la variable.

Dans ce modèle de base ne sont pris en compte que les facteurs structurels¹. Les variables ou obstacles de politique économique sont omis. Dans ce modèle, le coefficient de la variable t capte l'effet de l'évolution globale de ces facteurs, mais de façon non dissociable de l'effet de l'évolution des facteurs géographiques du commerce. C'est pourquoi, au modèle (2), on ajoute maintenant deux variables multiplicatives, qui sont respectivement le produit du temps avec la distance et avec le caractère limitrophe (tD_{ij} et tL_{ij}), afin de saisir le caractère croissant ou décroissant de l'influence de ces variables géographiques sur les échanges. S'il y a mondialisation, on doit attendre pour ces variables un

¹ Il conviendrait également de prendre en compte spécifiquement les effets du caractère enclavé des pays à travers une variable muette E_i , E_j . On peut également considérer les caractères spécifiques de certains couples de pays, par exemple le fait de parler une même langue (cf. infra).

coefficient inverse de ceux des variables (simplement additives) représentant le caractère limitrophe et la distance (donc négatif pour tL_{ij} et positif pour tD_{ij}) ; leur caractère significatif (et de sens attendu) est bien un test de la mondialisation au second sens du terme

$$X_{ijt} = f \left(\begin{matrix} Y_{it}, Y_{jt}, N_i, N_j, S_i, S_j, D_{ij}, tD_{ij}, L_{ij}, tL_{ij}, IJ, t \end{matrix} \right) \quad (2)$$

$\begin{matrix} + & + & - & - & - & - & - & + & + & - & + \end{matrix}$
 $\begin{matrix} & & & & & & ? & & & ? & \end{matrix}$

En considérant que les symboles précédents, sauf t le temps, expriment des logarithmes, la relation (2) peut s'écrire :

$$X_{ijt}^* = \alpha_i Y_{it} + \alpha_j Y_{jt} + \pi_i N_{it} + \pi_j N_{jt} + \sigma_i S_i + \sigma_j S_j + b_1 D_{ij} + \beta_{1t} tD_{ij} + b_2 L_{ij} + \beta_{2t} tL_{ij} + \phi_{ij} IJ + \gamma t \quad (2')$$

En effet les coefficients de tD_{ij} et de tL_{ij} , soit β_1 et β_2 , s'ils ont le signe attendu, traduisent l'allègement des obstacles *géographiques* au commerce², cependant que le coefficient de t , soit γ_1 , supposé positif, traduit l'allègement des autres obstacles, essentiellement les obstacles dus à la politique économique. En référence à ces coefficients β et en particulier à β_1 le coefficient (supposé positif) de la variable tD_{ij} on peut qualifier de *mondialisation "b"* la *tendance du commerce mondial à s'affranchir des obstacles liés à la distance* : il s'agit autrement dit de la mondialisation correspondant à l'allègement de la protection naturelle due aux obstacles géographiques au commerce. Cette mondialisation peut alors être mesurée comme la tendance à la baisse de la valeur absolue de l'élasticité (supposée négative) du commerce bilatéral par rapport à la distance. Appelons β^* cette élasticité, dérivée logarithmique de X_{ij} par rapport à D_{ij} , dans le modèle (2), on a :

$$\beta_{1t}^* = \frac{\partial X_{ijt}}{\partial D_{ij}} = b_1 + \beta_{1t} \quad (A2)$$

$\begin{matrix} - & +? \end{matrix}$

et le critère de mondialisation sur l'ensemble de la période couverte est

$$\partial \beta_{1t}^* / \partial t = \beta_1 > 0 \quad (B2)$$

Le même raisonnement peut être appliqué pour représenter la régionalisation du commerce mondial, au sens particulier d'intensification du commerce entre pays limitrophes, c'est-à-dire de croissance plus rapide du commerce entre eux qu'avec le reste du monde. Cette intensification peut résulter normalement d'une croissance des pays limitrophes plus rapide que celle des autres pays. Elle peut aussi provenir d'autres facteurs traduisant la levée des obstacles de tout genre au commerce entre pays limitrophes. Cette régionalisation, au sens de renforcement des effets de proximité caractérisant la situation des pays limitrophes (appelons-la régionalisation β), peut être saisie par la tendance à la hausse de la contribution marginale au commerce bilatéral apportée par la situation limitrophe. Appelons β_{2t}^* cette contribution marginale (et b_2 étant le coefficient de la variable L_{ij}). On a

$$\beta_{2t}^* = \partial X_{ijt} / \partial L_{ij} = b_2 + \beta_2 t \quad (\text{AA2})$$

Il convient de souligner que les coefficients β_1 et β_2 , s'ils sont significatifs, captent l'ensemble des facteurs autres que le PIB, la population et la superficie qui ont progressivement contribué à rendre le commerce relativement "plus mondial" ou "plus régional".

Notons que l'on peut attendre simultanément un coefficient β_2 positif pour tL_{ij} (donc du même signe que celui de L_{ij}) et un coefficient β_1 positif pour tD_{ij} (de signe inverse à celui de D_{ij}), ce qui traduirait l'existence d'une tendance à la régionalisation (entre pays limitrophes) en même temps qu'à la mondialisation... De plus pour tester l'existence de phases distinctes dans la mondialisation - ou la régionalisation -, dues par exemple à la hausse et à la baisse successives du prix de l'énergie, on peut ajouter comme variables : t^2 , $t^2 L_{ij}$, $t^2 D_{ij}$. Le changement de signe entre les variables tD_{ij} et $t^2 D_{ij}$, comme entre tL_{ij} et $t^2 L_{ij}$, traduit un infléchissement de tendance avec éventuellement un point de retournement au cours de la période observée. Si l'on appelle β'_1 le coefficient de la variable $t^2 D_{ij}$ et modèle 3 le modèle 2 auquel on a ajouté les termes t^2 , $t^2 D_{ij}$, $t^2 L_{ij}$, l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance est alors

$$\beta_{1t}^* = b_1 + \beta_1 \cdot t + \beta'_1 \cdot t^2 \quad (\text{A3})$$

et le critère de la mondialisation du commerce

$$\frac{\partial \beta_{1t}^*}{\partial t} = \beta_1 + 2 \beta'_1 t > 0 \quad (\text{B3})$$

Relation entre les deux concepts : les facteurs de la mondialisation

Précisons à travers le modèle (2) la signification respective des deux sens donnés à la mondialisation, à savoir l'intégration croissante au commerce mondial et l'affranchissement du commerce international à l'égard de la distance (mondialisation β). La mondialisation-intégration ou mondialisation au sens large dépend de trois principaux facteurs :

- de la croissance de l'activité, selon la forme supposée des fonctions de commerce extérieur, ce que l'on saisit à travers les élasticités du commerce par rapport au PIB des pays partenaires, soit α_i et α_j les coefficients des variables Y_i et Y_j ("mondialisation α ")³ ;

² On suppose que le coefficient n'est pas tel qu'il puisse conduire à inverser le signe du coefficient final de D_{ij} . Pour éviter cet effet linéaire, on peut aussi diviser D_{ij} par t avec un signe positif attendu pour la variable (D_{ij}/t) , laquelle tend alors vers 0. Les deux spécifications ont été testées. Le modèle avec tD_{ij} s'étant avéré meilleur que celui avec D_{ij}/t , il a été retenu.

³ Si $\alpha_i = \alpha_j$, la croissance du produit du PIB des pays partenaires entraîne une "mondialisation α " lorsque $\alpha_i = \alpha_j \geq 0,5$.

- de la diminution de l'influence de la distance dans le commerce mondial, saisie à travers l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance ($\beta^*_{1,t}$), c'est-à-dire de la mondialisation au second sens du terme ("mondialisation-rapprochement" ou mondialisation β) ;

- de facteurs indépendants du niveau de l'activité et de la distance, essentiellement les facteurs de politique économique, qui sont globalement saisis à travers le coefficient γ de la variable t (purgée maintenant de l'influence des facteurs correspondant à un moindre poids de la distance) (mondialisation γ)⁴.

En même temps qu'il contribue à l'intégration des économies dans le commerce mondial, un allègement éventuel du poids de la distance (mondialisation β) doit normalement se traduire par une réorientation géographique du commerce, lequel devient de moins en moins un commerce déterminé par la proximité⁵.

On peut supposer qu'au cours des trente ou quarante dernières années la croissance économique et la libéralisation du commerce ont contribué à la mondialisation-intégration, ce que devrait traduire l'estimation des coefficients α et γ . En revanche, il n'est pas sûr que des facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance aient contribué à une mondialisation au sens géographique du terme (mondialisation β).

2 – L'évolution des coûts de transport contribue-t-elle à alléger le poids de la distance ? Révision du modèle de gravité

Nous avons supposé que l'allègement des contraintes géographiques dans le commerce mondial, peut être représenté par une tendance à la diminution de la valeur absolue de l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance, c'est-à-dire du coefficient de la variable distance dans le modèle de gravité⁶. Quels sont les facteurs d'une telle évolution ? On présume qu'ils sont liés à *l'évolution du niveau et de la structure des coûts de transport*. Or cette évolution ne conduit pas nécessairement à une baisse de l'indicateur de la mondialisation géographique. Elle peut même aboutir au résultat inverse.

Remarquons préalablement que la littérature relative aux modèles de gravité, bien qu'elle ne contienne pas de test en panel sur la tendance du coefficient de la variable D_{ij} , ne fait pas apparaître de changements clairs et réguliers dans le coefficient de cette variable lorsque le modèle est estimé sur

⁴ On pourrait aussi saisir l'effet des politiques économiques à travers la tendance temporelle des coefficients α_i et α_j .

⁵ Notons aussi que la réorientation géographique du commerce mondial est saisie à la fois par le coefficient de tD_{ij} et par celui de tL_{ij} .

⁶ Ainsi éventuellement que par une tendance à la diminution du coefficient de la variable caractère limitrophe.

différentes périodes. C'est ce qui ressort d'études telles que celles de Sanso, Lerainan, Song (1993) ou Frankel (1997).

Plusieurs hypothèses peuvent être examinées relatives aux facteurs de l'évolution du rôle de la distance dans la détermination du commerce.

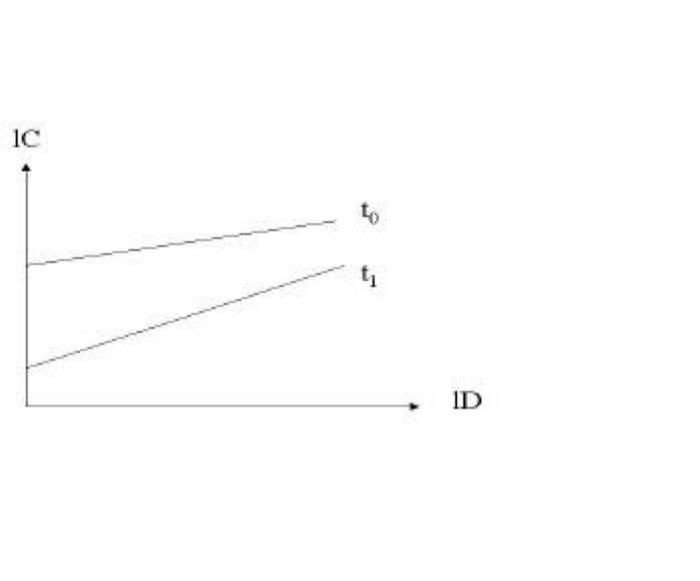
La condition supposée d'une mondialisation \mathbf{b} : baisse de l'élasticité des coûts de transport par rapport à la distance parcourue

S'agissant du rôle de la distance, l'hypothèse implicite du modèle traditionnel de gravité est, comme le note Frankel (1997, p.74) (à la suite d'une remarque de J.D. Richardson), celle d'une influence des coûts *marginaux* du transport associés à un accroissement relatif de la distance. Il se peut donc que les coûts moyens de transport diminuent sans que cela modifie le coefficient de la distance, si le coût marginal associé à la distance n'a pas baissé. On affirme fréquemment que les coûts de transport ont depuis trente ans considérablement diminué (cf. Banque Mondiale, *Rapport sur le développement dans le monde* 1995). Et l'on y voit une évolution contribuant à la "mondialisation". Cette baisse – pour autant qu'elle ait l'ampleur qu'on lui prête – est effectivement un facteur de mondialisation au sens d'intégration croissante des économies nationales au commerce mondial, mais pas nécessairement de mondialisation au sens géographique du terme ; en effet elle agit sur les coefficients α et/ou γ du modèle (2), mais pas nécessairement sur le coefficient β . La mondialisation β , selon la définition proposée, se produit seulement sous l'effet d'une baisse du coût marginal d'un accroissement relatif de la distance dans le transport, c'est-à-dire de l'élasticité du coût du transport par rapport à la distance. Or cette élasticité est, pour une distance déterminée, le rapport du coût marginal de la distance supplémentaire au coût moyen de transport.

On peut imaginer parallèlement à la baisse du coût moyen du transport une stabilité voire une augmentation du coût marginal associé à une unité supplémentaire de distance parcourue, conduisant à une hausse de l'élasticité du commerce par rapport à la distance et ainsi à une moindre mondialisation géographique du commerce. La figure 1 qui représente le log du coût en fonction du log de la distance correspond à une telle hypothèse de baisse dans le temps du coût moyen et de hausse de l'élasticité. Le rôle de la distance dans l'orientation géographique du commerce doit alors s'accroître et non diminuer.

Figure 1 – Hypothèse d'évolution de la courbe des coûts de transport (c)

en fonction de la distance (D)



Un facteur déterminant de la mondialisation géographique sera donc l'évolution dans le temps des éléments constitutifs du coût du transport, ceux qui varient avec la distance, et ceux qui en sont indépendants.

Les raisons d'une tendance à la hausse de l'élasticité des coûts de transport par rapport à la distance

Parmi les facteurs qui ont contribué à la baisse considérable des coûts de transports depuis trente ou quarante ans les principaux semblent bien avoir porté sur les éléments non liés à la distance : coûts de transbordement, mise en conteneur, nouvelles infrastructures portuaires, etc. Or si le coût du chargement diminue relativement plus que

celui de la distance parcourue, l'élasticité du coût par rapport à la distance augmente. De plus, même si des innovations ont pu se produire qui sont susceptibles d'avoir abaissé certains éléments des coûts associés à la distance (par exemple la plus grande dimension des navires et des avions), deux autres facteurs ont pu agir en sens inverse.

Un élément important des coûts de transport variables avec la distance est naturellement le prix de l'énergie. Aussi la première raison pour laquelle les coûts marginaux de transport en fonction de la distance ont pu augmenter est-elle la *baisse du prix du pétrole*. En effet le prix du pétrole agit essentiellement sur le coût marginal de transport en fonction de la distance. En raison des deux chocs pétroliers de 1973 et 1979, le prix du pétrole, exprimé en termes réels⁷, a connu une tendance nettement ascendante, si l'on considère l'ensemble de la période 1962-1994 (cf. figure 2). Certes le contre-choc de 1985 a en partie, mais en partie seulement, compensé les deux chocs, mais le niveau réel du prix du pétrole en 1994 est encore supérieur de 87 % à celui de 1962⁸. La forme même de la courbe représentative du prix du pétrole (tendance successivement ascendante, puis descendante) justifie à elle seule que l'on introduise dans le modèle de gravité à la fois la variable t et la variable t^2 , ainsi que les variables $t.D_{ij}$ et $t^2.D_{ij}$.

Si l'on suppose que le prix du pétrole agit sur le coût marginal de la distance dans le transport (ou sur l'élasticité du coût du transport par rapport à la distance), on doit supposer qu'il agit sur le commerce bilatéral en fonction même de la distance. Pour tester cette hypothèse à travers le modèle de gravité présenté plus haut (équation 2), on doit y introduire le prix réel du pétrole en t (ici noté p_t) multiplié par la distance (soit $p_t.D_{ij}$). L'effet attendu est négatif : une hausse du prix réel du pétrole entraîne un relèvement du coût marginal du transport, au demeurant supposé constant quelle que soit la distance, et inversement. Simultanément le coefficient de la variable $t.D_{ij}$ doit se trouver modifié, ainsi que celui de la variable $t^2.D_{ij}$ si celle-ci est simultanément introduite.

Mais on peut également supposer que la hausse du prix du pétrole ait conduit à faire des économies sur les autres éléments du coût de transport (techniques de transbordement des marchandises, plus large dimension des navires, etc.), c'est-à-dire sur les éléments fixes de ce coût et de façon irréversible : si tel était le cas, la hausse du prix du pétrole (ou peut-être le niveau le plus élevé atteint) pourrait avoir un effet paradoxalement positif sur le volume global du commerce, compensant en partie l'effet négatif supposé à travers $D_{ij}.p_t$ ⁹. Ainsi devrait-on pour tester l'influence du prix du pétrole à travers le modèle de gravité introduire à la fois le prix lui-même (p_t) et le prix multiplié par la distance ($p_t.D_{ij}$). Appelons respectivement modèle (4) et modèle (4bis) les modèles (2) et (3) auxquels on a ajouté ces deux variables.

⁷ Nous considérons ici le prix du pétrole (source : FMI, IFS) déflaté par la valeur unitaire moyenne des exportations mondiales.

⁸ Naturellement la nouvelle chute de 1997-1998 a de nouveau réduit cet écart, mais ces dernières années ne sont pas couvertes par la présente étude.

⁹ Notons aussi que pour une certaine fraction des observations de l'échantillon, celles relatives aux importations en provenance des pays exportateurs de pétrole (et aux importations de ces pays) la hausse du prix de pétrole, en raison de la rigidité à court terme de la demande de ce produit a pu de façon comptable accroître la valeur des importations par rapport au

Une autre composante importante des coûts de transport variables avec la distance est constituée par les *salaires versés* aux personnels de "navigation" (maritime, aérienne ou terrestre) : pour un bien donné à transporter plus la distance est longue, plus de temps est passé à l'acheminement des biens, et donc plus les salaires versés sont élevés. La question est donc de savoir si dans l'activité de transport, correspondant au déplacement dans l'espace (et non aux opérations effectuées aux extrémités du parcours), la hausse des salaires au cours du temps a été plus ou moins rapide que les progrès de productivité. Il semble bien que les progrès considérables de productivité enregistrés dans le secteur des transports au cours des trois ou quatre dernières décennies aient concerné plus la partie fixe des coûts de transport que la partie variable avec la distance : dans le type d'activité qui est associé à la distance la hausse de productivité a sans doute été inférieure à celle des rémunérations qui y sont versées, lesquelles sont déterminées par la hausse moyenne de la productivité, soit dans le secteur des transports dans son ensemble (pour les entreprises intégrées), soit dans les économies auxquelles appartiennent les entreprises de transport.

produit. En bref les importations en provenance de ou à destination des pays exportateurs de pétrole devraient réagir positivement à l'évolution du prix du pétrole.

Une relation hypothétique entre la distance et les coûts de transport : coûts marginaux décroissants de la distance et économies d'échelle

Pour estimer le coût marginal de la distance dans le transport ou l'élasticité du coût de transport par rapport à la distance et son évolution dans le temps, il faudrait pouvoir établir une relation où le coût moyen de transport serait fonction de la distance, ainsi que d'autres facteurs servant de variables de contrôle¹⁰.

Supposons donc une fonction où la variable expliquée est c_{ijt} , le coût unitaire de transport entre le pays i et le pays j pour l'année t exprimé en pourcentage des exportations de j vers i . On peut représenter ce coût à partir d'un modèle de panel, analogue à celui du modèle de gravité, comme une fonction

$$c_{ijt} = f(D_{ij}, tD_{ij}, IJ, t, \dots) \quad (5)$$

avec $c' = \partial c_{ijt} / \partial D_{ij} = f'(t)$ le coût marginal de transport selon la distance ou, si le modèle est estimé sous forme logarithmique, l'élasticité du coût de transport par rapport à la distance. Dans ce modèle les effets fixes de couples IJ , introduits comme dans le modèle (2), permettent de prendre en compte l'ensemble des variables qui déterminent de façon permanente les coûts de transport entre pays i et pays j (incluant la technologie du transport...), cependant que le facteur t capte l'ensemble des variables qui affectent de façon générale et tendancielle l'évolution des coûts de transport internationaux.

Deux hypothèses complémentaires peuvent être introduites quant à la forme de cette relation, celle de coûts marginaux décroissants de la distance et celle d'économies d'échelle.

a) Dans ce qui précède nous nous sommes interrogés sur une éventuelle baisse dans le temps du coût marginal de la distance dans le transport ou de son élasticité par rapport à la distance. Il est aussi probable que le coût marginal de la distance décroît avec la distance. Ce qui peut contribuer à la mondialisation β c'est alors non seulement que le niveau du coût marginal de la distance s'abaisse quand la distance augmente, mais aussi que sa *décroissance* s'accélère. Cependant l'élasticité du coût par rapport à la distance ne diminue pas nécessairement avec la distance en raison du poids relativement déclinant des coûts fixes de transport au fur et à mesure que la distance augmente. En bref si la baisse *dans le temps* des coûts fixes de transport accroît l'élasticité du coût par rapport à la distance, la baisse de leur part relative dans le coût unitaire total *lorsque la distance s'accroît* a pour effet d'accroître l'élasticité, mais cet effet peut être compensé par la baisse du coût marginal de la distance lorsque celle-ci s'accroît¹¹.

¹⁰ Une telle fonction, si elle inclut des variables explicatives qui ne sont pas dans le modèle de gravité, peut servir d'autre part à introduire la valeur estimée de c_{ijt} dans le modèle de gravité de façon à éviter le risque d'endogénéité.

¹¹ Remarquons que si la fonction du coût (équation 5) est écrite sous forme logarithmique et si le coût marginal de la distance ne varie pas avec celle-ci, l'élasticité des coûts de transport par rapport à la distance serait au maximum égale à l'unité, ce qui serait le cas soit s'il n'y avait pas de coût fixe, soit si la distance tendait vers l'infini. On montre en effet que pour une distance égale à x , un coût marginal d'une augmentation de la distance égale à c' , et un coût fixe égal à x , l'élasticité est égale à $(c'x)/(x + c'x)$.

Pour capter ces effets, il faudrait introduire dans l'équation (5) une variable D_{ij}^2 , à côté de D_{ij} : dans la spécification logarithmique un coefficient positif de D_{ij} , associé à un coefficient négatif de D_{ij}^2 traduirait la décroissance *avec la distance* de l'élasticité du coût par rapport à la distance (on suppose que le point de retournement est au-delà des distances observées) ; pour exprimer simultanément le caractère de plus en plus ou de moins en moins déclinant en fonction de la distance de l'élasticité, on introduit une variable tD_{ij}^2 , à côté de tD_{ij} : on estime ainsi l'évolution de la courbe représentant l'impact de la distance sur les coûts de transport.

b) On peut aussi faire l'hypothèse que les coûts de transport sont d'autant plus faibles que le *volume des transactions* est plus élevé. Ceci pourrait bien être l'explication majeure du fait que le coût des importations dans les pays d'Afrique sub-saharienne apparaissent plus élevés qu'ailleurs. Il faut donc introduire dans le modèle (4) deux variables représentatives du volume des transactions. Les deux variables doivent normalement être introduites dans le modèle d'une part de façon additive, pour tester l'effet d'échelle sur la composante fixe du coût de transport, d'autre part de façon multiplicative, pour tester un effet d'échelle sur le coût marginal. Le signe attendu du coefficient de ces variables est négatif.

Pour représenter le volume des transactions, il est commode de retenir, plutôt que les importations totales du pays importateur et les exportations totales du pays exportateur trop liées à la variable expliquée, le PIB des deux pays partenaires, qui de plus permet de saisir les économies d'échelle dues au volume total des activités (ou au volume potentiel du commerce). Il ne reste plus alors qu'à ajouter cette variable multipliée par la distance. Ainsi la croissance du produit qui, comme on l'a vu, agit sur la mondialisation au sens large (mondialisation-intégration) de façon directe à travers les coefficients α_{ri} de Y_i et α_{rj} de Y_j de l'équation (3), peut aussi contribuer à la diminution des coûts unitaires de transport donc des obstacles dus à la distance. Elle contribue ainsi et d'une façon indirecte à la mondialisation β et à travers elle à la mondialisation-intégration.

c) On doit enfin tenir compte de la situation géographique particulière de certains pays, notamment du caractère limitrophe de certains pays exprimé comme dans le modèle (3), avec la variable L_{ij} , ou de toute autre caractéristique permanente comme le caractère enclavé, que l'on saisit par des effets fixes de couples. La relation représentant les coûts unitaires de transport en fonction de la distance et des variables structurelles de contrôle peut alors s'écrire :

$$c_{ijt} = f(D_{ij}, tD_{ij}, D_{ij}^2, tD_{ij}^2, Y_{it}Y_{jt}, D_{ij}Y_{it}, D_{ij}Y_{jt}, IJ, t) \quad (5bis)$$

Le problème est évidemment que l'on ne dispose pas d'observations systématiques des coûts de transport entre pays partenaires et de leur évolution. Pour des raisons indiquées dans l'encadré II, il n'a pas été possible d'utiliser à cette fin l'écart relatif entre les valeurs c_{af} et c_{fb} des flux de commerce entre pays partenaires.

Un modèle de gravité élargi

Le modèle de gravité du commerce bilatéral peut être considéré comme une forme réduite d'un modèle structurel où d'une part le commerce bilatéral serait, entre autres, fonction du coût de transport et où d'autre part ce coût serait, entre autres, fonction de la distance¹².

Si donc on veut tenir compte des différentes modalités selon lesquelles les coûts de transport sont influencés par la distance et donc peuvent agir sur le commerce bilatéral en fonction de la distance, il est possible, en partant des équations (2) et (5bis), d'écrire le modèle de gravité sous la forme réduite suivante :

$$X_{ijt} = f(Y_{it}, Y_{jt}, N_i, N_j, S_i, S_j, D_{ij}, tD_{ij}, t^2D_{ij}, L_{ij}, tL_{ij}, D_{ij}^2, tD_{ij}^2, t^2D_{ij}^2, D_{ij} \cdot Y_{it} \cdot Y_{jt}, IJ, t, t^2) \quad (7)$$

A supposer ces différentes variables significatives et conformément aux hypothèses avancées, l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance devient :

$$\beta_t^* = \partial X_{ijt} / \partial D_{ijt} = f(t, t^2, D_{ij}, tD_{ij}, t^2D_{ij}, Y_{it}, Y_{jt}) \quad (A7)$$

Cette formulation résume les hypothèses présentées ci-dessus. L'élasticité du commerce par rapport à la distance dépend

- de la distance elle-même (D_{ij}), en raison d'une vraisemblable diminution de l'élasticité des coûts de transport (par rapport à la distance) ;
- du volume des transactions ($Y_i Y_j$), générateur d'économies d'échelle dans les coûts de transport ;
- de l'influence exercée au cours du temps par le prix de l'énergie, la technologie de transport, la composition plus ou moins pondéreuse et encombrante des marchandises échangées, influence qui n'est pas nécessairement linéaire au cours de la période examinée, et qui de plus peut agir sur le niveau des coûts marginaux de transport ou sur leur décroissance en fonction de la distance, ce que l'on saisit à travers les quatre variables t , t^2 , tD_{ij} et t^2D_{ij} .

A partir de l'indicateur β_t^* (< 0) correspondant à la formule (8), on déduit le critère de la

mondialisation géographique du commerce. Il y a mondialisation géographique tant que :

$$\frac{\partial \beta_t^*}{\partial t} = f(t, D_{ij}, tD_{ij}) > 0 \quad (B7)$$

¹² En conséquence, si la distance agit sur le commerce seulement à travers les coûts de transport, l'élasticité β_t^* du commerce (bilatéral) par rapport à la distance, dont l'évolution est le critère de la mondialisation géographique (équation 4) est le produit de l'élasticité du commerce par rapport au coût de transport et de l'élasticité de ce coût par rapport à la distance. Si donc la valeur absolue de l'élasticité du commerce par rapport à la distance diminue (augmente), ce peut être en raison d'une diminution (augmentation) de l'élasticité du commerce par rapport au coût de transport ou en raison d'une baisse (hausse) de l'élasticité de ce coût par rapport à la distance, l'autre demeurant inchangée. Comme ces deux dernières élasticité, dont l'une est positive et l'autre négative, peuvent évoluer l'une et l'autre en fonction du temps, et pas nécessairement dans le même sens, il est normal de ne pas considérer l'élasticité du commerce par rapport à la distance comme une fonction linéaire du temps et d'avoir introduit dans le modèle (3) le terme $t^2 D_{ij}$. Naturellement l'élasticité du commerce par rapport à la distance peut aussi être une fonction non linéaire du temps, dès lorsque l'une ou l'autre des deux élasticité dont elle est le produit n'est pas elle-même une fonction linéaire du temps.

Dans les tests économétriques qui suivent on s'efforce de repérer la mondialisation géographique sur la période allant de 1962 à 1994 en trois étapes successives :

- d'abord à partir du modèle (3) en testant l'existence d'une mondialisation géographique sur l'ensemble de la période et en considérant la tendance de l'élasticité β^*_{it} donnée dans la formule (4), donc en recourant au critère de la formule (5) ;

- ensuite en testant l'existence de deux phases successives dans la tendance de l'élasticité β^*_{it} (telle que donnée par la formule (4bis) et en recourant au critère (5bis) ;

- enfin, en se référant au modèle (7) en cherchant à expliciter les facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance, telle que donnée par la formule (8) et selon le critère de la formule (9).

3 - Construction du modèle économétrique

Les données

Les données sur les importations totales bilatérales, incluant le pétrole, proviennent de la base COMTRADE de l'ONU, les valeurs ont été déflatées par un indice des prix mondiaux à l'importation tiré des Statistiques Financières Internationales (SFI). Le PIB réel total est tiré des Statistiques Financières Internationales(SFI), le PIB réel par tête est calculé en divisant le PIB réel total par la population tirée des SFI. L'indice de prix du pétrole a été obtenu dans les SFI et a également été déflaté par l'indice des prix mondiaux à l'importation.

Les données de distance sont extraites d'un logiciel distancier de la société CVN, il s'agit d'une distance orthodromique, c'est dire que la distance séparant un point A d'un point B est mesurée par l'arc de grand cercle sous tendu par le corde $[AB]^{13}$. Une variable de voisinage prend la valeur 1 si les pays ont une frontière terrestre commune.

L'échantillon comprend potentiellement 148 pays à la fois en développement et développés. La matrice de données pourrait comporter 21756 couples en raisonnant respectivement sur le commerce dans les deux sens et non sur le commerce total, mais en raison de données manquantes ou de l'absence de commerce entre certains pays elle inclut 4774 couples. Les observations portent sur la période 1962-1995 et n'ont pas fait l'objet d'un

cylindrage. Néanmoins n'ont été retenus que les couples pour lesquels on dispose d'au moins trois observations dans la période 1962/1972 et d'au moins trois observations dans la période 1973/1995 dans les deux sens. Avec ces contraintes, l'échantillon finalement retenu comporte 122596 observations. Il permet de prendre en compte le commerce de l'ensemble des parties du monde, y compris l'Afrique, ce qui est important pour la question traitée.

La méthode économétrique

Les équations ont été estimées à l'aide de techniques de données de panel. Un effet couple a été introduit qui permet de tenir compte de caractéristiques inobservables entre les partenaires, comme par exemple la proximité culturelle ou linguistique ou des relations historiques particulières¹⁴.

Pour prendre en compte cette hétérogénéité entre les couples, il est possible de le faire soit par des effets fixes, soit par des effets aléatoires. En l'absence de corrélation entre les effets individuels et les variables explicatives, les deux types d'effets conduisent à des estimations convergentes, toutefois les effets aléatoires permettent d'obtenir des estimateurs à variance minimale. Lorsque les effets sont en revanche corrélés avec les variables explicatives, seuls les effets fixes permettent d'obtenir des estimateurs convergents. Un test de Hausman permet de tester la présence d'une corrélation entre les effets individuels et les variables explicatives. Un modèle à effets fixes peut conduire à estimer une équation incluant un trop grand nombre de variables, il faudrait inclure 4774 variables muettes dans nos équations. Aussi dans ce cas, il est équivalent d'estimer un modèle intra (within) dans lequel les variables sont mesurées en écart par rapport à la moyenne sur l'ensemble de la période. Cette façon de procéder permet certes d'exclure les effets fixes spécifiques mais elle élimine également les variables qui ne varient pas dans le temps. Ainsi, la variable de voisinage et la variable distance disparaîtraient des équations.

Au vu de ces observations, pour estimer des équations qui comportent à la fois des effets fixes et des variables constantes dans le temps, nous avons utilisé la méthode des

¹³ Il serait également possible d'utiliser une distance loxodromique qui n'est pas la plus courte mais qui présente l'avantage de couper chaque méridien selon un angle constant contrairement à la distance orthodromique. Cf Hainry G., « Jeux Mathématiques et Logiques », <http://www.univ-lemans.fr/~hainry/articles.loxonavi>.

¹⁴ Si l'on avait travaillé sur des coupes instantanées, ces effets inobservables n'auraient pu être pris en compte et auraient constitué une source de biais.

variables instrumentales (MVI) de Hausman et Taylor¹⁵. Nous avons fait l'hypothèse que les variables de voisinage et de distance étaient exogènes, les seules variables considérées comme pouvant être endogènes étant les variables de PIB et de PIB par tête. Les instruments sont donc pour les variables exogènes variant dans le temps, les moyennes de ces variables et les écarts à la moyenne, pour les variables endogènes variant dans le temps, les instruments sont les écarts à la moyenne de ces variables, les variables sans dimension temporelle mais exogènes sont introduites dans la liste des instruments.

Une première estimation MVI est réalisée, elle permet de calculer une pondération qui sert à construire des variables transformées. Les variables transformées, y compris la variable expliquée, sont obtenues en ajoutant aux variables leur valeur moyenne sur la période multipliée par la pondération calculée lors de la première estimation. Une seconde estimation MVI est alors effectuée sur ces variables transformées en prenant comme instruments ceux définis précédemment. Pour apprécier si le recours à une méthode de type Hausman et Taylor est justifiée, un test de Hausman est réalisé, il compare l'estimateur MVI à un estimateur MCQG de modèle à effets aléatoires. Les t de Student sont corrigés par la méthode de White pour tenir compte d'une possible hétéroscédasticité.

Pour apprécier la qualité de l'estimation nous reportons dans les tableaux de résultat les F tests et les R carrés.

4 - Résultats des estimations

Les principales estimations du modèle de gravité sont présentées dans le tableau I.

Quant à la forme du modèle de base

Deux conclusions principales ressortent des variantes estimées du modèle de base, correspondant à l'équation (1) :

- le modèle avec des coefficients imposés identiques pour Y_i et Y_j (PIB des pays partenaires) ainsi que pour N_i et N_j (population des pays partenaires) (col. 1bis) apparaît un peu moins bon que le modèle avec coefficients spécifiques pour les pays importateurs (i) et les pays exportateurs (j) (col. 1) ;

- alors que les coefficients des variables Y_i et Y_j ne diffèrent que légèrement, ceux des variables N_i et N_j diffèrent fortement, ainsi que ceux des variables S_i et S_j (les superficies des pays partenaires) le coefficient (négatif) des pays importateurs étant en valeur absolue très inférieur à celui des pays exportateurs pour la population et très supérieur pour la superficie.

¹⁵ Hausman J.A. et Taylor W.E., « Panel data and unobservable individual effects », *Econometrica*, Vol.49, n°6, November

Dans les estimations suivantes, on a donc introduit de façon distincte les variables relatives aux deux pays partenaires.

Les sources élémentaires sur trente ans de la mondialisation-intégration

Deux principales conclusions peuvent être tirées des estimations du modèle de base relatives à la mondialisation au sens large du terme, à savoir l'intégration des économies nationales au commerce mondial :

- la croissance du PIB a été la source principale de l'accroissement du ratio du commerce extérieur au PIB ; les élasticités par rapport à Y_i et Y_j sont voisines de l'unité ;
- le trend temporel, lequel rappelons-le capte une multitude de facteurs, est au contraire de signe négatif.

D'autre part les coefficients (élasticités) des variables représentatives de la distance et du caractère limitrophe apparaissent avec les signes attendus, de façon très significative, et à des niveaux voisins de ceux que l'on trouve dans la littérature (- 0,8 à - 0,9 pour la distance, + 0,9 à + 1,0 pour le caractère limitrophe)¹⁶. Nous nous interrogeons maintenant sur l'évolution de leur influence au cours du temps.

Absence sur trente ans de mondialisation géographique et régionalisation

Pour tester l'existence d'une "mondialisation β " ou "mondialisation-rapprochement" (ainsi que d'une moindre régionalisation du commerce entre pays limitrophes), c'est-à-dire d'une mondialisation du commerce extérieur au sens d'allègement des contraintes liées à la distance, les variables multiplicatives tD_{ij} et tL_{ij} ont été introduites dans le modèle (cf. colonne 2 du tableau correspondant à l'équation (2) supra et au critère de mondialisation donné par les formules (2A) et (2B) supra).

Il apparaît que le coefficient (β_1) de la variable tD_{ij} est significativement négatif. Ceci signifie que l'effet négatif de la distance sur la structure du commerce mondial a eu tendance à s'accroître. Autrement dit l'influence des coûts liés à la distance, d'une façon qui, selon les hypothèses avancées plus haut, n'est qu'apparemment paradoxale, n'a pas baissé durant les trente dernières années. En ce sens, il n'y a pas eu mondialisation du commerce.

Simultanément le coefficient (β_2) de la variable tL_{ij} est significativement positif, ce qui traduit un renforcement des échanges entre pays voisins, toutes choses égales d'ailleurs. En ce sens,

1981, p.1377-1398.

qu'appuie la constatation précédente liée au coefficient β_1 , la tendance du commerce mondial manifeste une régionalisation croissante.

En revanche on note que dans ce modèle le trend résiduel (additif et non multiplicatif) devient positif, traduisant l'existence de facteurs autres que géographiques ayant contribué à l'intégration des économies nationales au commerce mondial, c'est-à-dire à la mondialisation au sens large.

Infléchissements en cours de période

La tendance observée n'étant pas nécessairement linéaire, on a cherché à voir si des périodes distinctes apparaissent en introduisant les variables t^2 , t^2D_{ij} , t^2L_{ij} (cf. colonne 3 du tableau)¹⁷. Les trois variables sont significatives à côté des trois précédentes (t , tD_{ij} et tL_{ij}), ce qui fait respectivement apparaître trois changements de tendance, présentés ici dans l'ordre inverse.

On doit d'abord noter qu'en 1981 le trend temporel additif de positif devient négatif, ce qui manifeste un changement dans l'influence nette des facteurs autres que géographiques ayant agi sur la mondialisation au sens large.

Ensuite, s'agissant de l'effet du voisinage (caractère limitrophe) sur le commerce bilatéral, il apparaît que la tendance à son renforcement (noté sur l'ensemble de la période à partir de la colonne 5) n'a été effective qu'à partir du milieu des années soixante-dix.

Enfin et surtout pour notre propos on note que l'élasticité du commerce bilatéral par rapport à la distance, correspondant à la formule (A3) donnée supra, est égale à :

$$\beta^*_{it} = -0,57 - 0,033 t + 0,001 t^2$$

ce qui signifie que cette élasticité (négative) a eu tendance en valeur absolue à augmenter jusqu'en 1985 et à diminuer depuis. La mondialisation au sens d'allègement des contraintes dues à la distance ne serait ainsi manifestée qu'à partir de cette date, mais pas de façon suffisante pour compenser l'effet inverse qui l'a précédé (ce qui ressortait de la colonne 2 du tableau). Le graphique 3 représente, en fonction du temps, l'évolution de l'élasticité d'une part de façon linéaire (estimation du modèle 2), d'autre part de façon quadratique (estimation du modèle 3). La date du point de retournement peut laisser supposer une influence de la chute du prix du pétrole, hypothèse que l'on examine maintenant.

¹⁶ Cf. par exemple les estimations récentes de Frankel (1997), qui toutefois trouve des coefficients un peu inférieurs pour le caractère limitrophe, en raison du fait qu'il introduit simultanément des variables muettes d'appartenance à des ensembles régionaux.

¹⁷ On a également introduit t^3 , t^3D_{ij} , t^3L_{ij} , mais sans résultats vraiment significatifs.

L'influence apparente, mais limitée, du prix du pétrole

Pour expliquer le paradoxe apparent d'une absence de mondialisation β - ou de phases de sens opposé - on a introduit dans le modèle précédent des variables supposées représenter le coût de l'énergie, qui est une composante importante des coûts de transport variables avec la distance.

Nous repartons du modèle où les tendances temporelles sont linéaires (résultats de la colonne 2). Dans la colonne 4, on introduit comme mesure approchée du coût du transport le prix du pétrole, additivement (p_t) et multiplicativement ($D_{ij} \cdot p_t$), ainsi que les variables D_{ij} et tD_{ij} . Le coefficient de la variable $D_{ij} \cdot p_t$ a, de façon significative, le signe négatif attendu (effet du coût marginal selon la distance). Et la variable p_t apparaît avec un signe positif, comme on pouvait aussi l'attendre (cf. supra p.16). On note que les variables D_{ij} et tD_{ij} demeurent significatives, mais avec des coefficients de moindre valeur absolue¹⁸.

On a représenté sur le graphique 3 l'évolution simulée de l'élasticité du commerce par rapport à la distance pour un prix réel du pétrole constant et égal à sa valeur de 1962, évolution simulée selon la relation linéaire en fonction du temps (modèle 4).

C'est dire que les coûts de transport, ou en tout cas l'ensemble des obstacles au commerce liés à la distance, ont été incomplètement saisis par cette mesure approchée du coût marginal de la distance dans le transport qu'est le prix du pétrole. Celui-ci bien sûr ne représente qu'une partie des coûts variables de transport. Une autre part substantielle est constituée par les dépenses de personnel navigant. Or, comme on l'a envisagé plus haut, la hausse tendancielle du niveau réel des rémunérations salariales par unité de distance parcourue peut, si elle n'a pas été compensée par un accroissement équivalent de la productivité, être un facteur d'augmentation du coût marginal de la distance dans le transport. Rappelons enfin que la forte baisse des coûts de transport indépendants de la distance est en elle-même, selon la forme log.log supposée des relations, un facteur de diminution de l'élasticité des coûts de transport par rapport à la distance, dans la mesure où le coût marginal de la distance diminue relativement moins que le coût moyen de transport à distance donnée.

Prise en compte de divers facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution des coûts de transport

Enfin, de façon à mieux spécifier la façon dont les coûts de transport sont susceptibles d'influencer l'élasticité du commerce par rapport à la distance, on a estimé le modèle (6) présenté plus haut, forme réduite d'un modèle structurel de détermination du commerce et des coûts de transport. Ce modèle, rappelons-le, permet à la fois de tester l'hypothèse d'économies d'échelle dans les coûts de transport, celle d'une élasticité des coûts par rapport à la distance décroissante avec la distance, en même temps que l'existence d'une tendance temporelle non nécessairement linéaire résultant des autres

facteurs agissant sur l'élasticité. Le modèle a été estimé d'abord sans le terme en D^2 correspondant à l'élasticité décroissante selon la distance, puis avec lui. Les résultats sont présentés dans les colonnes (5) et (6).

L'ensemble des variables identifiées supra dans l'équation (6) apparaissent significatives avec les signes attendus¹⁹. Les hypothèses d'élasticité décroissante avec la distance et d'économies d'échelle ne sont pas rejetées. D'autre part, le modèle permet de saisir l'évolution, non linéaire, de l'indicateur de mondialisation géographique ; l'élasticité du commerce par rapport à la distance est, en introduisant (colonne 5), puis en n'introduisant pas (colonne 6) les termes en D^2 , dans le modèle :

$$\beta^*_{it} = - 1,20 - 0,038 t + 0,0014 t^2 + 0,008 Y_i \cdot Y_j$$

$$\beta^*_{it} = - 1,02 + 0,13 t - 0,004 t^2 - 0,02 tD_{ij} + 0,0006 t^2D_{ij} + 0,008 Y_i \cdot Y_j$$

Le premier modèle fait de nouveau apparaître un point de retournement dans l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance dont la valeur absolue s'accroît jusqu'en 1988 et diminue ensuite... On serait tenté d'y voir l'effet retardé de la baisse du prix du pétrole. Mais le second modèle, bien que non linéaire, ne fait pas apparaître de point de retournement sur la période couverte : de 1962 à 1995, l'élasticité (< 0) du commerce bilatéral par rapport à la distance (en valeur absolue) augmente de façon de plus en plus faible²⁰. Ainsi le poids de la distance dans le commerce de 1962 à 1995 s'est, semble-t-il, accru. Ces deux fonctions représentatives de l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance ont respectivement fait l'objet des figures 4 et 5, pour des valeurs supposées de Y_i Y_j (équation 6), ainsi que de D_{ij} (équation 7) (ce dernier modèle a également permis de représenter, dans la figure 6, l'impact de la distance sur le commerce, respectivement en début et fin de période, pour deux valeurs supposées du facteur d'échelle, $Y_i Y_j$).

Deux hypothèses peuvent expliquer ce résultat. La première est liée à l'évolution de la structure des coûts de transport, plus précisément à une baisse plus prononcée des coûts de transport fixes quelle que soit la distance que des coûts variables avec elle, et peut-être à une hausse du niveau réel des autres éléments que l'énergie déterminant les coûts marginaux de la distance dans le transport, en particulier la hausse des dépenses de personnel par unité de distance parcourue. Une autre hypothèse est qu'au cours des dix dernières années couvertes par cette recherche, la libéralisation du commerce a été plus intense entre pays situés dans la même région géographique qu'entre pays lointains.

5 - Conclusion

Nous avons distingué deux concepts de mondialisation, l'un correspondant à l'augmentation de la part du commerce dans l'activité des pays, la mondialisation-intégration, l'autre à

¹⁸ On note d'autre part (colonne 4bis) que lorsque les variables représentant le prix du pétrole sont introduites dans le modèle où les tendances ne sont plus linéaires, mais quadratiques (termes en t^2), les variables t^2D_{ij} et t^2 demeurent significatives, mais $p \cdot D_{ij}$ n'est que faiblement significatif et p_i ne l'est plus.

¹⁹ Seuls les coefficients des variables y_i et y_j peuvent prêter à une interprétation ambiguë.

²⁰ Du moins est-ce le cas pour une valeur de D_{ij} égale ou supérieure à environ 1000 km ($\log 1000 = 6,9$).

l'allègement des obstacles au commerce liés à la distance, qualifiée de mondialisation géographique. Le critère retenu pour repérer une mondialisation géographique est la baisse de la valeur absolue de l'élasticité (négative) du commerce bilatéral par rapport à la distance. L'évolution de cette élasticité a été estimée à partir d'un modèle de gravité du commerce extérieur établi en panel sur un vaste échantillon de pays de divers niveaux de développement.

Il est apparu que si la mondialisation-intégration était évidente, la mondialisation géographique, n'était aucunement manifeste. La tendance générale sur trente ans a plutôt été à l'accroissement du poids de la distance dans la détermination du commerce, ce que traduit la hausse de la valeur absolue de l'élasticité du commerce par rapport à la distance. De plus le commerce entre pays limitrophes a eu tendance à s'intensifier.

Certes l'évolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance laisse apparaître un retournement de tendance dans la seconde moitié des années quatre-vingt, peut-être sous l'influence de la baisse du prix du pétrole (ce prix d'ailleurs paraît agir de façon significative sur le niveau de l'élasticité). Mais le retournement repéré vers 1988 dans un modèle qui teste également l'influence d'économies d'échelle (élasticité variable selon le volume des transactions), cesse d'être sensible lorsqu'est simultanément testée (de façon significative) l'hypothèse d'une décroissance de l'élasticité en fonction même de la distance (coûts marginaux décroissants avec la distance). Alors selon ce modèle l'impact négatif de la distance sur le commerce a continué de s'accroître sur toute la période, c'est-à-dire jusqu'en 1995, mais à un rythme décroissant. Loin d'être abolie la distance s'est "renforcée".

Dans une étape ultérieure le modèle présenté devrait permettre d'examiner ce qui dans l'absence apparente de mondialisation géographique du commerce mondial est imputable à l'évolution de la structure des coûts de transport, baisse particulièrement prononcée des coûts indépendants de la distance et hausse éventuelle des coûts marginaux de la distance, ainsi que peut-être aux changements de politique économique, en particulier à des libéralisations plus régionales que mondiales.

Encadré 1 : Le modèle de base de gravité et ses variantes

Dans sa version la plus élémentaire et la plus analogue au principe newtonien le modèle de gravité s'écrit (mêmes symboles qu'au texte) :

$$X_{ij}^* = (X_{ij} + X_{ji}) = f [(Y_i \cdot Y_j), D_{ij}] \quad (A1)$$

Les fondements théoriques de cette relation, au demeurant robuste sur le plan empirique, restent controversés. Le fondement auquel il est fait le plus souvent référence est celui donné par Helpman et Krugman, à savoir l'existence d'une demande de différence et de produits différenciés par entreprises, lesquelles sont en situation de concurrence monopolistique. Mais récemment Deardoff a montré que le modèle de gravité pouvait aussi trouver son fondement dans la théorie H.O. (voir notamment Deardoff 1997, de Melo et Grether 1997, Frankel 1997).

Nous supposons dans ce qui suit que la forme log-log est celle qui convient le mieux pour écrire ce modèle et que donc les variables s'expriment en logarithmes.

Deux principaux types de variantes sont à considérer dans ce modèle de base, entendu au sens de modèle n'incluant pas de variables de politique économique.

a) "Commerce" ou "flux unidirectionnels" ? Traitement identique ou différencié des pays importateurs et exportateurs ?

Certains modèles de gravité considèrent de façon agrégée le commerce entre pays i et j , c'est-à-dire les exportations plus importations. D'autres, c'est le cas ici, introduisent de façon distincte les exportations de i vers j et les importations de j vers i : il est alors logique de considérer Y_i et Y_j comme variables explicatives séparées, et donc d'abandonner la restriction d'hypothèse du modèle initial conduisant à attribuer le même coefficient à Y_i et Y_j : le coefficient de Y_i correspond alors à l'offre d'exportation, celui de Y_j à la demande d'importation. Le modèle de base devient

$$X_{ij} = f (Y_i, Y_j, D_{ij}) \quad (A2)$$

En fait, comme on le verra, les coefficients de Y_i et Y_j sont significativement différents l'un de l'autre.

b) Produit global seul ou produit global *et* produit par tête ou population

De nombreux modèles de gravité (voir par exemple le survey de Oguledo et Macphee 1994) incluent à côté du produit global des partenaires (Y_i et Y_j), le chiffre de leur population (N_i et N_j) ou leur produit par tête (y_i et y_j), selon des raisons diverses sur lesquelles on revient plus loin. En fait, dès lors que la relation a une forme logarithmique, il revient au même d'introduire à côté de Y_i et Y_j soit N_i et N_j , soit y_i ($=Y_i/N_i$) et y_j ($=Y_j/N_j$) (de Melo et Grether 1997, Frankel 1997). Le coefficient de l'une des variables se déduit de ceux des deux autres. Ainsi en partant du modèle A1, on a indifféremment (et en posant $\alpha' = \alpha + \pi$) :

$$X_{ij}^* = \alpha (Y_i \cdot Y_j) + \pi (N_i \cdot N_j) + \gamma D_{ij} \quad (A3)$$

$$= \alpha' (Y_i \cdot Y_j) - \pi (y_i \cdot y_j) + \gamma D_{ij} \quad (A3bis)$$

$$= \alpha (y_i \cdot y_j) + \alpha' (N_i \cdot N_j) + \gamma D_{ij} \quad (A3ter)$$

De même peut-on introduire, comme le font certains auteurs, la superficie des pays partenaires (soit S_i et S_j), ou encore, de façon équivalente si le modèle inclut aussi N_i et N_j , la densité de population (soit d_i et d_j) dans les pays partenaires. Ainsi en partant du modèle A3 et en opposant $\alpha'' = \alpha + \pi + \partial$ =

$$X_{ij}^* = \alpha (Y_i \cdot Y_j) + \pi (N_i \cdot N_j) + \pi (S_i \cdot S_j) + \gamma D_{ij} \quad (A4)$$

$$= \alpha'' (Y_i \cdot Y_j) - (\pi + \partial) (Y_i \cdot Y_j) - \partial (d_i \cdot d_j) + \gamma D_{ij} \quad (A4bis)$$

Mais si, comme indiqué précédemment, on raisonne sur les exportations de i vers j (et non sur les exportations et importations) et si l'on ne suppose plus identiques les coefficients des variables caractéristiques des pays partenaires, le modèle s'écrira :

$$X_{ij} = f(Y_i, Y_j, N_i, N_j, S_i, S_j, D_{ij}) \quad (A5)$$

$$= f(Y_i, Y_j, y_i, y_j, d_i, d_j, D_{ij}) \quad (A5bis)$$

Il est à noter que les deux formulations A5 et A5bis (ou A3 et A3bis), bien qu'algébriquement et économétriquement équivalentes, ne renvoient pas à la même interprétation théorique.

La formule avec le chiffre de la population se justifie par l'hypothèse d'un effet négatif de la dimension, laquelle est associée à des ressources et des activités diversifiées, pour un niveau global donné d'activité, effet ici pris en compte de façon distincte par le pays exportateur et le pays importateur.

La formule avec les produits par tête peut s'interpréter à la lumière de l'hypothèse qui sert à interpréter le rôle du produit global (hypothèse de substituts imparfaits) : X_{ij} est alors fonction positive de la valeur respective des produits par tête (ou de leur multiplication dans la formulation A3bis).

Mais cette formulation ne permet pas de tester deux autres hypothèses contradictoires, à savoir que le commerce entre deux pays (cf. Frankel 1997)

- soit dépend positivement de l'écart de ses revenus (ou dotations factorielles) (hypothèse H.O.)

- soit dépend au contraire négativement de cet écart en raison de la similitude des préférences et de la différenciation des produits (hypothèse de Linder).

Pour tester ces deux hypothèses, il conviendrait d'ajouter au modèle la valeur absolue de la différence des produits par tête. Le modèle serait alors :

$$X_{ij} = f[Y_i, Y_j, N_i, N_j, |y_i - y_j|, D_{ij}] \quad (A5)$$

ou $X_{ij} = f[Y_i, Y_j, y_i, y_j, |y_i - y_j|, D_{ij}] \quad (A5bis)$

Encadré II

L'écart relatif caf/fob comme mesure approximative des coûts de transport

Une mesure indirecte fréquente de l'évolution des coûts de transport est fournie par l'écart relatif entre la valeur des importations mesurées caf et celle des exportations correspondantes mesurées fob. La mesure est souvent effectuée au niveau mondial de façon à faire apparaître l'évolution du coût moyen de transport (cf. Banque Mondiale, *Rapport sur le développement dans le monde 1995*, figure 7.1) : la chute de l'indice de la valeur des coûts, assurances, frêt par rapport à la valeur fob a été entre 1960 et 1990 d'environ 50 %. On peut naturellement se demander si un tel indicateur n'est pas biaisé par une évolution différente de la qualité de l'enregistrement statistique à l'exportation et à l'importation, évolution qui peut être influencée par les politiques commerciales.

De plus l'indicateur est généralement établi à l'échelle du commerce mondial. Certes il pourrait l'être tout aussi bien pour chaque relation commerciale bilatérale dès lors qu'on dispose à la fois des exportations (fob) de j vers i et des importations (caf) de i en provenance de j . Alors que l'écart relatif des valeurs caf et fob fournit au niveau mondial un indicateur du coût moyen du transport dans l'échange international, le même écart établi pour chaque relation bilatérale fournirait un indicateur du coût moyen spécifique au transport entre deux pays. A partir de cet indicateur il serait possible d'estimer la fonction de coût unitaire du modèle (7). L'écart relatif entre les valeurs caf des importations et fob des exportations paraît refléter des erreurs systématiques d'enregistrement, qui se manifestent dans le fait que sur l'échantillon retenu dans près d'un tiers des cas l'écart est négatif. L'indicateur n'a donc pas semblé devoir être retenu sans que lui soient apportées des corrections, qui dépassent le cadre de ce travail.

Tableau – Résultats des estimations du modèle de gravité en panel
Variable expliquée : importations totales du pays i en provenance du pays j au cours de l'année t, t
allant de 1962 à 1995

	(1)	(1bis)	(2)	(3)	(4)	(4bis)	(5)	(6)
constante	-0.36 (5.18)	2.03 (38.67)	-0.55 (7.77)	-1.15 (15.25)	-1.19 (12.45)	-1.18 (12.14)	2.11 (11.97)	1.97 (5.87)
Y_{it}	0.93 (48.45)		0.94 (48.75)	1.00 (56.05)	0.95 (51.00)	1.01 (56.8)	0.21 (5.49)	0.22 (5.80)
Y_{jt}	1.07 (58.50)		1.08 (58.94)	1.17 (65.32)	1.15 (63.66)	1.18 (66.6)	0.36 (9.65)	0.36 (9.73)
Y_{it} · Y_{jt}		0.09 (77.44)						
N_{it}	-0.04 (1.68)		-0.04 (1.71)	-0.10 (3.90)	-0.05 (1.79)	-0.10 (4.09)	0.01 (0.49)	0.001 (0.05)
N_{jt}	-0.26 (11.73)		-0.26 (11.81)	-0.33 (15.00)	-0.32 (14.43)	-0.34 (15.6)	-0.25 (12.55)	-0.24 (12.05)
N_{it} · N_{jt}		-0.03 (5.20)						
D_{ij}	-0.87 (46.29)	-0.78 (44.38)	-0.78 (37.27)	-0.57 (22.33)	-0.44 (11.21)	-0.53 (12.76)	-1.20 (22.36)	-1.02 (3.08)
S_i	-0.11 (11.58)	-0.10 (12.42)	-0.11 (11.76)	-0.11 (11.97)	-0.12 (12.62)	-0.11 (11.92)	-0.14 (14.40)	-0.14 (14.47)
S_j	-0.02 (1.89)	-0.06 (7.52)	-0.02 (2.10)	-0.02 (1.81)	-0.02 (2.01)	-0.015 (1.67)	-0.04 (4.19)	-0.04 (4.74)
L_{ij}	1.00 (11.81)	0.88 (11.28)	0.86 (9.11)	1.15 (9.93)	0.90 (9.68)	1.14 (9.87)	1.09 (9.63)	1.11 (8.89)
t	-0.02 (29.58)	-0.02 (26.58)	0.02 (4.67)	0.20 (11.51)	0.01 (1.33)	0.19 (8.17)	0.26 (11.20)	-0.43 (3.8)
t · D_{ij}			-0.005 (10.57)	-0.033 (16.41)	-0.003 (5.59)	-0.03 (11.09)	-0.037 (13.83)	0.13 (4.92)
t · L_{ij}			0.008 (3.64)	-0.022 (2.40)	0.007 (3.25)	-0.02 (2.26)	-0.028 (3.13)	-0.001 (0.11)
t²				-0.005 (11.51)		-0.005 (7.95)	-0.005 (9.16)	0.016 (5.56)
t² · D_{ij}				0.001 (13.98)		0.001 (10.02)	0.001 (11.03)	-0.004 (6.26)
t² · L_{ij}				0.001 (3.14)		0.001 (3.02)	0.001 (3.71)	0.001 (0.36)
D_{ij} · Y_{it} · Y_{jt}							0.008 (21.83)	0.008 (22.33)
D_{ij}²								-0.01 (0.56)
t · D_{ij}²								-0.01 (6.19)
t² · D_{ij}²								0.0003 (7.16)
pt					0.510 (6.98)	0.02 (0.2)	0.10 (1.06)	0.09 (0.98)
pt · D_{ij}					-0.085 (10.07)	-0.01 (1.07)	-0.02 (1.84)	-0.02 (1.77)
R²								
F	3127	4433	2720	2504	2568	2267	3213	2765
Hausman(1)	54	1465	487	454	51	57	91	104

(1) Test des MVI versus MCQG. t 5% = 1,96 ; t 1% = 2,576.

Figure3 – Evolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance 1962 – 1995 (hypothèse d'absence d'économies d'échelle et d'élasticité constante quelle que soit la distance)

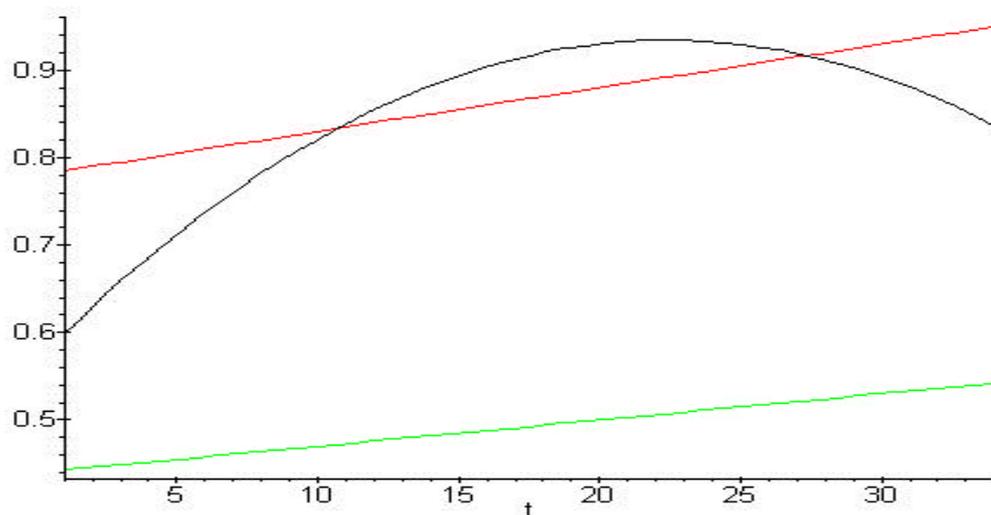


Figure 4 – Evolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance 1962- 1995 (économies d'échelle, mais élasticité constante quelle que soit la distance)

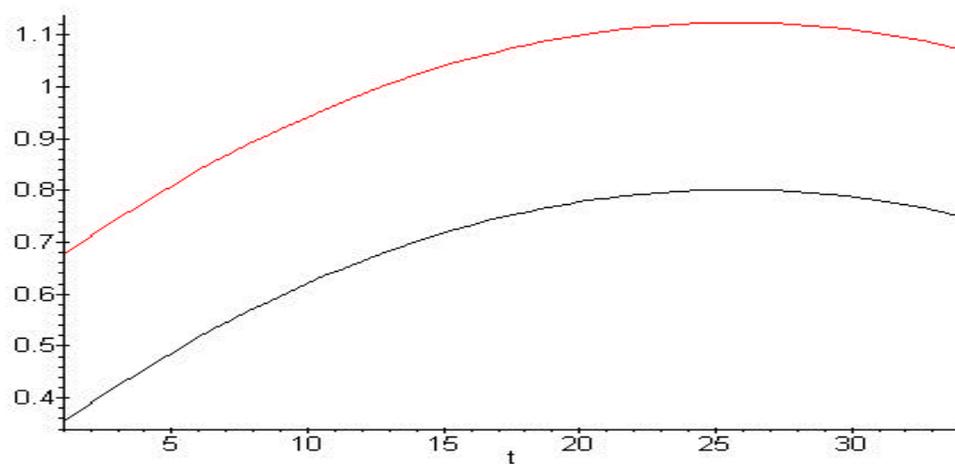


Figure 5 – Evolution de l'élasticité du commerce par rapport à la distance 1962 – 1995 (hypothèse d'économies d'échelle et d'élasticité variable avec la distance)

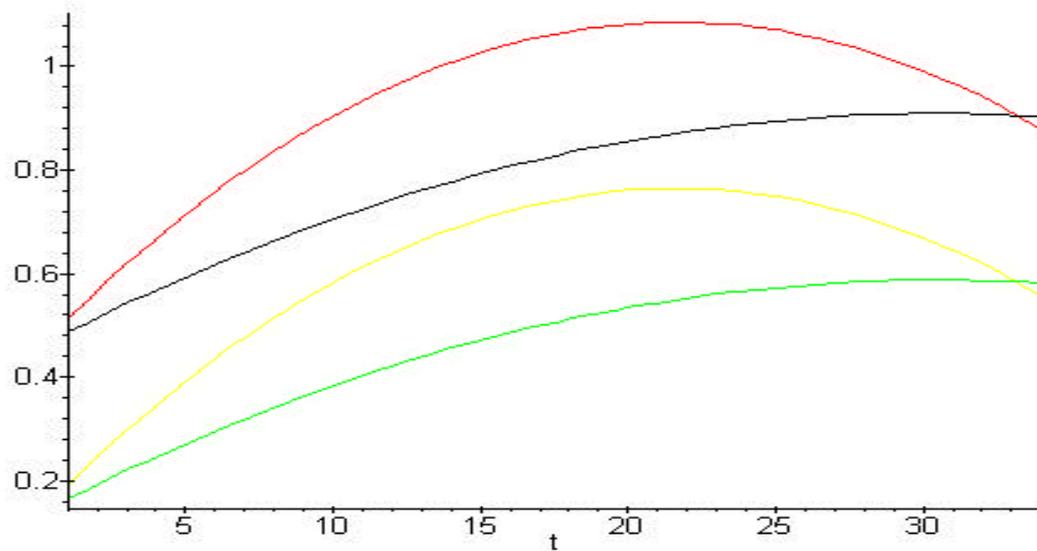
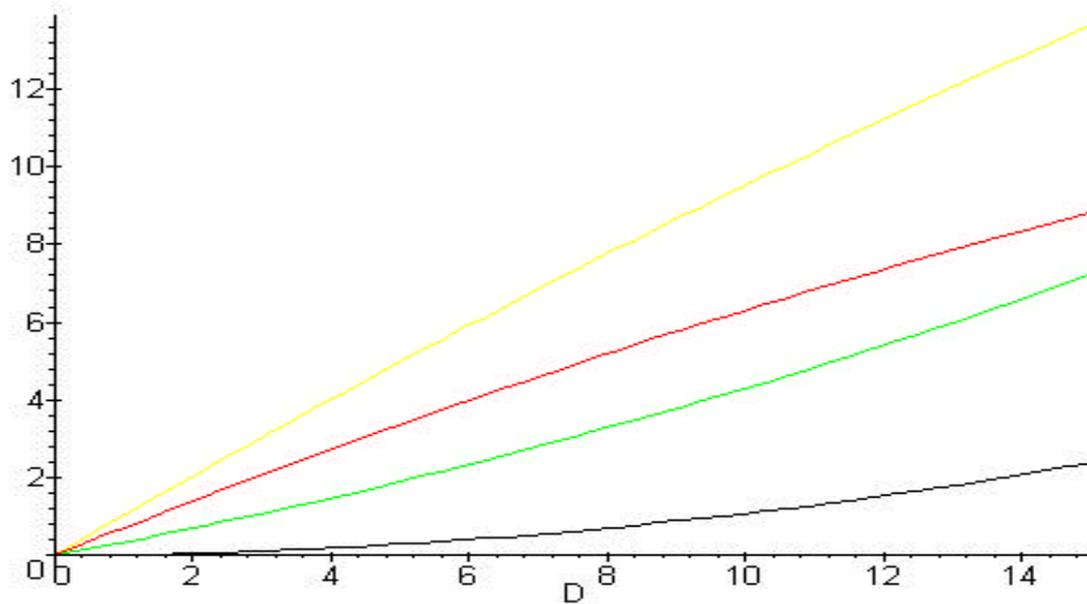


Figure 6 – Effets de la distance sur le commerce bilatéral en 1962 – 1995 pour des valeurs supposées de facteurs « échelle »



REFERENCES

COE D.T. and A.W. HOFFMAISTER (1998), "North-South Trade: Is African Unusual ?", *IMF Working Paper*, june.

- DEARDORFF A. (1997), "Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Classical World ?", in the *Regionalization of the World Economy*, ed. by Jeffrey Frankel, Chicago: University of Chicago Press, Forthcoming.
- FRANKEL J.A. (1997), *Regional Trading Blocs in the World Economic System*, Institute for International Economics, Washington, october.
- HAUSMAN J.A., TAYLOR W.E. (1981), "Panel Data and unobservable individual effects", *Econometrica*, Vol. 49, n° 6, november, p. 1377-1398.
- MELO J. de, GREYER J.M. (1997), *Commerce international. Théories et applications*, De Boeck Université, Collection Ouvertures Economiques, 846 p.
- OGULEDO V. and CRAIG MacPHEE (1994), "Gravity Models: A Reformulation and an Application to Discriminatory Trade Arrangements", *Applied Economics* 26, p. 107-120.
- RICHARDSON J. (1997), "Mondialisation et interdépendance : défis et opportunités sur le plan macrostructurel", *Revue économique de l'OCDE*, n° 9, p. 53.
- SANSO M., CUAIRAN R., SANZ F. (1993), "Bilateral Trade Flows, the Gravity Equation, and Functional Form", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXV, n° 2, may, p. 266-275.
- SCHMIEDEL F. (1998), *L'orientation géographique des échanges commerciaux de la Chine. Analyse de ses déterminants et de la position européenne à partir des modèles de gravité*, Thèse Nouveau Régime.