



## FRANCE-BELGIQUE, LA PERSISTANCE D'UN EFFET FRONTIÈRE

Didier ROBERT, Vincent SEBIRE,  
Claude GRASLAND, Christian CALZADA\*

Malgré le renforcement des relations entre la France et la Belgique ces dernières années (voir la Note de synthèse n°96 - novembre 1995), des barrières aux échanges subsistent. Cet article a pour objet d'évaluer les effets de barrière relatifs aux échanges routiers franco-belges de marchandises pour l'année 1989.

### Approche globale des freins aux échanges

Le **tableau n° 1** synthétise les résultats obtenus en évaluant l'effet frontière sur les flux globaux, d'une part à l'aide d'un modèle gravitaire, d'autre part par un modèle complet.

Dans l'approche gravitaire, on ne tient compte que de la capacité des lieux à échanger et de la distance, l'effet de partition n'est estimé qu'a posteriori.

Il apparaît que l'effet de la distance ( $\beta$ ) est compris entre -1,67 et -2,1 selon l'expression de celle-ci; la part des flux expliquée est de l'ordre de 90%.

L'effet barrière ( $\gamma$ ) oscille entre 0,24 et 0,32 c'est à dire que, toutes choses égales par ailleurs, les flux de marchandises internationaux sont trois à quatre fois plus faibles que les flux intranationaux.

La deuxième série de résultats correspond au **modèle complet (WILSON)**, dans lequel **les effets de la distance et de l'appartenance sont estimés en même temps** : l'ajustement est alors de meilleure qualité, de l'ordre de 95%. Le frein de la distance est légèrement moins fort, tandis que celui de la barrière augmente. Les flux France-Belgique et Belgique-France sont de 3,4 à 5,3 fois plus faibles, à distances et masses égales, que les flux France-France ou Belgique-Belgique.

### Analyse géographique des flux

L'hétérogénéité importante du phénomène étudié (les échanges de marchandises par la route) rend a priori délicate une approche globale modélisatrice, dans la mesure où elle implique des choix analytiques sur la notion de distance à retenir, l'influence du découpage spatial, etc.

Cependant si l'on retient comme distance la distance sur réseau routier, le modèle complet explique 93,9 % des flux avec un frein de la distance moyen de 1,6 et un effet de barrière relativement élevé de 0,18.

Les résidus les plus élevés concernent la Belgique, en raison d'échanges très importants entre provinces belges, cette différence reflétant le problème des échelles du découpage administratif.

De plus, les résidus positifs les plus forts sont en valeur absolue très nettement supérieurs aux résidus négatifs, ces derniers étant toutefois bien plus nombreux. Ceci étant, les résidus de ce modèle n'ont pas une structure spatiale particulière : ils ne sont pas corrélés avec la distance et ne font pas non plus apparaître la frontière. Cette répartition « aléatoire » des résidus indique que le modèle est satisfaisant, même si pour certains couples de régions la différence entre l'estimation et l'observation peut être élevée.

\* Cette étude a été menée dans le cadre de deux mémoires de DEA (Analyse Théorique et Epistémologique) de l'Université Paris I / Paris VII / ENS Fontenay Saint Cloud, sous la direction de M. Claude GRASLAND de l'Equipe P.A.R.I.S. et en collaboration avec M. Christian CALZADA du Département des Etudes Economiques du SES.

L'analyse de ces situations particulières : directions préférentielles entre deux régions ou, au contraire, relations faibles (effet de barrière), nécessite une connaissance de l'économie des régions, de leur complémentarité, des circuits de distribution et de transports. Comme elles sont le résultat de pratiques d'échanges au niveau de chaque produit, l'étude par types de marchandises peut éclairer certaines des relations constatées pour le total.

A titre d'exemple la province du Hainaut exporte beaucoup moins que prévu par le modèle vers les provinces de Namur, du Brabant wallon et du Limbourg. Cette même province a, par contre, des échanges privilégiés en direction de la Flandre occidentale et du Nord-Pas-de-Calais.

### **Analyse désagrégée par produit**

L'analyse de l'effet frontière par type de marchandise (tableau n° 2), permet de comparer la sensibilité des différents produits transportés aux coûts de transports, que ceux-ci soient déterminés par des facteurs physiques (distance) ou des facteurs politiques (frontières). Il est intéressant de remarquer que ces deux formes d'éloignement agissent de la même manière sur les différentes catégories de marchandises (corrélation entre les valeurs de  $\beta$  et de  $\gamma$ ). Les produits qui subissent les plus forts effets de frontière sont également ceux qui connaissent la décroissance la plus rapide des relations en fonction de la distance. Bien que les catégories NST se prêtent mal à une analyse très poussée, il semble que les échanges de produits « rares » ou de produits à forte valeur ajoutée subissent beaucoup moins l'influence de la proximité (spatiale ou territoriale) que les produits « courants » ou les produits à faible valeur ajoutée.

En ce qui concerne la distance, son effet varie entre 0.93 et 2.17. Ainsi les produits métallurgiques et chimiques (NST5 et NST8) et, dans une moindre mesure, les machines, les véhicules, objets manufacturés et transactions spéciales (NST9) ont une sensibilité à l'augmentation de la distance faible, contrairement aux produits pétroliers bruts et raffinés (NST3) dont les flux diminuent beaucoup plus rapidement avec la distance.

L'effet de la frontière est très marqué pour les minéraux bruts ou manufacturés et les matériaux de construction (NST6), la division des flux internationaux étant supérieure à huit. Elle est plus perméable aux produits chimiques (NST8) pour lesquels cette division est inférieure à quatre.

Ces résultats obtenus par type de marchandise tendraient en outre à accréditer l'hypothèse d'une certaine «robustesse» du modèle, au regard de la faible dispersion des coefficients.

### **Approche par les résidus**

L'étude comparative des résidus issus du modèle (avec interaction seule) et ceux du modèle (interaction + barrière) s'avère intéressante.

En effet, l'analyse des résidus du modèle avec interaction seule, renseigne sur la présence d'obstacles aux relations. Ainsi les résidus positifs concernent exclusivement des régions d'un même pays, alors que la plupart des résidus négatifs traversent la frontière entre la France et la Belgique.

Les résidus du modèle avec appartenance (interaction + barrière), dont on a vu qu'ils ne présentaient pas de structure spatiale particulière, ont une répartition spatiale bien différente.

Il existe une forte concentration autour de la frontière, où les échanges entre régions françaises et provinces belges sont souvent beaucoup moins intenses que leur proximité et leur capacité à échanger ne le laissent entrevoir. Il existe donc une composante spatiale, qui opère en limitant les flux et qui correspond à l'appartenance différente des régions considérées. Cette frontière politique est bien un frein aux échanges.

On peut noter également que l'intensité des résidus n'est pas la même selon que le modèle tient compte ou non de l'appartenance des régions. A seuils égaux, les résidus du modèle tenant compte de l'appartenance seraient deux fois moins nombreux. Le modèle intégrant la barrière rend compte d'une réalité spatiale (amélioration qualitative puisque les résidus ne sont plus liés à un phénomène précis) et, de plus, ajuste mieux l'ensemble des flux (amélioration quantitative que l'on a pu constater avec le R2 qui passe de 87,7 à 93,9 %).

On a vu que l'effet de barrière varie en fonction du type de marchandise transportée. On peut également s'intéresser à ses fluctuations en fonction de la position des régions par rapport à la frontière.

### **Effet de barrière et distance**

La réduction des flux qu'entraîne le franchissement de la frontière franco-belge est-elle de même intensité selon qu'on la côtoie ou qu'on en est plus éloigné ? Cette question renvoie à l'estimation de l'effet de barrière par classes de distance (tableau n° 3 et graphiques n° 1 et n° 2).

On voit une forte variabilité de l'effet de barrière, faible à courte distance (division par 4) puis beaucoup plus forte (jusqu'à 18,9). La rupture est très nette entre les 150 premiers kilomètres et les autres distances, d'autre part deux pics apparaissent (200 et 700 km) où l'effet de barrière est maximum.

Le graphique n° 1 représente en abscisses la distance et en ordonnées le logarithme de l'interaction ; l'écart entre les deux courbes (intra et inter) représente l'effet de barrière : plus celui-ci s'élargit plus l'intensité de la frontière sur la diminution des échanges se fait sentir.

L'augmentation de l'effet de barrière avec la distance est très rapide. Les deux écarts les plus forts (200 et 700 km) résultent les deux fois d'une baisse plus marquée de l'interaction internationale (graphique n° 2).

La réduction relative de l'effet de barrière franco-belge à courte distance demanderait à être confirmée par une analyse plus détaillée des échanges entre régions frontalières. Mais la recherche d'explication ad hoc doit également s'accompagner d'une perspective plus théorique car le phénomène observé semble relativement fréquent. L'analyse des flux de marchandises franco-allemand (BEYER) révèle en effet une tendance similaire à l'accroissement de la perméabilité frontalière pour les flux à très courte portée ceci s'observant aussi pour les flux de voyageurs à l'intérieur des Etats comportant plusieurs composantes linguistiques. S'agit-il de simples coïncidences ou de la mise en évidence d'une loi de portée plus générale ?

### **POUR EN SAVOIR PLUS**

♦ **BEYER A.**, *Approche régionale des échanges franco-allemand de marchandises*, sous la direction de MM.: M. SAVY, M. GIRAULT, ISBN 2-11-087547-X, OEST, Mars 1994.

♦ **MAGALHAES C.**, *Analyse spatiale des échanges franco-espagnols*, sous la direction de C. CALZADA, ISBN 2-11-086016-2, OEST, Juillet 1995.

## EUROPE

Tableau n° 1 : Comparaison des différentes modélisations selon quatre expressions de la distance

Modèle	Gravitaire				Wilson			
	Dij <sub>1</sub>	Dij <sub>2</sub>	Dij <sub>3</sub>	Dij <sub>4</sub>	Dij <sub>1</sub>	Dij <sub>2</sub>	Dij <sub>3</sub>	Dij <sub>4</sub>
<b>Distance Dij</b>								
<b>Interaction seule</b>								
β	-0,92	-1,06	-1,94	-1,72	-1,67	-2,1	-2,1	-2,09
γ (a posteriori)	0,11	0,13	0,22	0,17	0,24	0,32	0,3	0,26
R2	65,5	68,4	85,6	82,8	87,7	93,3	90,6	92,1
<b>Barrière seule</b>								
γ	0,12				0,09			
R2	61,5				62,3			
<b>Interaction + Barrière</b>								
β	-0,83	-0,9	-1,72	-1,52	-1,6	-1,94	-1,91	-1,92
γ (a priori)	0,12	0,14	0,29	0,2	0,18	0,29	0,25	0,24
R2	81,6	82,1	89,6	89,8	93,9	95,9	94,7	96,1

Sources : INS Belge et base SITRAM

distance en km du trajet le plus rapide = Dij<sub>1</sub>,

distance euclidienne calculée à partir des centres de régions = Dij<sub>2</sub>,

distance en nombre de limites régionales à franchir, de 1, pour les voisins,

à 7, au maximum = Dij<sub>3</sub>,

distance construite à partir de Dij<sub>1</sub> et Dij<sub>3</sub> standardisées, tenant compte du kilométrage et des limites administratives traversées = Dij<sub>4</sub>.

Tableau n° 2 : Les résultats du modèle Wilson par produit (interaction et barrière)

	β Frein de la distance	γ Effet de barrière	R2 Qualité de l'ajustement
Produits NST 0	-1,59	0,25	90,50%
Produits NST 1	-1,51	0,18	93,80%
Produits NST 2	-	-	-
Produits NST 3	-2,17	0,21	96,10%
Produits NST 4	-	-	-
Produits NST 5	-0,93	0,23	92%
Produits NST 6	-1,72	0,12	90,50%
Produits NST 7	-1,53	0,22	90,50%
Produits NST 8	-1,1	0,27	90,50%
Produits NST 9	-1,25	0,24	95,60%
<b>Tous produits</b>	<b>-1,6</b>	<b>0,18</b>	<b>93,90%</b>

Sources : INS Belge et base SITRAM

Nomenclature NST

Les données utilisées proviennent, à la fois de l'institut national de la statistique belge et de la banque de données SITRAM.

La source belge code à la fois la région d'origine et de destination en France et en Belgique, pour les trafics routiers en tonnages franco-belges par produits NST pour l'année 1989.

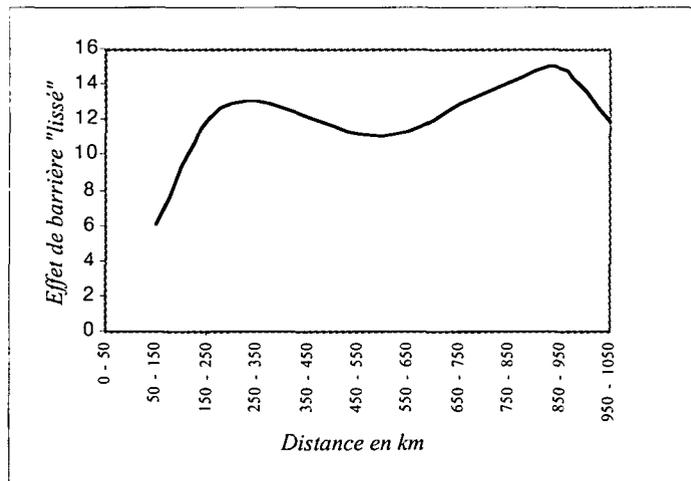
# EUROPE

Tableau n° 3 : Estimation de l'effet de barrière suivant la distance

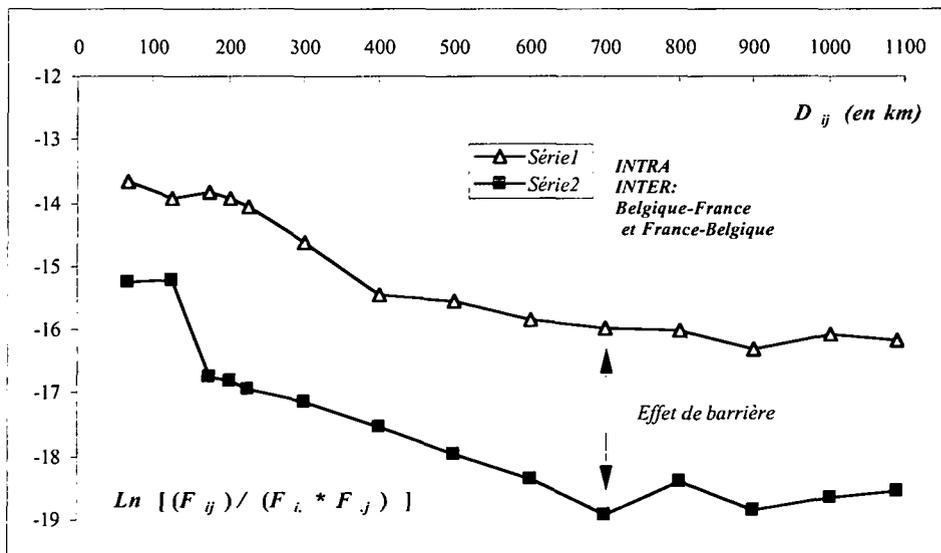
Classes de distance en km	Effet de barrière $\gamma$	Soit une division des flux par
50 - 150	0,248	4,0
150 - 250	0,057	17,5
250 - 350	0,082	12,2
350 - 450	0,125	8,0
450 - 550	0,091	11,0
550 - 650	0,081	12,3
650 - 750	0,053	18,9
750 - 850	0,092	10,9
850 - 950	0,079	12,7
950 - 1050	0,076	13,2
1050 - au delà	0,092	10,9

Sources : INS Belge et base SITRAM

Graphique n° 1 : Effet frontière lissé et distance



Graphique n° 2 : Décomposition de l'effet frontière par classe de distance



FORMULATION DES MODÈLES UTILISÉS

Soient les notations suivantes :

$F_{ij}$  : flux de i vers j,  $M_i$  : capacité d'émission de i,  $M_j$  : capacité de réception de j,  
 $P_{ij}$  : appartenance commune de i et j ( $P_{ij} = 0$  si  $P_i = P_j$ ,  $P_{ij} = 1$  si  $P_i \neq P_j$ ),  
 $D_{ij}$  : distance entre i et j.

*Modèle gravitaire avec contrainte sur la conservation du total des flux* (assurée par  $\alpha$ ).

$$F_{ij} = \alpha M_i \cdot M_j \cdot D_{ij}^\beta \cdot \gamma^{P_{ij}}$$

*Modèle complet à double contrainte* (conservation des origines assurée par  $A_i$ , des destinations par  $B_j$ ).

$$F_{ij} = A_i \cdot M_i \cdot B_j \cdot M_j \cdot D_{ij}^\beta \cdot \gamma^{P_{ij}}$$

*Fonction erreur sur les flux* (critère du Chi2 (POULAIN)) :

$$\text{Min} \left( \sum_{ij} [F_{ij} - F_{ij}^*]^2 / F_{ij}^* \right) \text{ par itérations successives des paramètres } k \text{ et } \alpha$$

$F_{ij}^*$  = flux estimés par le modèle

La qualité globale de l'ajustement est mesurée par le coefficient de corrélation non linéaire (noté  $R2$ ) :

Max  $R2(\alpha, \gamma)$  avec,

$$R2 = 1 - \left[ \sum_{ij} (F_{ij} - F_{ij}^*)^2 / F_{ij}^* \right] / \left[ \sum_{ij} (F_{ij} - F)^2 / F \right]$$

$F$  = moyenne arithmétique de  $F_{ij}$

*Effet frontière et distance*

L'estimation de l'effet frontière par classes de distance peut être estimée indirectement (comme le fait la modélisation, a posteriori), comme le rapport entre l'interaction spatiale internationale et l'interaction spatiale intranationale.

Pour chaque classe, l'interaction spatiale est donnée par :

$$\left[ \frac{(F_{ij})}{(F_i \times F_j)} \right],$$

où  $F_{ij}$  est la somme des flux entre régions de la classe

$$[F_i \times F_j],$$

est la somme des produits des capacités d'émission et de réception des régions de la classe de distance considérée

