



HAL
open science

Les effets-frontières. Rapport n°3. Les trafics terrestres de marchandises

Frédéric Bardenet, Lourdes Diaz Olvera, Céline Gabella, Didier Plat

► **To cite this version:**

Frédéric Bardenet, Lourdes Diaz Olvera, Céline Gabella, Didier Plat. Les effets-frontières. Rapport n°3. Les trafics terrestres de marchandises. 1992. halshs-00817907

HAL Id: halshs-00817907

<https://shs.hal.science/halshs-00817907>

Submitted on 26 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Laboratoire d'Economie des Transports

CNRS - Université Lumière Lyon 2 - ENTPE

LES EFFETS-FRONTIERES

Rapport N° 3

LES TRAFICS TERRESTRES DE MARCHANDISES

**Frédéric BARDENET
Lourdes DIAZ OLVERA
Céline GABELLA
Didier PLAT**

Décembre 1992

Recherche réalisée pour le compte du SETRA (convention n° 91 41 019)

A L'UNIVERSITE LUMIERE-LYON 2 :

LET

M.R.A.S.H.

14, avenue Berthelot

69363 LYON Cedex 07

© 72 72 64 03

A L'ECOLE NATIONALE DES TRAVAUX
PUBLICS DE L'ETAT :

LET

E.N.T.P.E.

rue Maurice Audin

69518 VAULX-EN-VELIN

© 72 04 70 46

L'air du temps est au "sans frontières" et à la croissance des échanges. Ainsi, à en croire les discours politico-économiques en vogue, l'échéance 1993 du grand marché unique européen devrait se traduire par une formidable augmentation des échanges entre les différents pays européens. Les "effets-frontière" sont là. Ou plutôt leurs effets, ceux de leur atténuation ou de leur disparition comme conséquence de la construction d'un espace économique unifié en Europe de l'Ouest.

En dépit des limites que comportent les sources disponibles sur ces trafics (rapport n°1), nous avons tenté de mesurer la réalité de ce phénomène, à partir d'observations et d'analyses concernant d'une part les trafics de voyageurs (rapport n°2) et d'autre part les trafics de marchandises (rapport n°3). Pour les trafics de voyageurs, l'effet offre semble jouer un rôle important. Une amélioration des infrastructures routières et autoroutières entraînerait une baisse de l'effet-frontière. Les régions transfrontalières et leur développement concourent également à l'évolution de l'effet-frontière, tout comme l'évolution économique générale de chaque pays. L'analyse des évolutions de flux de marchandises à l'échelle européenne met en évidence, quant à elle, un dynamisme de l'effet mondialisation. Les modèles qui ont pu être élaborés à partir de ces évolutions et de leur analyse, constituent des outils intéressants de prévision d'évolution des flux internationaux par rapport aux flux intra-nationaux.

Au terme de ces observations, nous pouvons nous interroger sur le concept même d'effet-frontière. Envisageant une théorisation du phénomène, une transformation de la problématique initiale nous amènera à essayer d'éclairer les divers éléments d'une typologie des échanges internationaux et à revenir sur les besoins en données (rapport n°4).

Les sources de données

La première étape a été d'effectuer un recensement des bases de données existantes et accessibles. Une enquête auprès de différents organismes français a permis de confirmer l'existence de travaux en France sur les flux internationaux mais aussi la forte hétérogénéité des données car chaque étude poursuit un objectif différent avec, en conséquence, des hypothèses de travail, des contenus et des résultats différents. Ils ne concernent le plus souvent qu'une aire d'étude limitée (une région, un axe routier, une zone frontalière, ...) et ils correspondent soit à des recueils ponctuels (quelques jours seulement au cours d'une seule année) soit à des recueils sur quelques années uniquement. Nous disposons donc plus de photographies des flux à un moment donné que d'évolutions à moyen ou long

terme. Ceci ne permet bien évidemment pas une analyse détaillée de l'évolution temporelle et spatiale des flux et in fine leur modélisation.

Parallèlement, nous avons effectué un recensement des bases de données statistiques internationales et françaises. Pour les transports de personnes, des sources de production régulière de statistiques (EUROSTAT, organismes nationaux de l'aviation civile, CCI de Calais, recensements de la circulation sur le réseau français) permettent de couvrir les modes ferroviaire, aérien, portuaire (sur la liaison Transmanche) et routier, bien qu'à des degrés variables. De plus, pour le trafic routier transfrontalier avec l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne, des études ponctuelles des trafics routiers permettent de compléter les données fournies par les recensements de circulation.

Quant aux flux de marchandises, trois sources majeures ont été identifiées, uniquement pour le mode routier : EUROSTAT, SITRAM et EUROPA TRANSPORT. D'une manière générale, les sources les plus complètes en contenu et en chronologie sont les deux premières, bien qu'elles ne soient pas complémentaires. Dans la perspective d'une analyse approfondie de l'évolution des flux européens et de leur modélisation, elles sont utilisables, bien qu'avec des limitations, car, d'une part certaines séries présentent des irrégularités, d'autre part certains types de flux internationaux ne sont pas recensés.

Les trafics de voyageurs aux frontières françaises

Une suprématie du mode routier

Le mode routier est prédominant pour les échanges de voyageurs, à l'exception, bien évidemment, des échanges avec la Grande-Bretagne, effectués principalement par voie maritime. Cette prédominance est variable : plus de 10 fois les trafics aériens et ferrés réunis, pour l'Espagne, la R.F.A., la Belgique et la Suisse ; de 3 à 4 fois pour l'Italie. Ce constat nous a donc conduits à focaliser l'analyse sur les trafics routiers aux frontières françaises, parce que c'est probablement là que se joue quantitativement la majeure partie du phénomène d'effet-frontière.

Dans une première approche empirique des données, nous avons adopté une définition provisoire de l'effet-frontière sous deux formes : dans une première forme, *statique*, il s'agit du facteur par lequel se trouve divisé le trafic trans-frontière quand il est comparé au trafic interne à un pays ; dans une deuxième forme, *dynamique*, cet éventuel effet-frontière est repéré en comparant les évolutions respectives du trafic interne et du trafic inter-

national : si ce dernier croît plus vite, nous présumerons que l'effet-frontière décroît.

Nous parlons de *trafic* trans-frontière et de *trafic* interne, parce que nous travaillons le plus souvent sur des données de comptage de trafic routier, pour lesquelles les origines et destinations sont inconnues, sauf enquêtes ponctuelles. Une autre limite de ces données tient au fait que nous ne connaissons les trafics que pour deux sens confondus et d'un seul côté de la frontière. Or la simple connaissance des flux touristiques nous montre que les flux ne sont pas symétriques.

En statique, un facteur de diminution du trafic de deux à trois ?

La mesure de l'effet-frontière statique a consisté à comparer des flux sur la frontière, censés représenter un trafic d'échange inter-Etat ou de transit international, avec des flux situés plus à l'intérieur du pays, mesurant un trafic à vocation intérieure. Cette démarche n'a été possible qu'en comparant des comptages sur des voies de même nature, autoroutière (exemple A7/A8, A9...) ou routière : c'est ainsi qu'à la frontière italienne sur l'A8 nous avons estimé un facteur d'abaissement du trafic de deux à trois, à la frontière espagnole au Perthus sur l'A9, également un facteur de deux à trois, de même que sur l'autoroute A40 à la frontière suisse et sur les principales routes et autoroutes entre France et Belgique. Cependant, l'application de cette méthode à la région genevoise suggère au contraire un "effet-frontière" entre les zones françaises intégrées au bassin d'emploi de Genève et le reste du territoire français ! De même l'étude détaillée du CETE de l'Est sur le trafic transfrontalier au droit de la plaine d'Alsace (1987) montre que les trois-quarts du trafic de véhicules légers traversant la frontière s'effectuent dans un rayon de 25 km autour du point-frontière. C'est dire le poids du trafic trans-frontalier notamment sur les frontières non marquées par des obstacles physiques comme les Alpes ou les Pyrénées. C'est aussi une première interrogation sur le concept d'effet-frontière : de quels échanges ou de quels flux parle-t-on ?

Le trafic international croît-il plus vite que le trafic interne à la France ?

Quand cela a été possible nous avons reconstitué la chronologie du trafic à différentes frontières et nous avons comparé ces évolutions aux indices de débit du SETRA, l'un sur le réseau national (routes et autoroutes), l'autre sur le réseau des autoroutes concédées.

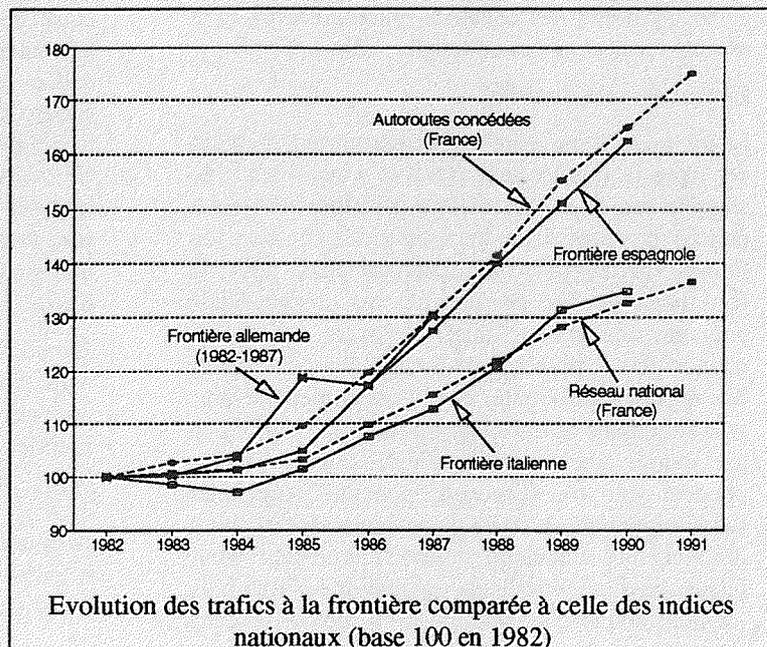
Cela a été le cas pour l'Espagne, l'Italie et la R.F.A., comme le résume le graphique ci-dessous.

Ce graphique montre que le trafic à la frontière italienne évolue au même rythme que le trafic national en France, ce qui signifierait que le facteur d'abaissement dû à la frontière resterait constant au cours du temps. Par contre, pour l'Espagne, et sur un intervalle plus limité pour l'Allemagne (jusqu'en 1987), le trafic à la frontière croîtrait plus vite que le trafic national, et ce au même rythme que le trafic autoroutier. L'analyse plus détaillée du trafic à la frontière espagnole montre que tout se passe comme si l'amélioration de l'offre autoroutière sur l'ensemble du réseau français ces dernières années, favorise une accélération du trafic, non seulement sur les points de passage autoroutiers mais aussi sur les points de passage routiers. De même, à l'intérieur du trafic France-Italie, le trafic sur l'autoroute A8 à la frontière, au niveau de Menton, est en forte croissance, au même rythme que l'indicateur de débit sur les autoroutes concédées.

Il n'a pas été possible de reconstituer la chronologie du trafic routier global à la frontière franco-suisse, mais l'analyse du trafic sur les principales voies montre une baisse tendancielle de l'effet-frontière sur ces voies et même une explosion du trafic sur les autoroutes frontalières, comparé aux indices de débit interne.

Le rôle de l'offre en voirie rapide

Nous constatons, aux frontières espagnole et italienne particulièrement, une concentration du trafic sur les voies rapides, phénomène identique à celui observé à l'intérieur du territoire français. L'amélioration de l'offre en voirie par la constitu-



tion de véritables réseaux autoroutiers en France et l'amélioration des interfaces frontalières auraient une double conséquence :

- d'une part l'augmentation du trafic sur le territoire français, accompagnée d'une concentration sur les voies rapides, qui se traduit dans l'évolution de l'indice de débit sur les autoroutes concédées ;
- d'autre part une incitation pour les entreprises et touristes étrangers à s'étendre sur, ou à emprunter le réseau français.

L'offre en voirie routière rapide est donc susceptible de jouer un rôle important en matière d'abaissement de l'effet-frontière. Evolution de l'offre autoroutière, développement des régions transfrontalières, évolution économique générale, tels sont trois facteurs, non exclusifs, jouant un rôle certain dans l'abaissement - ou le relèvement ? - de l'effet-frontière.

Les trafics terrestres de marchandises

Nous avons cherché à modéliser les trafics terrestres de marchandises en nous appuyant sur les données fournies par les Etats membres de la Communauté à l'Office Statistique de Luxembourg (EUROSTAT). Nous n'avons pu reconstituer une série de tonnages tous modes sur 8 ans (1982 à 1989) que pour 8 pays : l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, la France, la Grande-Bretagne, la Grèce, l'Irlande, les Pays-Bas.

L'examen des données ainsi produites montre d'une part que les échanges présentent deux déséquilibres, d'autre part que plusieurs stratégies de modélisation peuvent être retenues. Une première approche s'appuie sur l'outil classique d'analyse des interactions qu'est le modèle gravitaire. La seconde démarche consiste à séparer la détermination de la structure des échanges de celle de leur volume : un premier sous-modèle traduit les évolutions des coefficients structurels (rapport du trafic observé à un trafic théorique d'indépendance entre origine et destination des flux), un second rend compte des flux émis et des flux reçus par chaque pays.

Les deux déséquilibres

Le premier déséquilibre renvoie au partage modal. Pour les huit pays, le premier mode en trafic intra-national est la route tandis qu'à l'international, c'est la voie fluviale avec une prédominance de l'axe Allemagne-Pays-Bas. Une approche diachronique montre toutefois un dynamisme plus important de la route qui gagne 5 % du trafic en 8 ans.

Le second déséquilibre est spatial. Il se manifeste d'abord, pour chaque pays, dans le rapport national/international, supérieur à 10 sauf pour les pays du Bénélux. Mais là encore, un regard en arrière

montre des taux de croissance supérieurs pour l'international. Le déséquilibre est ensuite patent entre pays : si l'on n'en conserve que quatre (Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas), c'est-à-dire si l'on divise par près de 5 le nombre de liaisons internationales, on conserve encore plus de 95 % des tonnes échangées entre les huit pays initiaux.

Deux éléments se dégagent donc : le différentiel de croissance du trafic international justifie bien un questionnement sur les effets-frontière, et la modélisation peut, au moins dans un premier temps, se concentrer sur les échanges entre Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas.

Le modèle gravitaire

Le modèle gravitaire obtenu est le suivant :

$$T_{ij} = 7.418 \frac{PIB_i^{0.573} \cdot PIB_j^{0.668}}{DIST^{2.323}}$$

où T_{ij} représente les tonnages transportés du pays i vers le pays j . Le R^2 de la régression est de 0.985 et les coefficients sont significativement différents de 0 au seuil de 0.001.

Les élasticités estimées au PIB (exprimés ici en dollars constants de 1980) montrent un poids sensiblement plus important pour le pays récepteur que pour le pays émetteur. Le calage d'un tel modèle sur les seuls trafics intra-nationaux conduit à une élasticité au PIB de 1.149, sensiblement inférieure à la somme des élasticités que nous avons déterminées, ce qui traduit la différence de dynamisme entre les trafics intra- et inter-nationaux.

La sensibilité du tonnage à la distance parcourue est importante, puisque le doublement de celle-ci se traduit par une chute de 80 % du tonnage à transporter. Cet effet est d'autant plus remarquable que les distances moyennes du transport international sont généralement supérieures à 300 km tandis que celles du trafic intra-national sont inférieures à 90 km. On voit alors qu'il serait intéressant de pouvoir décomposer les trafics tant nationaux qu'internationaux en des échanges locaux et des échanges inter-cités afin de comparer alors, au sein de chacune de ces catégories, le national et l'international. Nous retrouvons là l'une des conclusions de l'étude sur les transports de personnes.

Les modèles à coefficients structurels

Dans une perspective analytique, le modèle à base de coefficients structurels est surtout intéressant par son sous-modèle d'évaluation des coefficients.

Nous avons donc d'abord testé l'hypothèse de constance temporelle de ces coefficients, en cherchant à prédire, pour une liaison donnée, le coef-

ficient de l'année N par celui de l'année N-1. Pour les trafics intra-nationaux, comme pour le trafic international allemand, cette hypothèse ne peut pas être rejetée au seuil usuel de 5 %. Par contre, les coefficients relatifs aux trafics internationaux belges, français et hollandais présentent une croissance annuelle nette, de l'ordre de 2.5 % pour la France et de 3.5 % pour les deux autres pays.

Nous avons ensuite cherché à modéliser les coefficients structurels sous la forme :

$$CS_{ij} = \exp(\beta + \chi \cdot DIST_{ij} + \sum Effets)$$

La prise en compte de la seule distance fournit déjà une excellente estimation du coefficient structurel, mais le rajout d'"effets-frontière" permet quelques constatations originales.

Si l'effet est modélisé constant dans le temps et dans l'espace, il se traduit par un handicap de 66 kilomètres, c'est-à-dire que, selon le modèle et toutes choses étant égales par ailleurs, une liaison internationale est en moyenne deux fois moins intense qu'une liaison nationale. Mais cette moyenne cache de fortes disparités. Dans le temps d'abord et tous pays confondus, on constate une décroissance relativement erratique de cet effet, de 74 km en 1982 à 62 km en 1989 (soit -2.6 % par an). Dans l'espace ensuite et toutes années confondues, on observe un effet 2.5 fois plus élevé entre la France et l'Allemagne qu'entre la Belgique et les Pays-Bas.

Toutes choses égales par ailleurs, le passage d'une frontière est donc bien un facteur pénalisant des échanges économiques. A l'évidence, l'existence d'une frontière administrative n'est pas suffisante pour expliquer les écarts observés. N'est-il pas alors abusif, ou en tout cas trop rapide, de parler d'effets-frontière ? En d'autres termes, qu'avons-nous observé jusqu'ici ?

Des effets-frontière aux échanges internationaux

Nous avons refait, jusqu'à maintenant, le parcours classique pour arriver aux effets-frontière : nous avons en effet pu repérer, voire modéliser, la chute de trafic due au passage d'une frontière inter-étatique. L'effet n'est pas mince et, parce qu'il frappe l'imagination par son ampleur (les trafics sont divisés, au moins, par 2 !), il est alors tentant de rechercher une formule choc : le terme d'effet-frontière, surtout en une époque où l'on parle tant de la vie et la mort des frontières. Mais la formule est grosse d'ambiguïtés.

De par le choix de la terminologie, on passe en effet très vite de la constatation de la concomitance statistique de deux phénomènes à l'affirmation explicite d'une causalité analytique : "comme le nom l'indique", c'est la frontière qui fait l'effet-

frontière, défaisons donc la frontière pour défaire l'effet-frontière.

Or, s'il est clair que la frontière peut symboliser un ensemble de différenciations (administratives, linguistiques, monétaires, culturelles, ...) entre territoires, il est tout aussi évident que la suppression de la frontière administrative ne saurait entraîner automatiquement la disparition de ces barrières aux communications entre régions d'Etats différents. D'abord, parce que la demande de transport ne saurait à l'évidence être raisonnée sans référence à l'offre, et que celle-ci est inscrite physiquement de manière durable dans le sol, à travers les réseaux physiques d'infrastructure à la logique centripète, qui pénalisent les relations centrifuges entre Etats. Ensuite, et surtout, parce que les barrières aux échanges renvoient aux modes de fonctionnement de systèmes économiques et sociaux foisonnants, inscrits dans le temps et dans l'espace, et que la réduction à la seule dimension administrative dénature radicalement.

Les échanges entre villes internationales ou les relations de Genève avec son arrière-pays, qu'il soit en Suisse ou en France, montrent une grande perméabilité des frontières, voire des effets-frontière intra-nationaux. C'est que la frontière inter-Etats peut être aussi bien ce mur contre lequel on se heurte et que l'on ne franchit pas sans surcoût, que cet autre mur de différenciation socio-économique contre lequel on s'appuie et qui devient un outil de développement pour une région frontalière. Il n'y a pas une relation simple et incontestable entre flux et frontières : la frontière est le témoin, tantôt actif, tantôt passif, de tendances contradictoires d'intégration et d'autonomisation à l'oeuvre dans les systèmes socio-économiques nationaux et transnationaux.

Une approche globale des flux de transport internationaux paraît donc illusoire, tant les processus qui vont les générer sont hétérogènes, antagoniques. L'analyse doit alors se déplacer vers le repérage de dynamiques différenciées d'échanges internationaux eux-mêmes différenciés. Quelques types d'échanges apparaissent immédiatement : les flux d'affaires et de marchandises, les flux touristiques internationaux, les échanges transfrontaliers, ... Mais leur analyse reste à faire, tant les données correspondantes sont lacunaires voire inadaptées.

Sommaire

INTRODUCTION	1
1. UN CADRAGE STATISTIQUE DES FLUX DE TRANSPORT TERRESTRE DE MARCHANDISES	3
2. LA MODELISATION DES FLUX DE TRANSPORT DE MARCHANDISES	23
CONCLUSION	33
ANNEXES.....	35

Introduction

Ce rapport sur les trafics terrestres de marchandises fait suite aux travaux réalisés sur les sources disponibles d'information sur les flux de personnes et de marchandises dans la Communauté européenne (rapport 1 "Les sources statistiques"). Il vise deux objectifs : une analyse de la situation récente des mouvements de fret dans la Communauté replacée dans une perspective historique, une modélisation de ces mouvements susceptible de mettre en évidence les différences d'évolution entre flux intra- et inter-nationaux et de révéler d'éventuels effets-frontière.

Ces effets seront entendus ici uniquement comme des facteurs réduisant les flux entre deux pays. Nous essaierons de les repérer sous forme de pénalisations de distance, mais resterons toutefois tributaires pour cette appréhension de la forme des modèles calibrables sur les données disponibles. La discussion théorique sur le concept d'effet-frontière aura lieu dans le rapport de synthèse et nous pourrons alors tout à la fois mesurer la portée empirique de ces théorisations et relire les résultats (modèles ou effets) obtenus ici.

La discussion sur les sources statistiques disponibles sur le transport de marchandises ne sera pas reprise ici, un rapport spécifique s'y étant attaché. Nous mentionnerons néanmoins au fil du texte les rappels indispensables ici. Ce rapport se décompose donc en deux parties. La première trace un bilan des échanges intra-européens dans les années récentes, d'abord dans une perspective globale, puis sous deux angles spécifiques : la position de la France, les effets de l'entrée de l'Espagne et du Portugal dans la Communauté au milieu des années 80. La seconde essaie de définir et de calibrer différents modèles rendant compte des flux intra-européens de marchandises. Une brève conclusion reprend enfin les principaux enseignements du rapport.

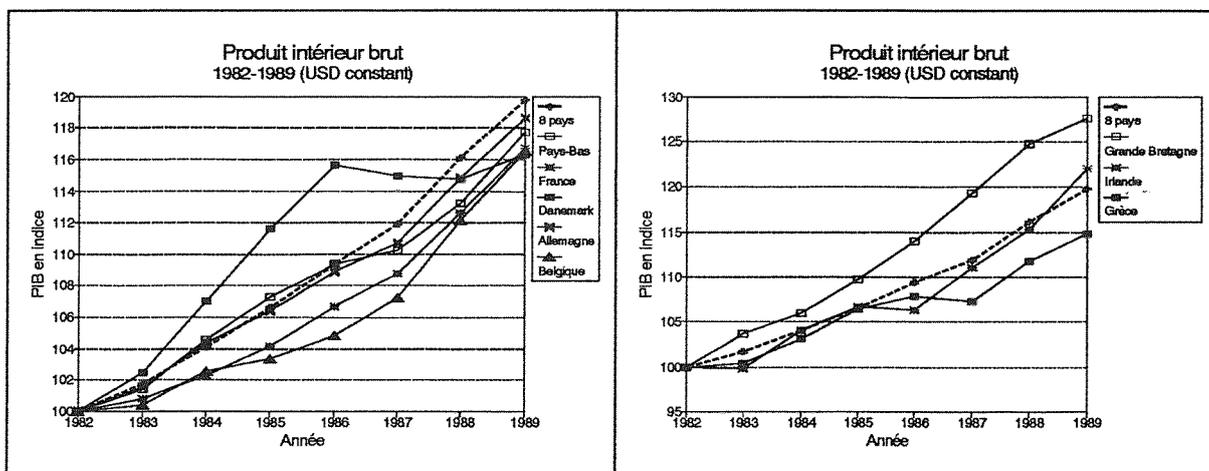
1. Un cadrage statistique des flux de transport terrestre de marchandises

Ce cadrage statistique des échanges de marchandises s'appuie essentiellement sur les données proposées par EUROSTAT. Nous avons vu que cette base fournissait les "meilleures" séries. Nous serons toutefois amenés dans quelques cas à recourir à d'autres sources. Nous le mentionnerons alors.

Nous avons retenu comme unité de mesure la tonne. Par rapport à la tonne x kilomètre, cet indicateur présente certes le risque de double compte (une rupture de charge risque de faire apparaître deux fois un même fret) mais il évite de donner un trop grand poids au trafic international pour lequel le kilométrage parcouru est sensiblement plus élevé qu'en national. Les séries retenues portent sur les trois modes, route, fer et fluvial, et concernent huit pays : Allemagne (RFA), France, Pays-Bas, Belgique, Royaume-Uni, Irlande, Danemark et Grèce (données non disponibles pour l'Italie, disponibles par intermittence pour le Luxembourg). Les séries sont homogènes sur huit ans, c'est-à-dire que les flux pour 1986 et les années suivantes ont été recalculés en excluant les échanges avec l'Espagne et le Portugal. Les indicateurs retenus pour rendre compte des potentiels d'émission et de réception sont les seuls Produits Intérieurs Bruts (PIB) nationaux. L'analyse de trafics internationaux implique de disposer d'un étalon commun pour estimer les PIB. Dans la mesure où les échanges internationaux sont généralement traités en dollars, il nous a paru plus satisfaisant de retenir cette monnaie plutôt que l'ECU européen. Aussi exprimerons-nous les PIB en dollars constants de l'année 1980¹.

1.1. L'Europe des 8, de 1982 à 1989

Le volume des échanges, qu'ils soient nationaux ou internationaux, est lié dans une large mesure au niveau de l'activité économique des zones concernées. Avant de passer à l'analyse des trafics, nous présentons donc l'évolution du PIB (en dollars constants) pour les 8 pays que nous avons retenus.



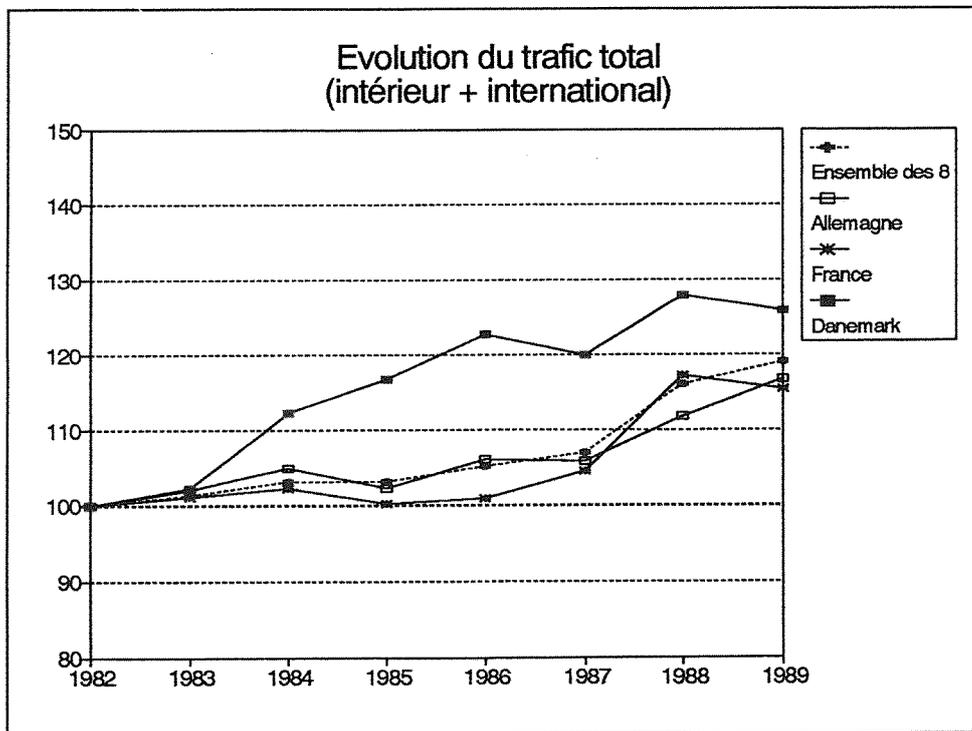
Graphique 1 : Evolution du PIB

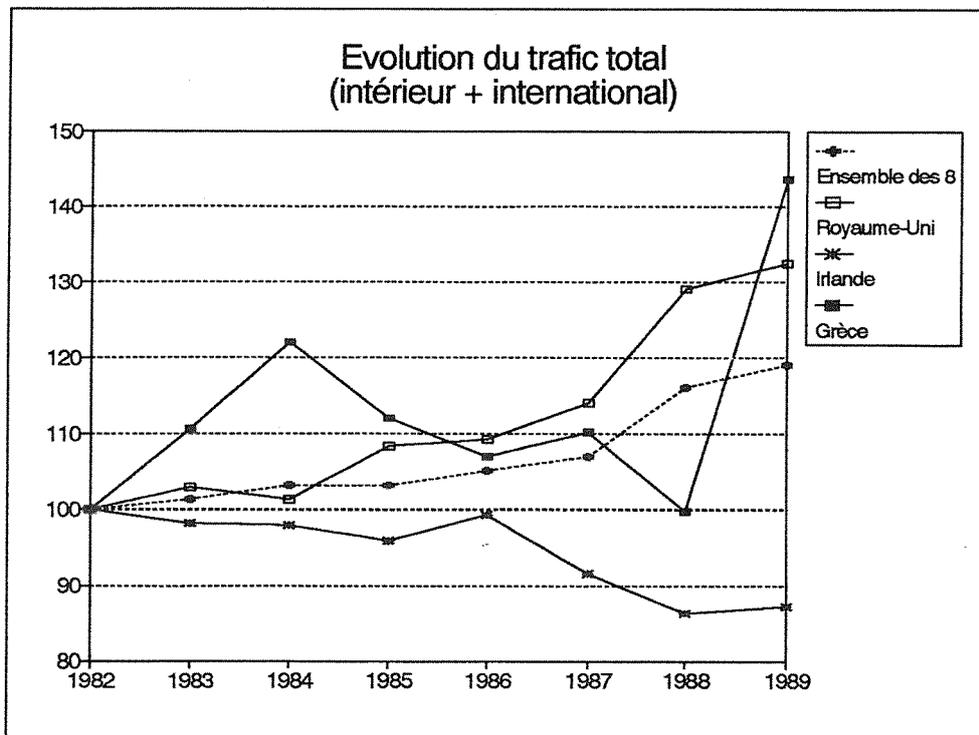
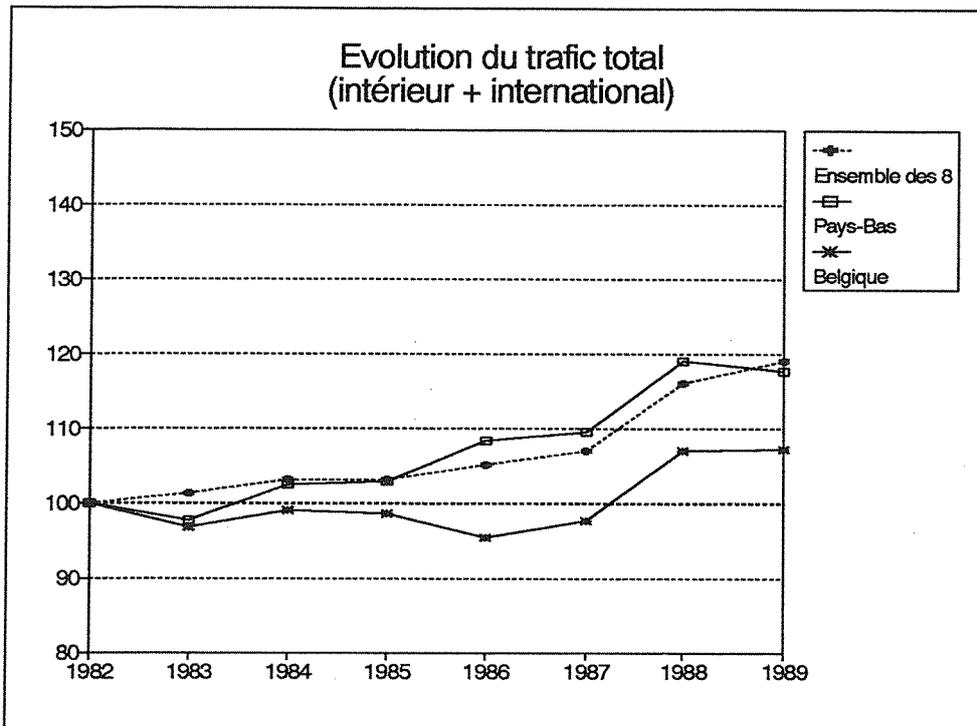
¹ La source est la base de données CHELEM (Comptes Harmonisés sur les Echanges et L'Economie Mondiale) produite par le CEPII et disponible sur CD-ROM.

En général, la croissance de leur PIB est régulière, sauf pour le Danemark (Graphique 1). Le PIB danois présente en effet une croissance beaucoup plus rapide par rapport aux autres pays jusqu'en 86, une stagnation en 1987-1988 et une reprise plus lente en 89, avec un taux similaire à celui de l'Allemagne et de la Belgique. L'Irlande et la Grèce présentent également de faibles diminutions du PIB, en 1986 pour la première et en 1987 pour la deuxième. Le PIB de la Grande-Bretagne croît à un rythme plus élevé et plus soutenu que les autres pays, atteignant l'indice 128 en 1989 contre, par exemple, 122 pour l'Irlande et 119 pour la France.

1.1.1. Trafics globaux et échanges entre pays

Le trafic terrestre total regroupe pour chaque pays son trafic intérieur et ses échanges extérieurs avec les sept autres pays, tant à l'importation qu'à l'exportation. Le transit en est donc exclu. Pour l'ensemble des huit pays (Graphique 2), tous modes confondus, on note une croissance générale sur la période, sauf en 1985 (stagnation), et une très forte hausse en 1988. La Grèce, le Royaume-Uni et le Danemark ont des croissances supérieures à la moyenne. La France et l'Allemagne ont une croissance légèrement inférieure à la moyenne. La Belgique et surtout l'Irlande qui perd plus de 10 % de trafic en 7 ans sont bien en dessous de la moyenne.





Graphique 2 : Evolution du trafic total (tonnages)

Source : EUROSTAT

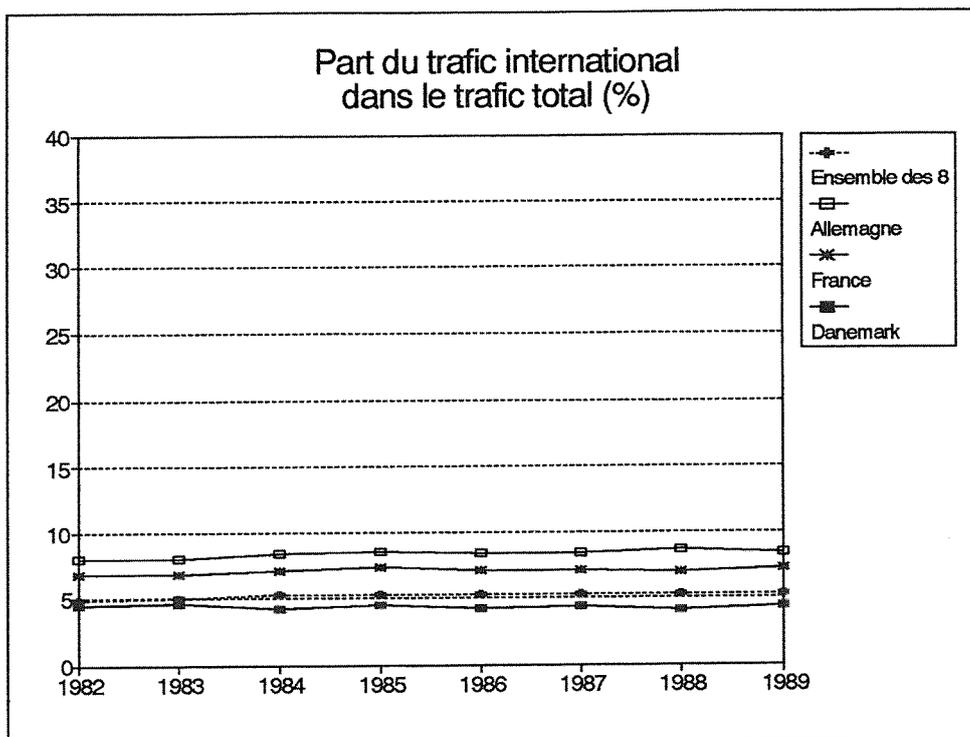
Si l'on passe ensuite à l'examen de la part du trafic international (import + export) dans le trafic total, trois groupes de pays apparaissent (Graphique 3):

- les "îles" (Royaume-Uni, Irlande et Grèce), avec un trafic international de l'ordre de 1 % du trafic total, un peu plus pour l'Irlande dont le taux de croissance du trafic international est d'ailleurs très important sur la période².

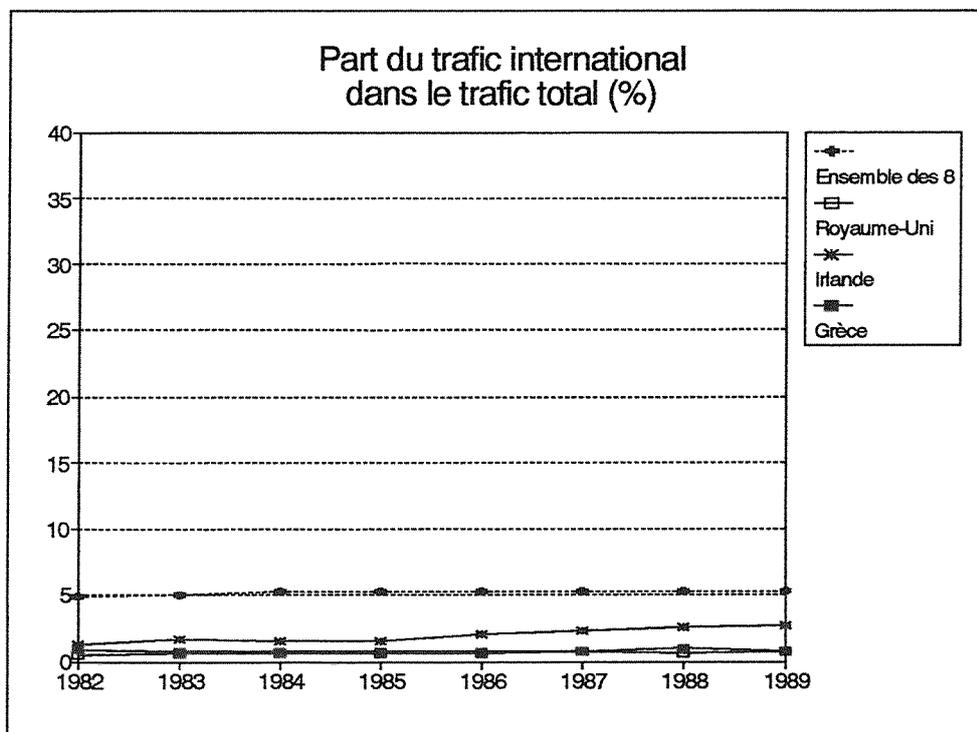
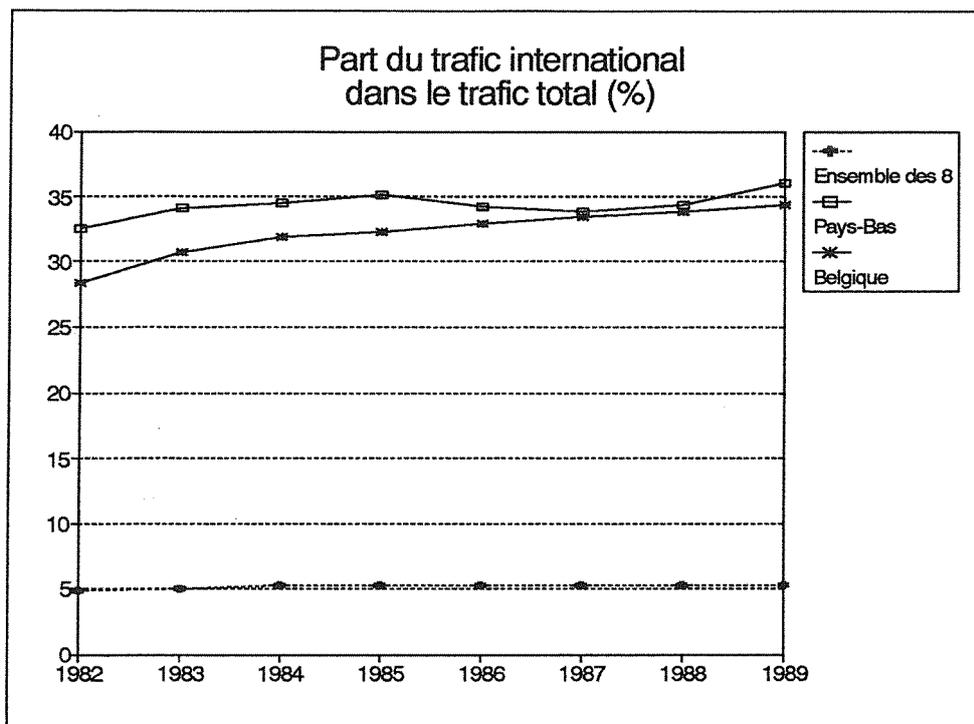
- la France et l'Allemagne, pour lesquelles le trafic international représente de l'ordre de 7 à 8,5 % du trafic total, avec une très légère croissance de cette part durant la période, contrairement au Danemark, dont la part diminue très légèrement dans la fourchette de 4 à 5 %.

- le Bénélux (quoique en toute rigueur le Luxembourg ne soit pas présent dans les données traitées ...), pour lequel plus du tiers des tonnes transportées franchissent une frontière à la fin de la période, la tendance étant à la croissance de ce taux sur les 8 ans, surtout pour les Pays Bas.

Mais ce type d'approche est à la fois révélateur et trompeur. Révélateur, parce qu'il met bien en évidence la faible part, à l'exception du Bénélux, du transport international : la responsabilité du trafic international de poids lourds dans la congestion croissante du réseau routier s'en trouve amoindrie ; celle-ci relèverait donc plutôt d'un effet interne dû à la concurrence route-fer ou à l'offre autoroutière que d'une conséquence de la mondialisation des échanges ou de la construction de l'Europe. Mais cette approche est également trompeuse parce que cette faible part dissimule des différentiels de croissance non négligeables : ainsi, pour la France, sur huit ans, le trafic intérieur a crû de 14 %, le trafic international de 21 %. A terme, l'international, à supposer qu'il continue à croître au même taux, est donc quand même porteur de risques de congestion.



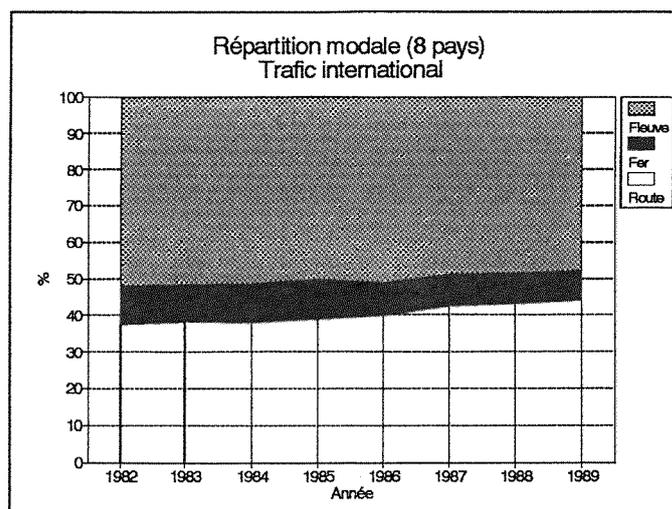
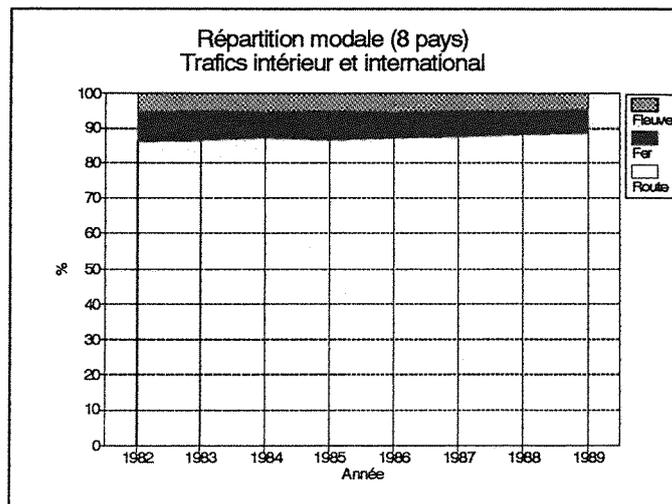
² Ce serait différent si l'on intégrait le trafic maritime.

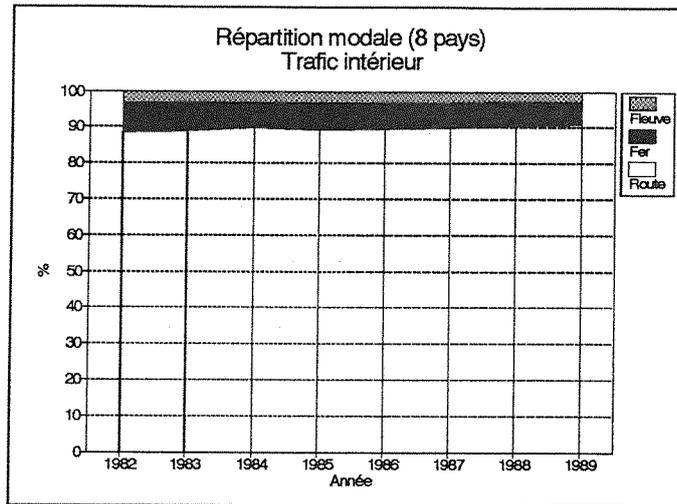


Graphique 3 : Part du trafic international (import + export) dans le trafic total de chacun des pays (tonnages)

Source : EUROSTAT

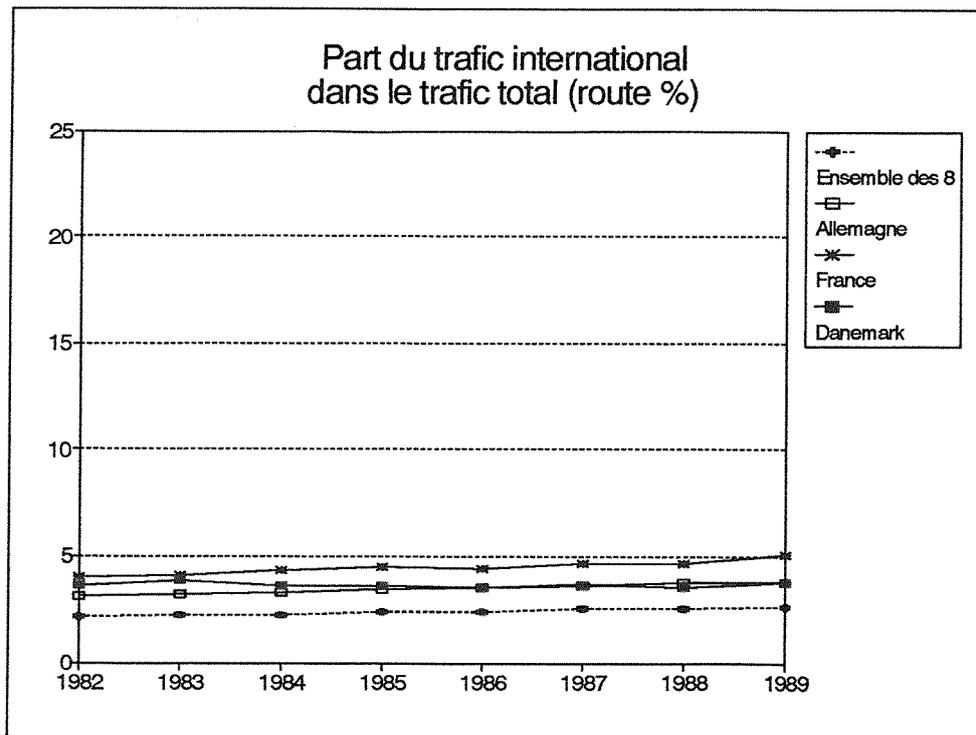
En analysant la répartition modale du trafic total pour l'ensemble des 8 pays (Graphique 4), l'on observe une nette prééminence de la route avec pratiquement 90 % des flux. Mais cette répartition varie beaucoup selon qu'il s'agisse du trafic intérieur ou de l'international. Effectivement, si pour le trafic intérieur la part de la route atteint bien ce niveau, pour l'international sa part diminue à environ 45 % (en 1989) en faveur de la voie d'eau. Il y a là tout le poids des échanges entre l'Allemagne et des Pays-Bas, en liaison avec les ports de la Mer du Nord, puisque, sur cette relation, le tiers des tonnes empruntent le fleuve. Néanmoins, il faut remarquer que la tendance est à l'augmentation de la part de la route, surtout pour l'international, au détriment tant de la voie d'eau que du fer.

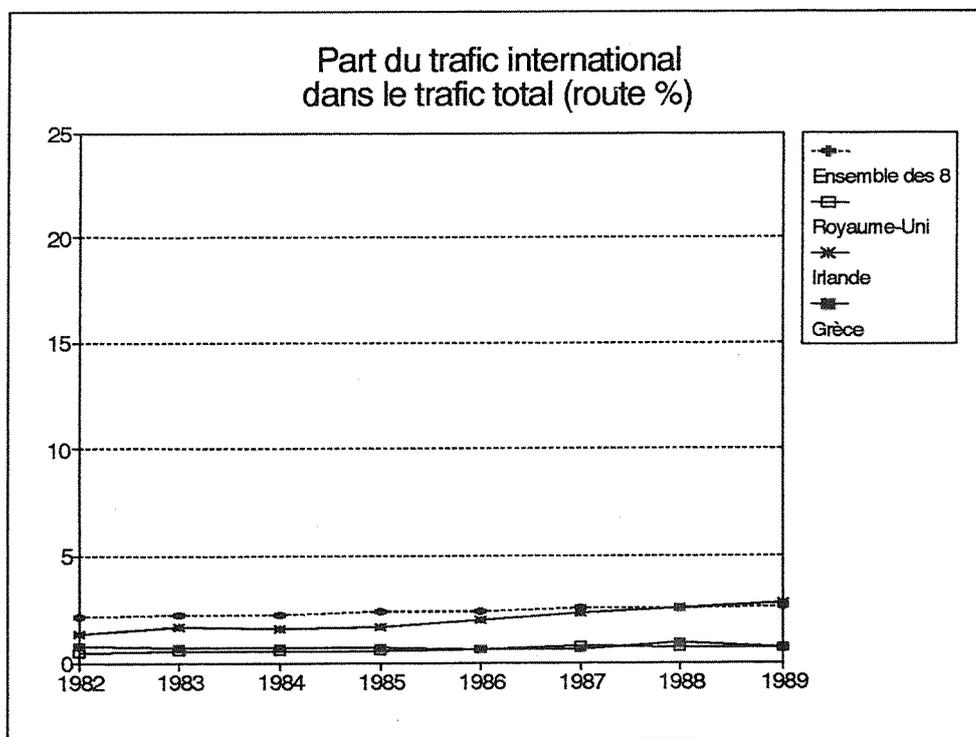
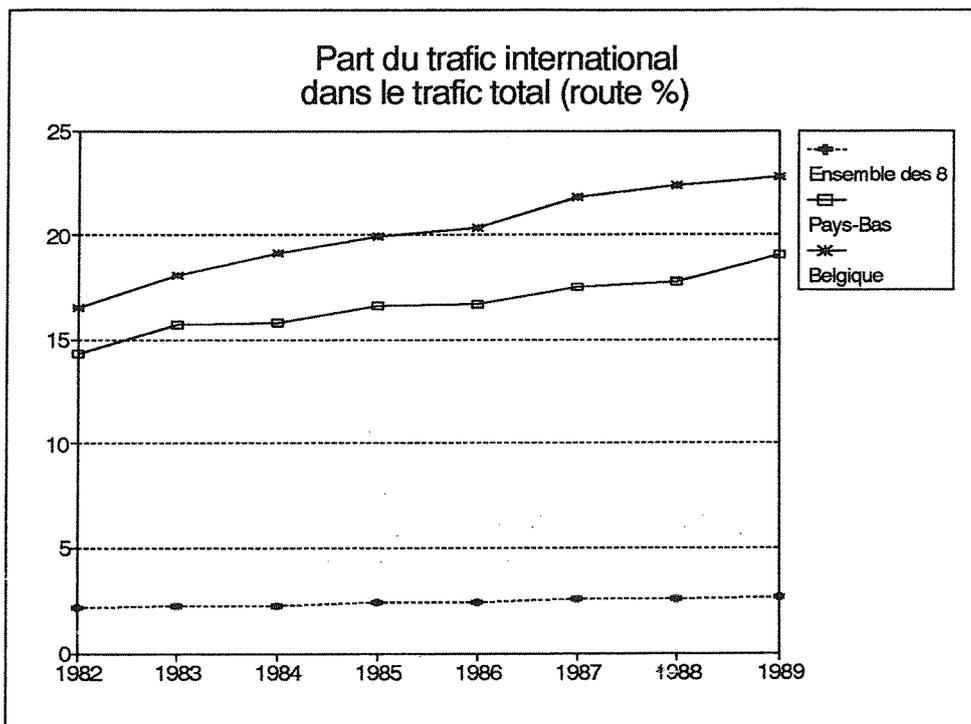




Graphique 4 : Répartition modale du trafic de 8 pays de la CEE

Si maintenant l'on considère la part de l'international pour les seuls flux assurés par la route (Graphique 5), on constate d'abord qu'il n'y a rien de changé pour les "îles" : très faible part, à forte croissance toutefois pour l'Irlande. Dans le second groupe, on remarque pour les trois pays (Allemagne, France et Danemark) une part plus faible de l'international que tous modes confondus et surtout une croissance de la part de l'international plus sensible pour la France. C'est la confirmation, au moins pour la France, de l'importance de la concurrence modale. Enfin, pour le Bénélux, on note également la part plus faible de l'international tout comme son dynamisme exceptionnel.

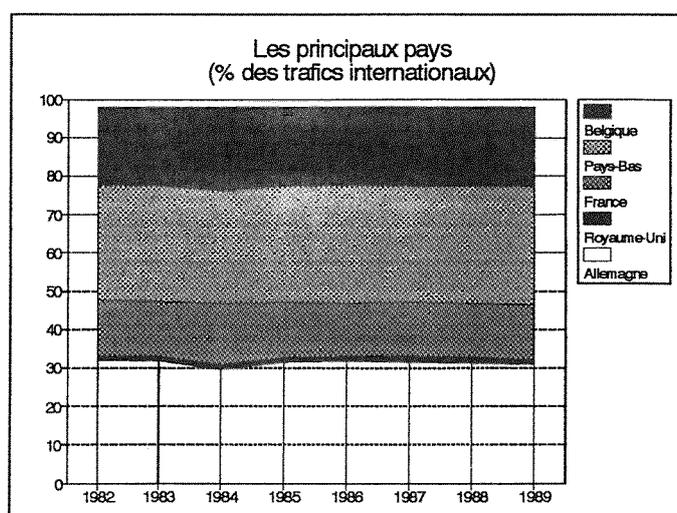
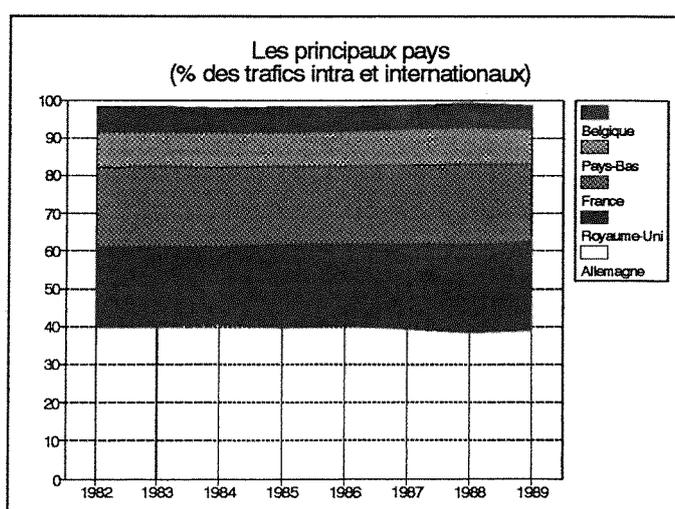




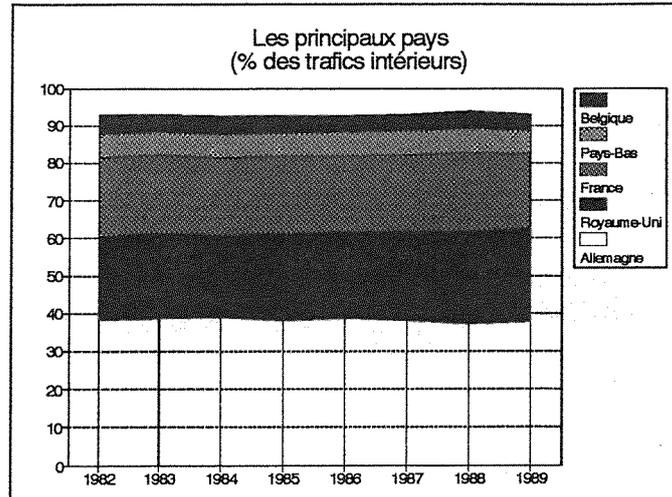
Graphique 5 : Part du trafic international (import + export) dans le trafic routier de chacun des pays (tonnages)
 Source : EUROSTAT

1.1.2. Approche par pays

Le Graphique 6 montre la répartition des trafics (intérieur, international et total) pour les 5 pays de la CEE, les plus importants en termes de tonnages transportés. Il met en évidence que ces pays représentent la quasi-totalité des flux. Mais la part de chaque pays est différente selon qu'il s'agisse de flux internationaux ou intérieurs. Pour le transport intérieur, trois pays prédominent : l'Allemagne (presque 40 %), le Royaume-Uni (25 %) et la France (20 %), la Belgique et les Pays Bas ne participant chacun qu'autour de 5 % seulement. Pour l'international, il y a une redistribution des poids : l'Allemagne et les Pays Bas comptent pour presque un tiers chacun ; la Belgique, pour 20 % ; la France, pour 14 % et comme on pouvait s'y attendre, la part du Royaume-Uni est négligeable (1,5 %). Ainsi donc, plus de 95 % des échanges internationaux des 8 pays sont réalisés par seulement 4 d'entre eux et, de plus, cette répartition se caractérise par une stabilité dans le temps³.



³ L'annexe 1 montre que la prise en compte des flux concernant l'Italie, dans la mesure où l'on peut les simuler, n'introduirait pas de modification sensible de cette conclusion.



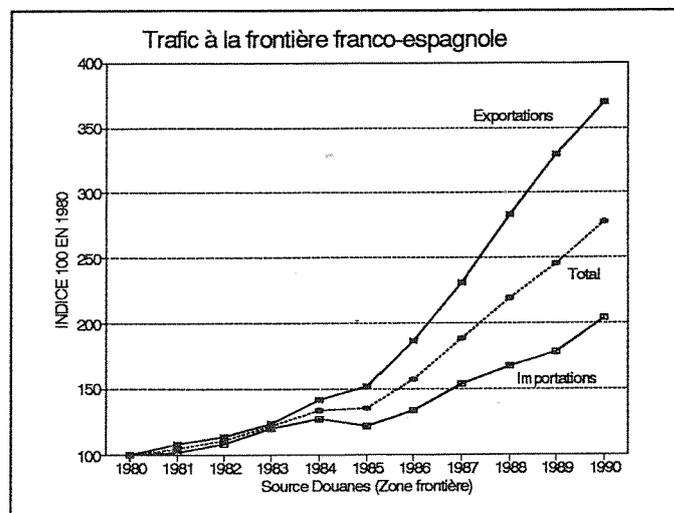
Graphique 6 : Répartition des trafics intérieur et international par pays

1.2. Les échanges entre l'Europe des 8 et la péninsule ibérique

Dans un premier temps, nous examinons les flux entre la France et la péninsule ibérique à l'aide des données SITRAM, ce qui permet de disposer d'une série longue homogène. Puis, à partir de données incomplètes (EUROSTAT et EUROPA TRANSPORT) et de simulations, nous envisageons ensuite les échanges entre les huit et la péninsule.

1.2.1. Les échanges entre la péninsule ibérique et la France

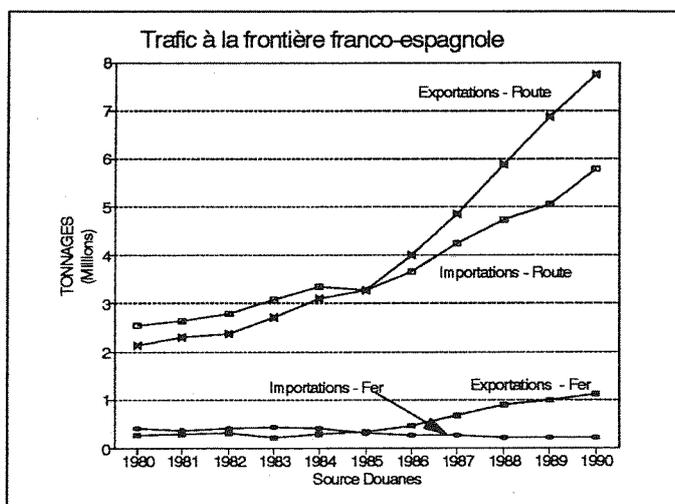
Le Graphique 7 montre l'évolution des tonnages dédouanés à la frontière franco-espagnole depuis 1980. Les échanges entre l'Espagne et le Portugal sont légèrement sous-estimés puisque ne sont pas prises en compte les marchandises dédouanées hors des frontières. La totalité des tonnages échangés entre la France et la Péninsule ibérique ne sont pris en compte par les Douanes qu'à partir de l'année 1984 et en agrégeant, jusqu'en 1987, les tonnages espagnols et portugais.



Graphique 7 : La croissance des trafics dédouanés à la frontière franco-espagnole de 1980 à 1990

Les tonnages importés et exportés par la péninsule ibérique s'accroissent à partir de 1984. Ce sont les exportations qui affichent le rythme de croissance le plus rapide puisque de 1980 à 1990 elles sont multipliées par 4. Les importations font preuve d'un rythme moins important, elles doublent sur l'ensemble de la période. Il faut ici encore noter la liaison avec la reprise économique de 1984.

Les échanges commerciaux avec la péninsule ibérique sont assurés majoritairement par le mode routier (Graphique 8). La différence d'écartement de voies des réseaux ferroviaires espagnols et français a-t-elle joué en défaveur du chemin de fer ?



Graphique 8 : La répartition modale des tonnages à la frontière franco-espagnole, de 1980 à 1990

Il y a également un effet de croissance économique. A partir de 1985, la croissance des tonnages échangés, en particulier des exportations françaises, profite conjointement à la route et au mode ferroviaire. Les importations laissent quant à elles peu de place au mode ferroviaire. Ainsi, le marché des transports espagnols fait la part belle au mode routier en intérieur comme en international. Le chemin de fer français semble mieux se défendre dans les relations internationales et à plus longue distance que dans les relations intérieures.

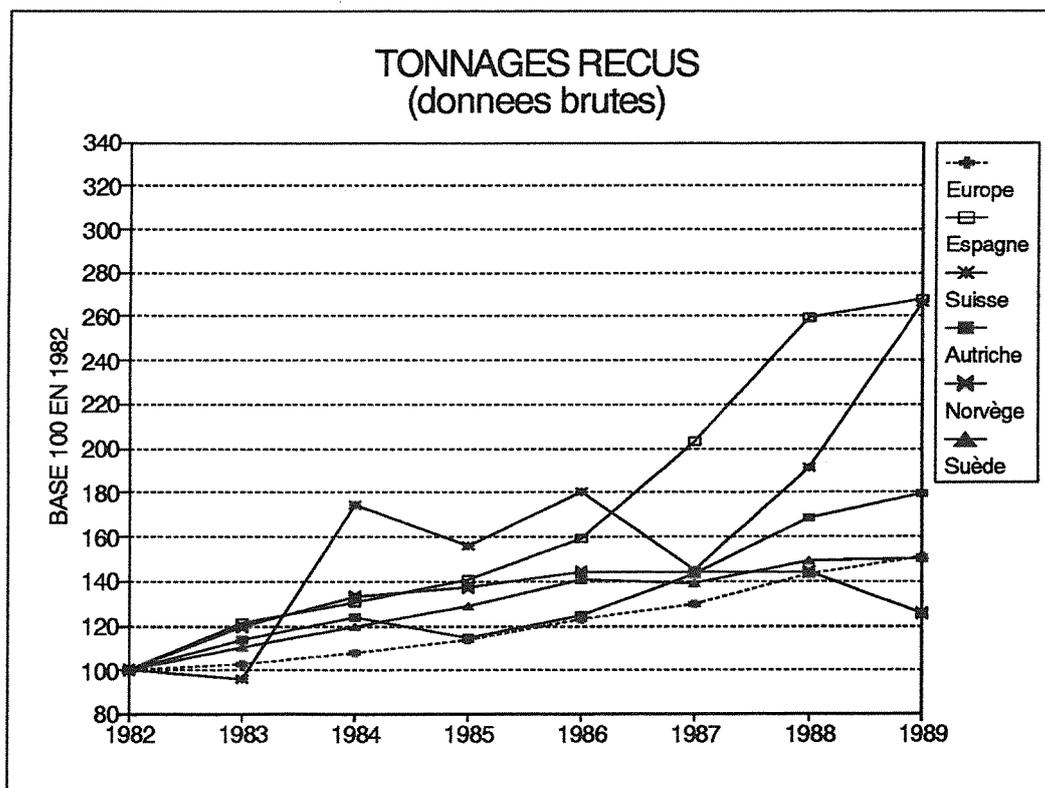
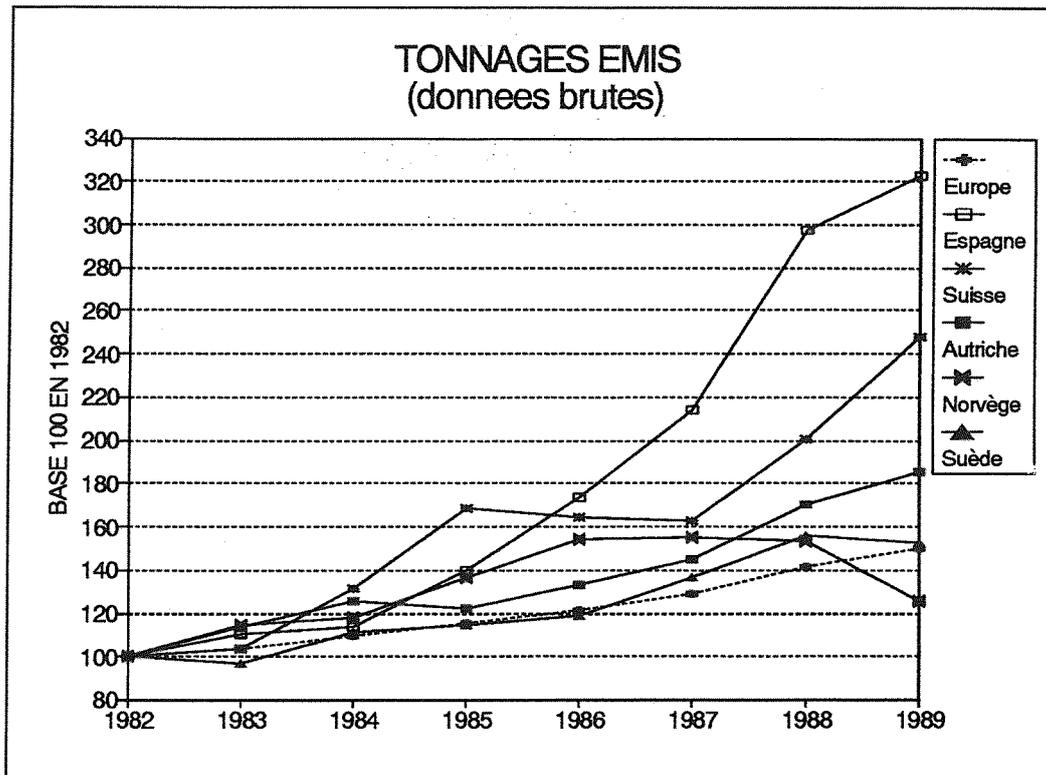
1.2.2. La péninsule ibérique et les huit

Il n'a pas été possible de reconstituer une série homogène complète retraçant les échanges entre la Péninsule ibérique et les 8 pays étudiés sur la période 82-89. La source EUROSTAT et la source EUROPA TRANSPORT fournissent néanmoins des informations complémentaires.

A partir de 86 (source EUROSTAT), les transports internationaux des 8 pays vers l'Espagne (avec des véhicules des 8) sont en forte croissance. Mais de 86 à 89, la part du pavillon espagnol baisse sensiblement. Si donc l'on recalcule une série 87-89 avec un pavillon espagnol constant (valeur de 86), on ne note plus cette hausse, au contraire même, les importations des 8 sont pratiquement stagnantes.

Cette "absence" d'effet lorsque l'on essaie d'intégrer l'effet pavillon se retrouve lorsque l'on compare les échanges des 8 (par véhicules des 8) avec l'Espagne et d'autres pays européens : Suisse, Autriche, Norvège et Suède (Graphique 9). En données brutes, l'Espagne se détache sensiblement à l'exportation mais reste tout à fait comparable avec la Suisse à

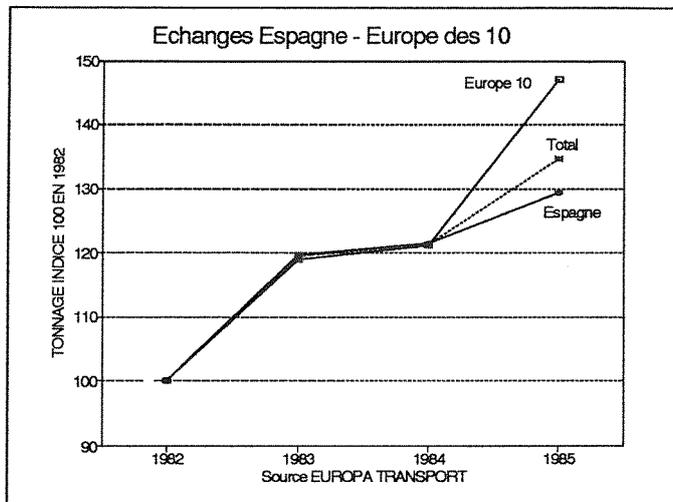
l'import. En données "corrigées", sans évolution du pavillon national, la Suisse devient tout à fait comparable à l'export et bien supérieure à l'import.



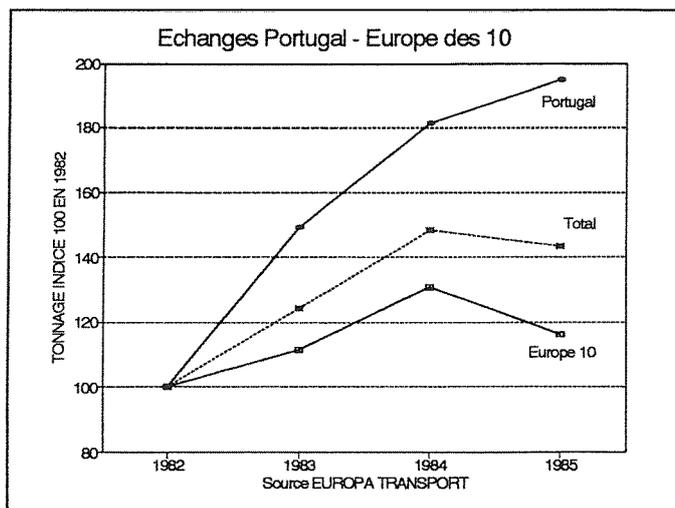
Graphique 9 : Echanges des 8 pays de la CEE (véhicules des 8) avec les autres pays européens

Source : EUROSTAT

Les statistiques fournies par les autorités espagnoles et portugaises et publiées dans EUROPA TRANSPORT ont permis de reconstituer l'évolution du trafic entre l'Espagne, le Portugal et les pays de l'Europe des 10 sur les années 1982 à 1985. Il s'agit de tonnages bilatéraux qui incluent les tonnages échangés dans les deux sens (Graphique 10 et Graphique 11). Les relations commerciales entre l'Espagne et le Portugal ne sont pas prises en compte.



Graphique 10 : Les échanges entre l'Espagne et les pays de l'Europe des 10, de 1982 à 1985



Graphique 11 : Les échanges entre le Portugal et les pays de l'Europe des 10, de 1982 à 1985

Pour l'Espagne, l'effet frontière, si l'on peut parler d'un tel concept, diminue à partir de 1984 puisque les tonnages échangés avec le reste de la Communauté européenne augmentent. Selon l'OEST⁴, les exportations et importations espagnoles s'orientent préférentiellement sur

⁴ BENARD S., "Les échanges de l'Espagne avec ses partenaires de la CEE", Notes de Synthèse de l'OEST, OEST, Mars 1989.

l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie. Et ce sont les transporteurs européens, plutôt que les espagnols, qui tirent parti de cette croissance⁵.

Quant au Portugal, la croissance des tonnages échangés avec les autres pays européens est supérieure de 1982 à 1987 à celle enregistrée par l'Espagne. Et, ce sont les transporteurs nationaux qui captent la plus forte augmentation de trafic. Sur la période considérée, leurs tonnages sont pratiquement multipliés par deux.

Néanmoins, pour tenter de vérifier l'existence d'un impact sur le trafic international de l'entrée de la Péninsule ibérique dans la CEE, il faut analyser l'évolution sur une période plus longue. Ne disposant pas de longues séries de données sur le trafic, on peut utiliser une mesure en valeur des exportations et des importations (Graphique 12). Ainsi, on voit qu'il y a une augmentation continue de leur valeur, en dollars courants, depuis 1970, avec certes une période de stagnation, voire de contraction (notamment pour le commerce extérieur portugais et les importations espagnoles) au début des années 80 mais ensuite une croissance beaucoup plus rapide pour les exportations espagnoles à partir de 1984 et à partir de 1986 pour le reste du commerce international ibérique. Mais en examinant les exportations, toujours en valeur et en dollars courants, de six pays de la Communauté, on remarque des évolutions similaires à celles de la Péninsule ibérique, c'est-à-dire une croissance jusqu'au début des années 80, ensuite une stagnation et enfin, une bonne reprise à partir de 1985-1986. Ainsi, l'évolution du commerce extérieur de l'Espagne et du Portugal serait plus le résultat d'un mouvement général de l'Europe (voire plus largement mondial) que l'impact de leur entrée dans la Communauté.

Ceci se précise en examinant d'une part, les valeurs du commerce extérieur de l'Espagne et du Portugal et d'autre part, les valeurs des exportations des mêmes 6 pays de la Communauté, en dollars constants. On remarque que :

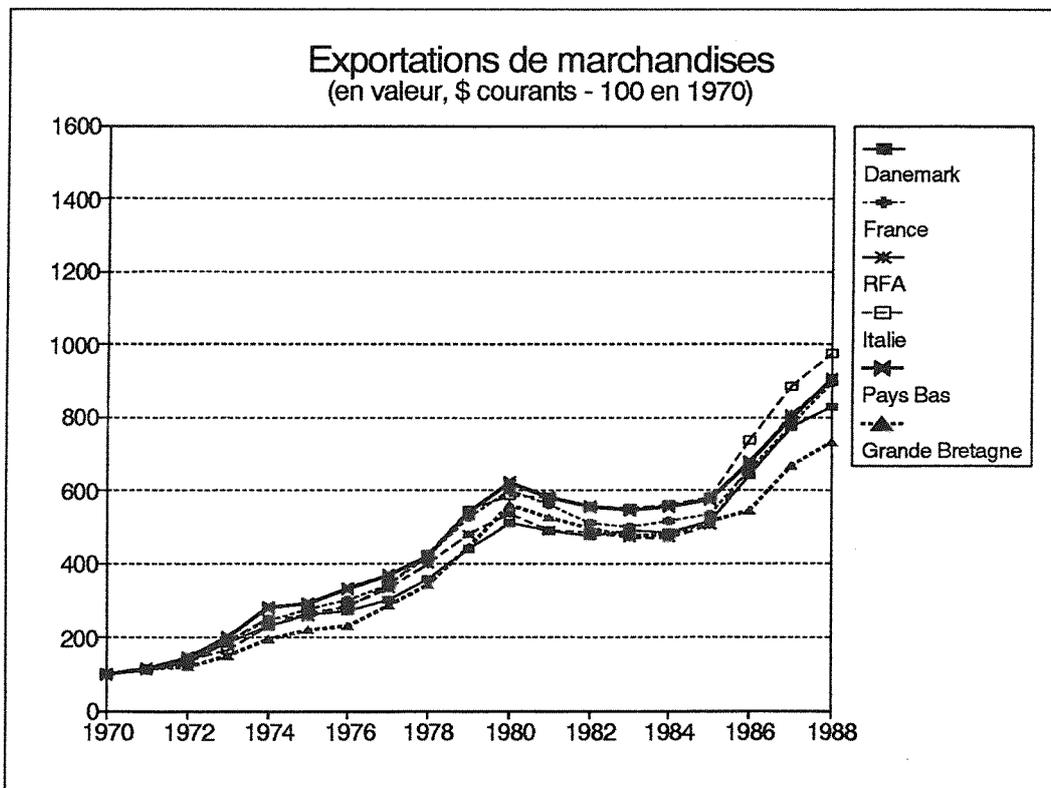
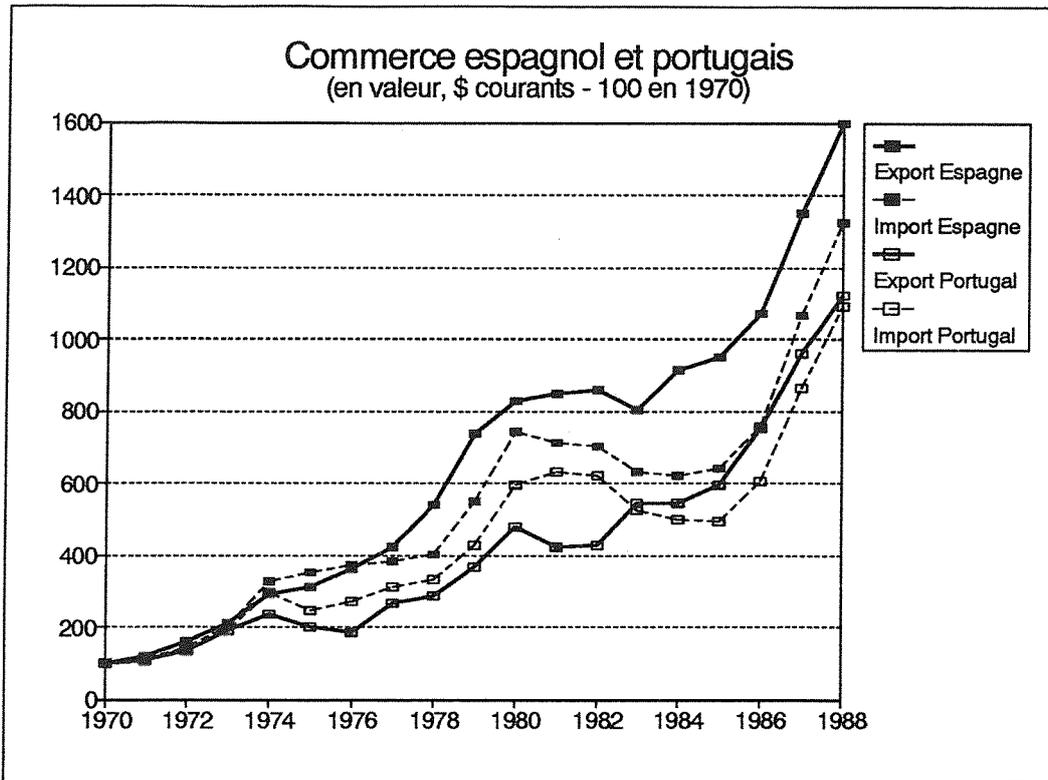
- Les exportations, notamment espagnoles, croissent beaucoup plus rapidement que les importations ; les exportations espagnoles ont plus que quadruplé dans la période 1970-1988, les exportations portugaises ont triplé, et les importations tant espagnoles que portugaises n'ont fait que passer à un peu plus du double.

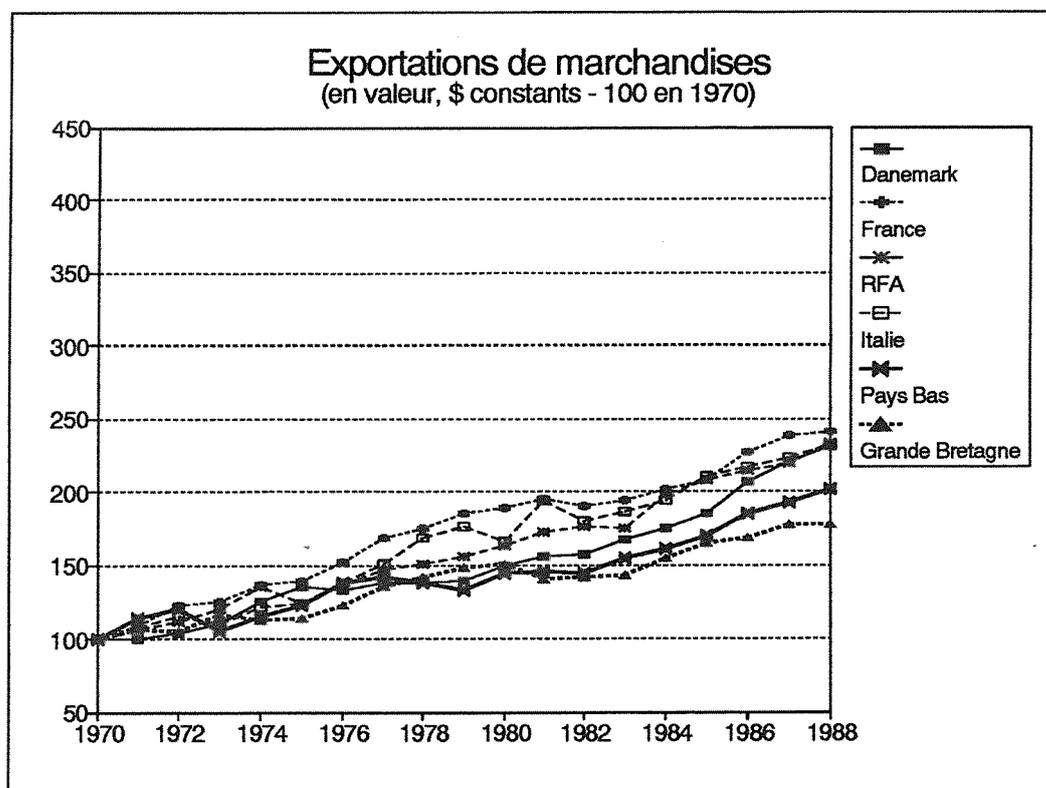
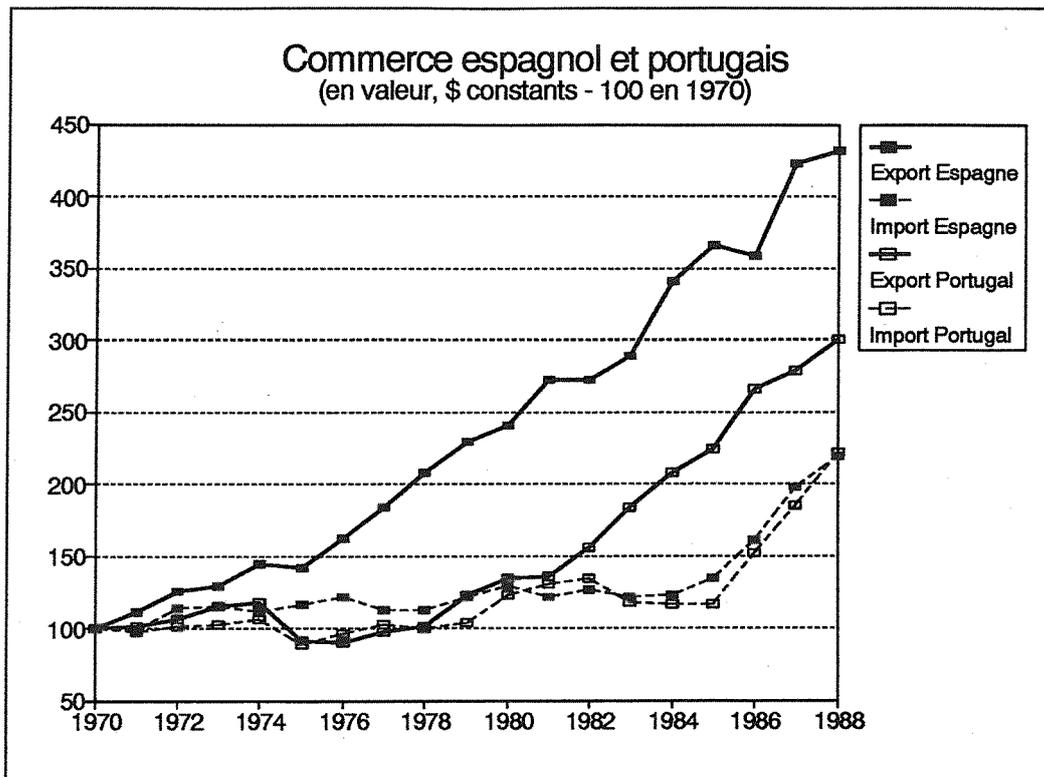
- Les exportations espagnoles prennent un rythme de croisière très soutenu à partir de 1976, les exportations portugaises à partir de 1982, et les importations des deux pays à partir de 1986 seulement.

- L'allure de l'évolution des exportations des 6 pays de la Communauté et des importations ibériques est similaire, quoique le dynamisme espagnol soit nettement plus important.

Ainsi donc, l'Espagne et le Portugal n'ont pas attendu leur entrée dans la CEE pour accélérer leurs exportations (au moins en valeur) et, tout au moins dans ce cas, la dynamique de l'internationalisation des économies semble beaucoup plus mondiale qu'européenne.

⁵ Cette perte de parts de marché se retrouve après 1986 (cf. supra). Il est vrai que les transporteurs espagnols disposaient au début de la période d'une situation très favorable.





Graphique 12 : Commerce extérieur espagnol et portugais et exportations de 6 pays de la CEE (en valeur)

1.3. Les trafics intérieur et international français

Nous comparons d'abord tous modes confondus les trafics intra- et inter-nationaux touchant la France puis examinons l'évolution des répartitions modales (données SITRAM).

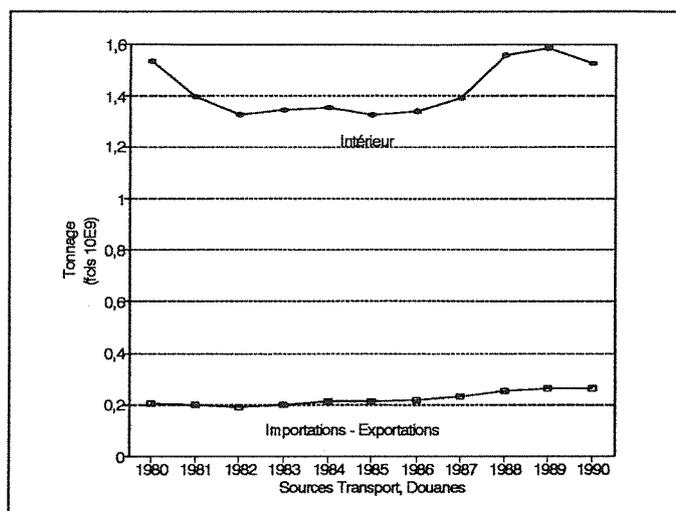
1.3.1. Volume et dynamique des trafics.

Le niveau des tonnages inter et intra-régionaux français est supérieur à celui des échanges dus au commerce extérieur. Le Graphique 13 laisse apparaître un écart important de l'ordre de 7 à 8. Mais ce chiffre doit être pondéré à la baisse. En effet, les données de trafic intérieur, issues du fichier Transport de la base SITRAM, sont surestimées. A cela, différentes raisons d'ordre statistique :

- Le volume de transport intérieur prend en compte la totalité des déplacements de marchandises réalisés sur le territoire national qu'ils soient d'origine nationale ou internationale (parcours français des importations et exportations françaises). Par exemple, les acheminements terrestres qui précèdent ou suivent un transport maritime sont compris comme du trafic intérieur dans la base Transport alors que pour les services douaniers il s'agit de trafic international. Il y a donc des doubles comptes qui apparaissent quant on compare les deux types de trafic, intérieur et international, du fait des différences de champ dans les fichiers Transport et Douanes de la base SITRAM.

- Les tonnages intérieurs comptabilisent le poids de la marchandise et de son emballage alors que les statistiques douanières représentent des tonnages nets.

- Enfin, l'addition des tonnages intérieurs réalisés par les différents modes de transport pose également des problèmes de double comptes. Le tonnage d'une marchandise transportée successivement par différents modes de transport sera enregistré dans les comptabilités de chacun des modes. En additionnant les tonnages effectués par les différents modes, on risque donc d'agréger plusieurs fois une même marchandise⁶.

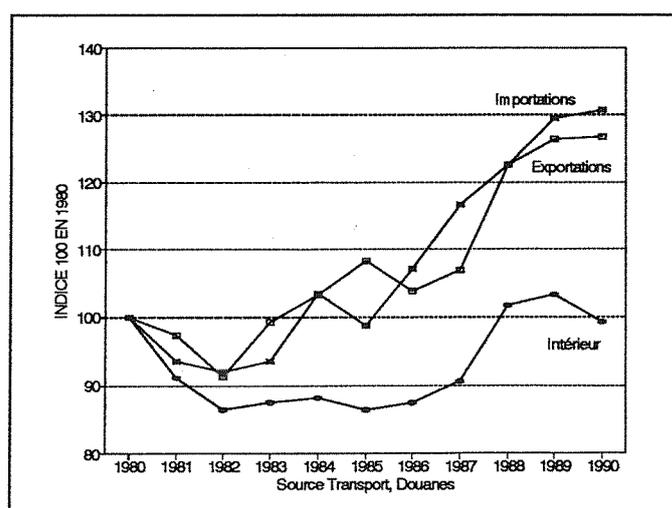


Graphique 13 : Trafic intérieur et international en France

⁶ Ce risque tient d'ailleurs plus à l'indicateur utilisé -le tonnage- qu'à la source utilisée.

Ces réserves méthodologiques mises à part, la différence de niveaux des trafics intérieurs et internationaux français laisse supposer l'existence d'un "effet-frontière" entre la France et ses différents partenaires commerciaux, au sens d'une diminution des flux liés au passage d'une frontière. Cet effet-frontière s'amenuise à partir de l'année 1984. Cette date marque toutefois le début de la reprise économique générale. On retrouve là le fait, qu'en partie au moins, l'augmentation des échanges internationaux serait impulsée par l'activité industrielle.

Cette chute de l'effet-frontière entre la France et les autres pays apparaît très nettement à l'examen du rythme de croissance des trafics intérieurs et internationaux (Graphique 14). En dynamique, l'effet frontière se dissiperait rapidement. La croissance des importations et exportations françaises, bien que cyclique, est portée sur l'ensemble de la période par un trend ascendant. Il y a sans doute un effet dû à la reprise de la croissance économique. C'est très net pour les importations qui s'envolent à partir de 1985. De même, les exportations s'accroissent à partir de 1986 mais de façon moins marquée.



Graphique 14 : Taux de croissance des tonnages intérieurs et internationaux

1.3.2. La répartition modale

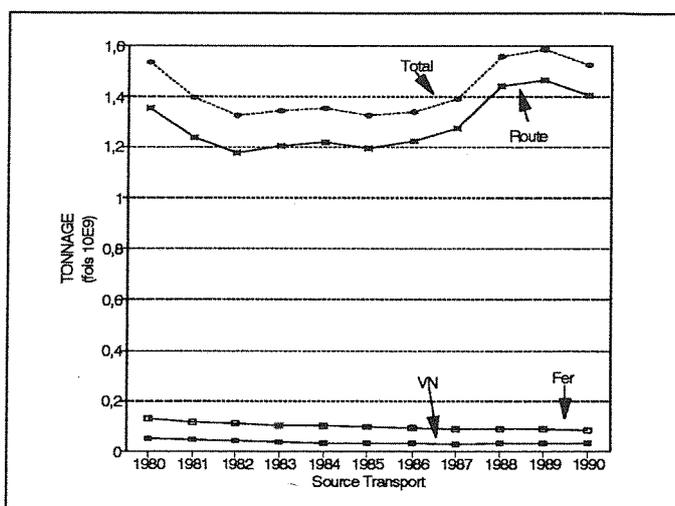
Le mode routier apparaît comme le grand gagnant sur le marché des transports de marchandises (Graphique 15). C'est plus de 90% des tonnages totaux qui sont acheminés par voie routière en 1990. En comparaison, les tonnages ferroviaires et fluviaux font triste figure. Sans doute parce que le mode routier est plus concurrentiel que le fer (et à plus forte raison que la voie d'eau) à la fois sur les courtes et les longues distances mais aussi parce qu'il intervient de façon complémentaire à ces deux modes de transport sur les parcours d'acheminement initiaux et terminaux des marchandises.

Les années 80 semblent donc marquer la domination définitive de la route dans les échanges intérieurs de marchandises et le déclin des modes ferroviaires et fluviaux.

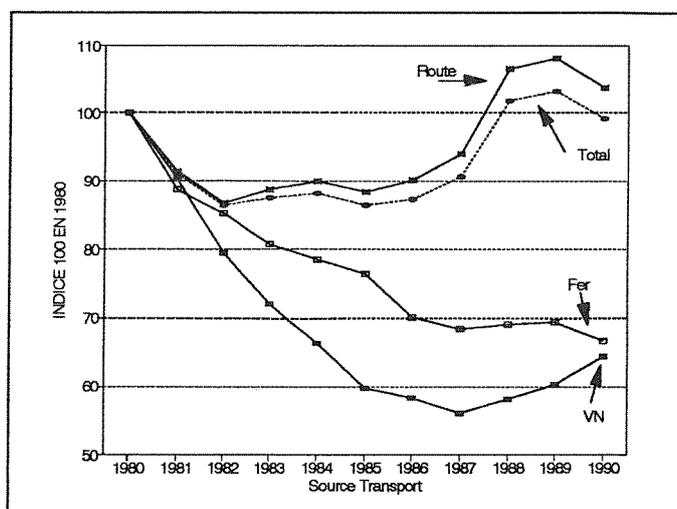
Toutefois, parallèlement à la croissance des trafics, la voie d'eau connaît à partir de 1987 une augmentation de ses parts de marché (Graphique 16). D'après l'OEST⁷, l'augmentation des

⁷ GIRAULT M., KOM D., "Les aspects régionaux de la reprise de l'activité transport", Notes de Synthèse de l'OEST, juillet-août 1990

trafics à partir de 1986 est dominée par une progression plus importante des échanges intra-régionaux (26% de 1986 à 1988) qu'inter-régionaux (23% de 86 à 88) en liaison notamment avec la reprise du BTP. Ces particularités de la croissance économique expliqueraient le regain du fluvial.

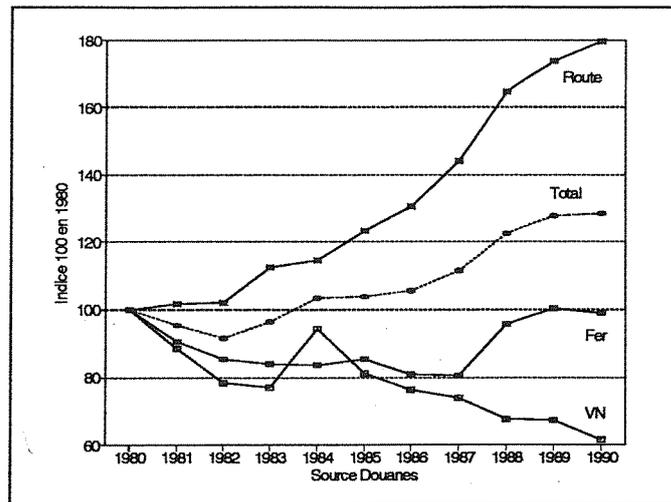


Graphique 15 : La répartition modale des tonnages intérieurs de 1980 à 1990



Graphique 16 : Evolution des modes en trafic intérieur, de 1980 à 1990

Le trafic international, dans sa partie française, est porté aux trois quarts par le mode routier. Les modes ferroviaires et fluviaux semblent mieux tirer leur épingle du jeu au niveau international qu'intérieur. Cependant, l'évolution globale de leurs trafics est négative, puisque les tonnages ferroviaires diminuent depuis 1984 et stagnent sur l'ensemble de la période pour la voie d'eau (Graphique 17). La croissance des trafics visible depuis 1982 est captée essentiellement par le mode routier.



Graphique 17 : Evolution des modes en trafic international, de 1980 à 1990

1.4. Des effets bien établis

Que retenir de ce rapide panorama des transports de marchandises internes à la CEE durant les années 80 ?

C'est tout d'abord la dynamique des flux internationaux qui, globalement, voient leur part progresser au sein du trafic total. Ce mouvement touche d'ailleurs, avec toutefois une amplitude variable, la quasi-totalité des pays. Remarquons que la prise en compte du trafic de transit que le type de données disponibles nous imposait d'ignorer ici se traduirait par un poids encore plus important des échanges internationaux, en tout cas pour des pays tels que la France.

Le deuxième enseignement découle de la remarque que nous venons de faire et de l'analyse des flux issus de la Péninsule ibérique. L'impact de la mondialisation des économies nationales paraît plus conséquent que celui de la construction européenne. Plus précisément, les conséquences les plus importantes de celle-ci concernent peut-être plus les termes de la concurrence (entre modes, entre transporteurs de pays différents, ...) que les volumes de trafic.

Enfin, et c'est là déterminant pour la suite du travail, les trafics internationaux s'effectuent quasi-uniquement entre quatre pays : Allemagne (mais attention, il s'agit de la seule RFA, nous sommes avant 1989), Belgique, France et Pays-Bas.

Quelle modélisation peut-on alors envisager pour les flux de marchandises intra-européens ?

2. La modélisation des flux de transport de marchandises

Nous avons cherché à élaborer deux types de modèles, un modèle gravitaire et un modèle à coefficients structurels. Rappelons rapidement que le premier type de modèle fait dériver la demande de transport entre deux zones quelconques du rapport entre des éléments caractéristiques de ces zones et susceptibles de motiver des échanges (un produit intérieur brut par exemple) et des facteurs limitants ces échanges (une distance entre zone, un coût, généralisé ou non, de transport) ; les marges de la matrice OD sont alors reconstruites après coup par simple sommation. Le second type de modèle déconnecte la détermination du volume de trafic de celle de la structure de ce trafic ; le poids relatif de chaque liaison est déterminé, généralement par projection de tendances passées, tandis que les marges de la matrice (c'est-à-dire les exportations et importations totales de chaque zone) sont déterminées par des relations économétriques propres à chaque zone. Sans préjuger des résultats, un certain nombre d'hypothèses nous semblent pouvoir déjà être avancées sur la conception et le domaine de validité de ces deux familles de modèles.

La première hypothèse est celle, très banale, d'un effet distance, jouant à la baisse des trafics entre zones éloignées. Cet effet n'est toutefois véritablement validé qu'à un niveau global d'appréhension des flux, tant une approche très désagrégée (soit spatialement, soit en termes de produits) butte sur des particularismes géographiques ou historiques⁸. Cette hypothèse invite à choisir un zonage assez grossier, soit régional, soit national, et à raisonner toutes marchandises confondues. Elle pousse aussi, même dans le cas d'un modèle à coefficients structurels, à chercher à intégrer une représentation de la distance physique ou économique entre zones dans la spécification du modèle.

La seconde hypothèse s'appuie sur la constatation de la forte inertie des comportements. Comme l'ensemble des structures économiques, sauf circonstances exceptionnelles, les flux d'échanges internationaux ne sont pas passibles de bouleversements brusques. Ils présentent, généralement, une forte constance, au moins en structure. Ceci revient à dire que les échanges d'un pays A vers un pays B ne dépendent pas que de l'état à l'instant T des économies de A et de B mais aussi des échanges de ce pays A avec les autres pays et, surtout, de l'historique de ces échanges. Cette remarque a deux conséquences. Tout d'abord, elle plaide plutôt en faveur d'un modèle à coefficients structurels, plus proche que le modèle gravitaire d'un raisonnement en structure. Mais elle suggère aussi que le meilleur prédicteur (au sens statistique) de tel coefficient structurel mesuré à l'année N n'est peut-être rien d'autre que ce même coefficient mesuré à l'année N-1.

Avant de définir et calibrer les deux modèles, nous allons rappeler brièvement les données de trafic disponibles.

2.1. Les données de trafic

L'examen des sources de données sur les trafics internationaux a montré⁹ que seule la base EUROSTAT fournissait des séries chronologiques longues homogènes pour la quasi-totalité des pays de la Communauté (à partir toutefois de leur entrée dans la CEE).

⁸ PESCHEL K., On the Impact of Geographic Distance on the Interregional Patterns of Production and Trade, in : Environment and Planning A, Vol 13, 1981, pp. 605-622.

⁹ Voir le rapport 1, "Les sources statistiques".

Les données de trafic utilisées, cohérentes avec celles de la partie précédente, se présentent en national de manière à peu près satisfaisante (flux Route + Fer + Voie d'eau, échanges inter-régionaux, séries longues au moins pour un noyau de pays) à l'exception toutefois des données italiennes quasiment inexistantes et des données luxembourgeoises lacunaires. A l'international, par contre, l'état des lieux est moins complet puisque nous n'avons pu disposer que de flux "inter-nations" mais pas de flux "inter-régions", par exemple les flux de la France vers l'Allemagne sont connus, mais pas ceux de Rhône-Alpes vers la Bavière. Il y a là une limitation importante qui n'a pu être levée et nous avons donc dû nous orienter vers des modèles calibrés sur les flux entre Etats. On verra que la détermination d'"effets-frontière" s'en est trouvée compliquée.

Les séries retenues couvrent les années 1982-1989 et agrègent les trois principaux modes de transport (route, fer, voie d'eau). Elles portent sur 4 pays, Allemagne (RFA), Belgique, France et Pays-Bas, et concernent plus de 95 % des tonnes transportées à l'international, tous modes confondus (Cf. supra).

2.2. Elaboration d'un modèle gravitaire

Un modèle gravitaire se présente sous la forme générique suivante :

$$T_{ij} = a \cdot \frac{Rich_i^b \cdot Rich_j^c}{Frein_{ij}^d} \quad (1)$$

où T_{ij} représente le trafic de la zone i vers la zone j , $Rich_k$ le potentiel d'émission ou de réception de la zone k ¹⁰, $Frein_{ij}$ les facteurs résistants aux échanges entre i et j et a , b , c , d des constantes qu'il convient d'estimer lors du calage du modèle. Les trois dernières constantes correspondent à des élasticités ; leur présence sous la forme de fonctions puissances traduit une proportionnalité des causes et des effets, c'est-à-dire qu'une variation relative de x % de $Rich_i$ entraînera une variation relative de $b \cdot x$ % de T_{ij} . L'estimation du modèle se fait, après transformation de l'expression (1) sous forme logarithmique, par la méthode des moindres carrés.

2.2.1. Les variables prises en compte

Les indicateurs retenus pour mesurer les potentiels des différents pays sont tout simplement les Produits Intérieurs Bruts exprimés en dollars constants de 1980.

Trois variables de résistance aux échanges ont été testés. L'impossibilité d'obtenir, surtout en série rétrospective, des indicateurs de coût de transport et de temps de transport a impliqué de se focaliser sur les diverses représentations disponibles de la distance. C'est ainsi que nous avons comparé l'effet de la distance moyenne "réelle" de transport, de la distance autoroutière et de la distance à vol d'oiseau.

La base EUROSTAT fournit simultanément pour les trafics nationaux et les échanges entre nations des estimations en tonnes et en tonnes-kilomètres. Par une simple division, il est

¹⁰ Dans certains cas, les indicateurs représentant le potentiel d'émission d'une zone diffèrent de ceux rendant compte de sa capacité d'attraction. Nous avons retenu ici un seul et même indicateur.

ainsi possible de déterminer des distances "réelles" de transport¹¹ et d'examiner leur évolution dans le temps. On constate alors que ces distances sont très stables de 1982 à 1989, le coefficient de variation (rapport entre la moyenne et l'écart-type) évoluant selon le couple retenu de 1 % à 6 %. Il n'est alors pas utile de conserver une série chronologique par couple OD et l'on peut se contenter des valeurs moyennes. Le tableau 1 fournit pour l'ensemble des couples Origine-Destination (y compris les échanges intra-nationaux) la valeur moyenne de la distance sur les huit ans étudiés. On notera que les relations ne sont pas symétriques, l'écart le plus important correspondant au couple France-Allemagne.

Tableau 1 : Les distances "réelles" de transport entre couples OD (en km)

Origine\Destination	Allemagne	France	Pays-Bas	Belgique
Allemagne	58	475	307	285
France	416	90	432	331
Pays-Bas	343	423	61	155
Belgique	329	293	173	46

La distance autoroutière a été retenue comme second indicateur, au détriment des distances ferroviaires ou fluviales du fait de la domination modale de la route, le choix d'un itinéraire autoroutier plutôt que routier s'expliquant par la préférence de plus en plus marquée des transporteurs pour ce type d'infrastructure. Distances autoroutières comme distances à vol d'oiseau impliquent de définir pour chacune des zones retenues pour l'étude un centre de gravité, censé être le lieu d'où partent et où arrivent tous les flux concernant la zone. Pour des zones de faible taille éloignées les unes des autres, l'opération n'est pas trop hasardeuse, mais lorsqu'il s'agit des relations entre pays limitrophes de la taille de la France ou de l'Allemagne, le choix est beaucoup plus problématique et la marge d'erreur s'accroît considérablement. S'y ajoute un second problème, celui des distances intra-zones. Les villes retenues comme centre de gravité sont Amsterdam, Bruxelles, Francfort et Paris, même si nous avons beaucoup hésité pour l'Allemagne entre Francfort et Düsseldorf (capitale du Land le plus attractif et le plus réceptif, celui de Rhénanie du nord-Westphalie). Les distances intra-zones, faute d'autre solution, sont les distances "réelles", issues d'EUROSTAT. Les tableaux 2 et 3 présentent les valeurs calculées, respectivement pour les distances autoroutières et les distances à vol d'oiseau.

Par rapport aux distances "réelles", les distances autoroutières sont sensiblement plus importantes, à l'exception de la liaison France-Belgique, alors que la situation des distances à vol d'oiseau est beaucoup plus contrastée, France-Allemagne, France-Belgique et Allemagne-Pays-Bas s'éloignant tandis que les autres liaisons restent au contraire très proches.

¹¹ Nous ne nous faisons guère d'illusion sur la "réalité" de ses distances, c'est-à-dire leur identité avec les distances effectivement parcourues (à supposer d'ailleurs que cette dernière expression ait un sens). Les ruptures de charge, avec ou sans changement de mode, la plus ou moins grande fiabilité des données recueillies par les administrations, entre autres sources d'approximation, nuancent clairement le terme "réel". Nous l'avons néanmoins conservé car ces distances "calculées" s'avèrent en tout état de cause beaucoup moins normatives que les deux autres séries de distance.

Tableau 2 : Les distances autoroutières entre couples OD (en km)

Origine\Destination	Allemagne	France	Pays-Bas	Belgique
Allemagne	58	576	434	392
France	576	90	511	308
Pays-Bas	434	511	61	203
Belgique	392	308	203	46

Tableau 3 : Les distances à vol d'oiseau entre couples OD (en km)

Origine\Destination	Allemagne	France	Pays-Bas	Belgique
Allemagne	58	480	360	315
France	480	90	425	260
Pays-Bas	360	425	61	170
Belgique	315	260	170	46

2.2.2. Calages et choix d'un modèle

Dans un premier temps, nous avons calé trois modèles gravitaires, différant par la nature de la distance utilisée, sur les seuls flux internationaux. Nous disposons alors de 96 observations (12 couples, 8 années). Le tableau 4 reprend pour chacun de ces modèles le coefficient de corrélation et les 4 coefficients a , b , c , d . Les R^2 sont très faibles, les distances "réelles" fournissant toutefois une estimation de moins mauvaise qualité. Les élasticités estimées pour les trois modèles sont significativement non nulles et présentent les caractéristiques attendues, positives et inférieures à 1 pour les variables d'attraction, négative et de l'ordre de 2 à 3 pour le facteur résistant.

Tableau 4 : Premier calage de modèles gravitaires (toutes relations internationales)

Distance	"réelle"	autoroutière	vol d'oiseau
R^2	0.489	0.249	0.264
a	7.487	7.561	6.916
b	0.613	0.513	0.556
c	0.817	0.664	0.707
d	-2.720	-2.573	-2.248

L'examen des résidus montre que les formulations obtenues rendent très mal compte des échanges entre Allemagne et Pays-Bas, les erreurs relatives de prévision étant de l'ordre de 6 % dans le sens Allemagne-Pays-Bas et de plus de 10 % dans le sens contraire (pour le "meilleur" modèle !). Or, il s'agit d'un couple très spécifique, qui concerne dans une large mesure les

grands ports néerlandais et pour lequel le mode de transport dominant est le fluvial¹². Les logiques économiques qui régissent ce type de trafic diffèrent sensiblement de celles à l'oeuvre pour les autres relations, même si les couples France-Pays-Bas ou France-Belgique, par exemple, incluent également des frets à destination de ces ports, mais en proportion beaucoup plus faible.

Une seconde série de calages a alors été réalisée sur un jeu de 80 relations excluant les 16 relations entre Allemagne et Pays-Bas (Tableau 5). Les R^2 obtenus sont sensiblement plus élevés pour les trois types de distance qu'avec le jeu précédent, la hiérarchie entre eux étant maintenue. Les élasticités sont toujours significativement différentes de 0 et possèdent les caractéristiques espérées. L'application de ces modèles au couple Allemagne-Pays-Bas fournit bien sûr une moins bonne estimation des trafics entre ces deux pays (meilleures erreurs relatives de l'ordre de 7 et 13 %).

Tableau 5 : Deuxième calage de modèles gravitaires (toutes relations internationales hors Allemagne-Pays-Bas)

Distance	"réelle"	autoroutière	vol d'oiseau
R^2	0.900	0.795	0.843
a	9.123	7.972	7.175
b	0.536	0.632	0.687
c	0.632	0.714	0.769
d	-2.457	-2.573	-2.759

Des six formulations testées jusqu'ici, seule celle calée sur 80 relations avec des distances "réelles" fournit un modèle acceptable. Mais les calages réalisés jusqu'à présent ne prenaient pas en compte les flux intra-nationaux. Deux voies s'ouvrent maintenant pour les intégrer : caler un modèle unique inter- et intra-national, spécifier un modèle autonome.

Le modèle unique recherché s'appuie sur les résultats précédents. Sur 112 relations (80 + 4.8 pays.années), nous avons alors estimé les 4 paramètres a , b , c et d en utilisant les distances "réelles"¹³ (Tableau 6). Le R^2 est encore amélioré¹⁴, mais les erreurs standards sur les élasticités se dégradent légèrement. Néanmoins, les erreurs relatives restent tout à fait raisonnables (2 sur 112 seulement sont légèrement supérieures à 4 %). Toutefois, pour les trafics intérieurs, le modèle surestime les flux français et néerlandais et sous-estime les 2 autres.

Tableau 6 : Troisième calage de modèles gravitaires (toutes relations, hors Allemagne-Pays-Bas)

R^2	a	b	c	d
0.985	7.418	0.573	0.668	-2.323

¹² Réciproquement, plus du tiers des tonnes empruntant la voie fluviale pour des échanges internationaux se retrouvent sur la liaison Pays-Bas-Allemagne.

¹³ Remarquons que les distances intra-nationales disponibles étaient uniquement les distances "réelles". Le jeu de distance utilisé est donc cohérent.

¹⁴ Il s'agit en fait uniquement d'un effet statistique bien connu. Un nuage de points composé de deux sous-nuages très distincts fournit généralement une excellente régression, en tout cas selon le critère du R^2 . Or, ici, les trafics intra-nationaux sont considérablement plus élevés que les internationaux.

Deux modèles spécifiques aux trafics intra-nationaux ont été évalués (Tableau 7). Le premier est une simplification du modèle (1), dans lequel le dénominateur est conservé et le numérateur ne comprend plus qu'un seul terme, le PIB du pays étudié. Pour ce modèle (2), trois paramètres sont alors à estimer : la constante (e), l'élasticité au PIB (f) et l'élasticité à la distance (g). Le second modèle ne prend en compte qu'un effet richesse et se présente sous la forme $T_{ij} = e \cdot Rich^f$. Le modèle (3) comporte donc deux paramètres à estimer. Si dans les deux cas les coefficients sont tout à fait significatifs, le passage du modèle (2) au (3) se traduit par une légère chute du R^2 , les prévisions des trafics français et allemands étant quelque peu dégradées au profit des trafics néerlandais. Toutefois, le modèle (2) fournit des élasticités surprenantes et on lui préférera donc le modèle (3).

Tableau 7 : Calages spécifiques aux trafics intra-nationaux

Modèle	R^2	e	f	g
(2)	0.994	2.639	1.122	-0.798
(3)	0.964	1.149	0.981	

Nous disposons donc de trois modèles gravitaires. Le premier prend en compte uniquement les trafics internationaux (colonne "réelle" du Tableau 5), le deuxième porte sur les trafics intra-nationaux (ligne (3) du Tableau 7), quant au troisième, il permet de traiter simultanément tous les types de trafic (Tableau 6). Les trois fournissent des résultats satisfaisants, quoique les trafics internationaux soient, à l'exception bien sûr du couple Allemagne-Pays-Bas, mieux prédits que les trafics intérieurs. La prise en compte d'un modèle intra-national spécifique n'apportant pas grand chose, nous avons préféré retenir un modèle unique. Le résultat du calage est le suivant :

$$T_{ij} = 7.418 \cdot \frac{PIB_i^{0.573} \cdot PIB_j^{0.668}}{DIST^{2.323}}$$

2.3. Les modèles à base de coefficients structurels

Dans une matrice OD ou un tableau entrée-sortie, on entend par coefficient structurel relatif à la case ij (i ème ligne, j ème colonne), le rapport entre la valeur observée et la valeur théorique qui correspondrait à une situation d'indépendance entre zone d'origine et zone de destination. Cette valeur théorique se calcule simplement à partir des marges du tableau ou de la matrice¹⁵. Les modèles à base de coefficients structurels ne fournissent donc pas directement les flux entre une origine et une destination données. Ils séparent la prévision des importations (ou exportations) de chaque zone de la détermination de l'évolution de la provenance de ces importations (ou exportations). Distinguer ainsi effets de structure et effets de volume global impose alors de rechercher deux sous-modèles distincts, l'un concernant les coefficients structurels proprement dits, l'autre s'attachant aux importations et exportations de chaque pays.

¹⁵ Il s'agit du produit de la somme en ligne -ensemble des flux sortant de l'origine- par la somme en colonne -ensemble des flux entrant dans la zone de destination-, divisé par la somme totale des flux -sur toutes les origines ou toutes les destinations-.

2.3.1. La modélisation des coefficients structurels

Un modèle à base de coefficients structurels, contrairement à un modèle gravitaire, ne traite pas isolément les échanges entre une zone A et une zone B. C'est un avantage, on l'a vu en introduction de cette partie, mais c'est aussi un inconvénient : en effet, les résultats obtenus, par exemple le niveau du coefficient ou son évolution, vont dépendre non seulement de l'évolution des flux entre les deux pays A et B, mais aussi de l'ensemble des échanges de ces deux pays avec tous les autres pays avec lesquels ils commercent. Dans la mesure où, d'une part, il paraissait difficile de prendre en compte l'ensemble des pays du globe et, d'autre part, l'ampleur limitée de l'étude ne permettait guère d'en construire une typologie synthétique, il a fallu en rester aux quatre pays que nous avons considérés jusqu'à présent : Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas. Ils représentent certes plus de 95 % des flux intra-européens, mais on gardera à l'esprit le caractère tout à fait contingent du modèle que nous allons élaborer.

Ainsi que nous le remarquons aussi en introduction, deux types de modélisation sont envisageables : un modèle de type auto-régressif, dans lequel on prévoit la valeur à l'année N à partir de la valeur à l'année N-1, un modèle intégrant la distance comme facteur explicatif premier des coefficients structurels. Nous les envisagerons successivement, après une rapide description des coefficients obtenus.

Ainsi que l'on pouvait l'espérer, les coefficients structurels relatifs aux échanges internationaux diffèrent sensiblement de ceux correspondant aux trafics intra-nationaux. Pour l'Allemagne, les coefficients sont de l'ordre de 1.8 en transport intérieur, pour la France, ils atteignent 3.4, pour les Pays-Bas, ils montent à environ 7.5 et pour la Belgique ils dépassent 10. A l'international, ces mêmes coefficients n'arrivent pas à 0.3, à la notable exception des échanges entre les Pays-Bas et la Belgique qui présentent des valeurs de 0.7 à 0.8, ce qui reflète l'ancienneté et la force des liens économiques au sein du Bénélux.

Nous avons alors cherché à modéliser l'évolution dans le temps des coefficients structurels, en séparant trafics intérieurs et internationaux (eux-mêmes séparés par pays) et en adoptant la forme suivante :

$$CS_N = \alpha \cdot CS_{N-1} \quad (4)$$

où CS_N et CS_{N-1} représentent respectivement le coefficient structurel à l'année N et à l'année N-1 relatif à une liaison donnée.

Le tableau 8 permet de comparer les estimations obtenues (28 observations en intra-national, 42 en international pour chaque pays). Globalement tout d'abord, les régressions obtenues sont de très bonne qualité au plan statistique. Mais si les coefficients α sont bien significativement non nuls, ils sont, en trafic intérieur et pour l'Allemagne, non significativement différents de 1. C'est dire qu'il n'est pas possible dans ces deux cas de conclure à une évolution dans le temps des coefficients structurels. Par contre, pour les trafics internationaux concernant la Belgique, la France et les Pays-Bas, le coefficient est significativement supérieur à 1, ce qui impliquerait, puisque l'on se place dans un raisonnement en structure, une croissance relative de ces flux plus importante que celle des flux nationaux correspondants. On retrouve là un phénomène évoqué dans la première partie de ce rapport, c'est-à-dire l'existence d'un différentiel de croissance entre flux intra-nationaux et internationaux.

Tableau 8 : Première modélisation des coefficients structurels

	Traf. intérieurs	Allemagne	Belgique	France	Pays-Bas
R ²	0.998	0.995	0.993	0.994	0.993
α	1.003	1.011	1.035	1.025	1.033
Erreur stand. α	0.005	0.007	0.009	0.007	0.009

La deuxième modélisation prend toujours comme variable à expliquer le coefficient structurel relatif à l'année N mais le confronte à divers paramètres explicatifs, dont la distance et d'éventuels "surcoûts" liés au franchissement de frontières. La forme générique retenue est la suivante :

$$CS_{ij}^t = \exp(\beta + \chi \cdot Dist_{ij} + \delta_{ij} \cdot Frein1 + \delta_{ij} \cdot Frein2_{ij} + \delta_{ij} \cdot Frein3^t) \quad (5)$$

avec CS_{ij} coefficient structurel relatif à la liaison de i à j , $Dist_{ij}$ la distance entre i et j , $\delta_{ij} = 1$ si $i < j$, 0 sinon, et trois types de surcoûts :

- *Frein 1* correspond à un effet-frontière constant, indépendant de la liaison ;
- *Frein 2_{ij}* ($i < j$) simule un effet-frontière distinct selon la relation¹⁶ ; la valeur attendue

de *Frein 2_{ij}* est inférieure à 0 et $\frac{Frein2_{ij}}{\chi}$ exprime en kilomètres la pénalisation liée au franchissement de la frontière entre i et j ;

- *Frein 3^t* correspond à un effet-frontière constant dans l'espace (indépendant du couple i, j observé) mais variant chaque année.

Les distances retenues sont les distances "réelles" définies lors de l'étude du modèle gravitaire, le jeu de données étant donc cohérent entre transports intra- et inter-nationaux. Quatre modèles sont testés : le premier (5.1) ne retient que la distance, le deuxième (5.2) agrège distance et effet-frontière constant, le troisième (5.3) traite simultanément distance et effet-frontière variable dans l'espace, le dernier ajoute à la distance un effet-frontière constant dans l'espace mais variable d'une année à l'autre (5.4). Le tableau 9 présente les calages obtenus après transformation logarithmique de l'équation (5), les effets annuels figurant dans le tableau 10 et les effets-frontière par type de liaison dans le tableau 11 .

Tableau 9 : Seconde modélisation des coefficients structurels

Modèle	R ²	β	χ	Frein 1/χ
(5.1)	0.925	2.158	-0.0125	
(5.2)	0.935	2.224	-0.0107	66
(5.3)	0.963	1.842	-0.0048	
(5.4)	0.935	2.224	-0.0107	

¹⁶ Restriction supplémentaire, les effets-frontière estimés par la suite sont symétriques ; les données ne permettaient pas de calage avec des effets dissymétriques.

L'estimation ne prenant en compte que la distance obtient un R^2 déjà très élevé et l'intégration d'un effet constant se traduit par un gain faible (1 %), le passage ultérieur d'un effet constant à un effet variable dans le temps n'améliorant pratiquement pas le R^2 . Le gain permis par l'ajout à la distance d'un effet variable dans l'espace est légèrement supérieur. En dépit de la qualité globale de la régression, tous ces modèles ont toutefois tendance à minorer les coefficients les plus élevés, c'est-à-dire ceux correspondant aux flux intérieurs.

Tableau 10 : Valeur des effets-frontière temporels (en km)

Année	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Effet	74	68	66	65	65	66	65	62

Tableau 11 : Valeur des effets-frontière spatiaux (en km)

	Allemagne	Belgique	France	Pays-Bas
Allemagne		564	698	370
Belgique	564		431	277
France	698	431		578
Pays-Bas	370	277	578	

Les évolutions temporelles estimées sont notables. La valeur moyenne sur la période représente une chute d'environ 51 % du trafic occasionnée par le passage d'une frontière, mais ce pourcentage diminue de 55 en 1982 à 48 en 1989. L'évolution constatée n'est toutefois pas linéaire. On enregistre une stagnation de 1985 à 1988, les variations les plus nettes ont lieu en début et en fin de période mais nous manquons d'éléments pour tenter de les expliquer. La décroissance annuelle moyenne peut être estimée à 2.6 %.

Les différences entre couples Origine-Destination sont tout aussi sensibles. Entre les deux valeurs extrêmes, le rapport est de 2.5. La hiérarchie des liaisons qui se dégage correspond bien à ce que l'on pouvait attendre¹⁷. Les Pays-Bas, grâce aux ports de Rotterdam et d'Amsterdam, enregistrent les effets les plus faibles, la relation la plus étroite étant celle, interne au Bénélux, avec la Belgique (chute de trafic inférieure à 25 %). Les liens les plus forts de la France sont ceux tissés tout au long de l'histoire avec la Belgique, tandis que le couple France-Allemagne reste encore très lâche puisque la distance de 698 kms correspond à une chute de trafic de 95 %.

Les données disponibles ne permettent malheureusement pas de caler des séries d'effets-frontière par liaison. Il aurait fallu disposer de liaisons de région à région entre des pays distincts de la Communauté pour tester une telle modélisation. En l'état actuel des données, nous en resterons aux modèles présentés ici.

¹⁷ Elle est très proche de celle déterminée pour l'année 1970 par Bröcker (BRÖCKER J., *Measuring Trade-impeding Effects of National Borders by Log-linear Interaction Analysis*, Institut für Regionalforschung, 1980, 64 p., coll. Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Regionalforschung der Universität Kiel).

2.3.2. La modélisation des importations et exportations

Nous avons cherché à modéliser les exportations et importations de chacun des quatre pays étudiés sous la forme :

$$\text{Flux} = A \cdot \text{PIB}^B$$

Les sources utilisées pour les PIB étaient les données de la base CHELEM en dollars constants (base 1980, Cf. supra) et celles d'EUROSTAT en monnaies nationales constantes. Les flux sont issus bien évidemment d'EUROSTAT. Rappelons qu'il s'agit dans les deux cas de prévoir les marges de la matrice d'échanges, y compris donc les flux intérieurs : l'expression "importations" ne renvoie pas à l'acceptation usuelle mais désigne donc la somme de deux termes, les flux en provenance de l'étranger et les flux intérieurs. Il en est de même pour les "exportations".

Les résultats obtenus sont d'assez mauvaise qualité. L'utilisation de CHELEM conduit à des R^2 compris entre 0.765 et 0.884, à l'exception des exportations et importations belges pour lesquelles le R^2 est de l'ordre de 0.35-0.40. Dans tous les cas, l'élasticité est significativement différente de 0, à l'exception toujours de la Belgique. Le recours à EUROSTAT n'améliore les résultats que pour les Pays-Bas, les ordres de grandeur n'étant toutefois pas modifiés. Les R^2 sont compris entre 0.754 et 0.871, avec toujours les mêmes cas particulier (0.35-0.40 toujours). Les élasticités demeurent significativement différentes de 0, toujours à l'exception de la Belgique¹⁸. Par souci d'homogénéité avec les modèles développés précédemment, nous avons donc retenu la base CHELEM, les résultats figurant dans le tableau 12.

Tableau 12 : La modélisation des flux d'importation et d'exportation

	Allemagne		Belgique		France		Pays-Bas	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
R^2	0.884	0.873	0.382	0.356	0.775	0.765	0.822	0.848
A	3.835	3.746	7.502	7.758	0.159	0.492	-0.588	-0.836
B	0.804	0.809	0.461	0.438	1.040	1.015	1.138	1.167

Le modèle complet à base de coefficients structurels se compose donc de deux sous-modèles : un sous-modèle de déformation des coefficients structurels, un sous-modèle de prévision des exportations et importations. Le premier sous-modèle a donné lieu à un ensemble de calages statistiquement tout à fait satisfaisants. Nous avons vu à cette occasion que des effets-frontière pouvaient être isolés et qu'il était possible de les suivre dans le temps ou dans l'espace. Le second sous-modèle est de moins bonne qualité, notamment dans le cas de la Belgique.

¹⁸ Le calage de modèles exportations ou importations "pures" (sans prise en compte des flux intérieurs) donne des résultats nettement plus satisfaisants pour la Belgique (R^2 de l'ordre de 0.9, coefficients significativement non nuls) et légèrement meilleurs pour les trois autres pays (à l'exception des exportations françaises). Le cas belge s'explique par une variation très erratique des flux intérieurs, orientés de plus à la baisse sur la période étudiée.

Conclusion

Le rapport, qui s'inscrit entre un bilan des sources statistiques sur les flux de transport disponibles à l'échelle européenne et une analyse, théorique et empirique, du concept d'effet-frontière, cherchait à atteindre deux objectifs : d'une part un panorama récent des évolutions de ces flux, d'autre part leur modélisation, l'accent portant principalement sur les écarts entre flux intra- et inter-nationaux. Qu'avons-nous obtenu ?

Les flux dont nous disposons en série longue (1982 à 1989, les années ultérieures n'étant pas encore disponibles) concernaient huit pays sur les dix ayant continûment appartenu à la Communauté sur cette période. Le premier élément qui ressort de l'analyse est le faible niveau en valeur absolue des échanges internationaux, même si des différences très sensibles entre pays ont été relevées. Mais ces flux manifestent un dynamisme remarquable qui relève d'ailleurs probablement beaucoup plus de la mondialisation des économies que de la seule construction européenne, comme semblent le montrer les cas de l'Espagne et du Portugal. Enfin, les échanges intra-européens sont le fait de quelques pays, puisque passer d'une matrice d'échanges entre huit pays à une matrice d'échanges entre quatre d'entre eux (Allemagne Fédérale, Belgique, France et Pays-Bas) fait perdre moins de 5 % des tonnes transportées à l'international.

La modélisation que nous avons ensuite tentée a porté sur la matrice réduite aux quatre pays. Deux classes de modèle ont été testées : un modèle gravitaire, un modèle à base de coefficients structurels.

Le modèle gravitaire a été calé sur l'ensemble des trafics retenus, à l'exception des flux entre l'Allemagne et les Pays-Bas, fortement dominés par la voie d'eau et qui correspondent dans une large mesure à l'attraction des grands ports hollandais de la mer du Nord. Les meilleures estimations résultent du choix de la distance "réelle" de transport, obtenue pour chaque relation par le rapport, très stable sur la période, des tonnes-kilomètres produites aux tonnages transportés. Cette distance n'a certes guère de réel que le nom, mais elle est tout de même plus satisfaisante, à la fois théoriquement et empiriquement, que des distances autoroutières ou à vol d'oiseau entre d'introuvables centroïdes. Le modèle final montre une élasticité plus forte au PIB du pays récepteur que du pays émetteur (de l'ordre de + 10 %) et une élasticité à la distance de -2.5 environ.

Le modèle à base de coefficients structurels se décompose en deux sous-modèles. Les marges de la matrice OD sont reconstruites à partir d'un sous-modèle qui détermine les importations et exportations de chaque pays en fonction d'une élasticité au PIB. Les résultats obtenus ainsi sont de qualité assez moyenne, surtout pour la Belgique. L'évolution des coefficients structurels nécessite un second sous-modèle. Nous avons d'abord vérifié la grande stabilité de ces coefficients puisqu'un modèle auto-régressif fournit d'une part d'excellents résultats au plan statistique et d'autre part des estimateurs très proches de 1. Puis nous avons cherché à expliquer les différences de niveau entre coefficients structurels. La distance en est un bon facteur explicatif, qui peut être enrichi par la prise en compte de pénalisations liées au passage des frontières. Cette pénalisation représente en moyenne une diminution d'environ 50 % des trafics, mais elle tend à diminuer entre 1982 et 1989. Cette pénalisation diffère également entre couples de pays, puisqu'entre les deux couples extrêmes (France-Allemagne et

Pays-Bas-Belgique), elle est multipliée par 2.5. Les données disponibles ne fournissent toutefois pas la possibilité de caler d'une part des pénalisations différant selon le sens et d'autre part de reconstituer, par liaison, des séries de pénalisation.

Nous disposons donc de deux modèles retraçant l'évolution des différentes catégories de flux. Certes, il n'a pas été possible de mesurer des effets-frontière variables à la fois dans le temps et dans l'espace, mais nous pourrions maintenant, au prix d'hypothèses d'évolutions des économies nationales, tenter des prévisions d'évolution des flux internationaux. Encore faut-il revenir préalablement sur la conceptualisation des effets-frontières. Ce sera l'objet du rapport de synthèse.

Annexes

1> Une simulation du poids de l'Italie

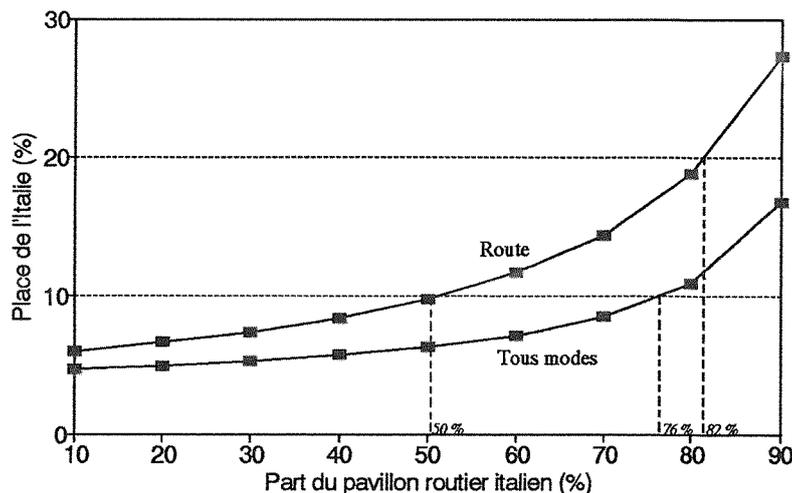
2> Le poids des flux inter-régionaux par rapport aux flux intra-régionaux dans les quatre pays étudiés

ANNEXE 1 UNE SIMULATION DU POIDS DE L'ITALIE

Les données italiennes sont absentes d'EUROSTAT, le Ministère des Transports italiens ne disposant pas, tout au moins sur la période étudiée, d'enquête périodique permettant d'appréhender les flux tant nationaux qu'internationaux. Nous avons alors cherché à estimer le poids de ce pays dans l'ensemble des flux terrestres intra-européens. L'année retenue est 1986, qui se situe à peu près au milieu de la période étudiée.

Quelles sont tout d'abord les données disponibles ? L'Italie est peu concernée par les trafics fluviaux : ceux-ci sont très faibles et ne concernent nullement l'international. Les flux ferroviaires sont bien appréhendés par la société exploitante et disponibles dans EUROSTAT. Font donc défaut uniquement les flux routiers. Or chaque pays fournit à l'Office Statistique des Communautés Européennes les flux internationaux réalisés par les transporteurs de ce pays. Ceci implique que, pour l'Italie, nous connaissons les flux internationaux réalisés sous pavillon étranger et que nous font défaut les seuls flux effectués sous pavillon italien. Il est alors possible de simuler le poids des transports internationaux routiers concernant l'Italie, et donc in fine tous modes, en faisant diverses hypothèses sur la part du pavillon italien. Le graphique suivant montre, pour la route seule et tous modes confondus, le poids de l'Italie dans les échanges entre les 5 pays suivants : Allemagne, Belgique, France, Italie et Pays-Bas. En abscisse figure la part du pavillon italien, que nous faisons varier dans la fourchette 10 %-90 %, et en ordonnée la part de l'Italie, en % de l'ensemble des tonnes transportées entre les 5 pays.

La place de l'Italie (simulation)
(Trafics internationaux - 5 pays, 1986)



Quels enseignements nous apporte ce graphique ?

1 - Pour que l'Italie représente 10 % des échanges internationaux entre les 5 pays, il faudrait que la part du pavillon italien soit de 50 % pour les flux routiers et de 76 % tous modes. Une part de 20 % impliquerait un pavillon captant plus de 80 % des flux routiers et plus de 90 % des flux tous modes. Il y aurait là une agressivité commerciale tout à fait remarquable ...

2 - La France se situe, tous modes confondus comme pour la route seulement, derrière l'Allemagne, la Belgique et les Pays-Bas. Pour que l'Italie la dépasse, il faudrait que le pavillon italien atteigne, en routier, 70 % et, tous modes confondus, 80 % du marché. Une quatrième place pour l'Italie impliquerait donc une pénétration des marchés tout à fait exceptionnelle. Mais ne peut-on pas estimer partiellement à partir d'autres sources le poids du pavillon italien ?

3 - En 1986, les exploitations SITRAM nous fournissent une estimation de la part du pavillon français dans les échanges France-Italie¹⁹. L'ordre de grandeur que nous pouvons retenir, exportations et importations confondues mais il y a peu de différences entre elles, est de 70 % pour les transporteurs français. En supposant un taux identique avec les trois autres pays, l'Italie représenterait environ 5 % des flux tous modes entre les 5 pays et 7 % des flux routiers.

Quelles conclusions pouvons-nous tirer de cette simulation ? Il paraît peu probable que les transporteurs hollandais ou même allemands soient beaucoup moins "agressifs" que les transporteurs français. On peut alors penser, pour prendre une fourchette très large, que la part du pavillon italien, se situe entre 20 et 40 %. Ceci conduit à une place de l'Italie dans les flux entre les 5 pays comprise entre 5 et 6 % tous modes confondus et entre 6 et 8 % pour les flux routiers. Se focaliser sur 4 pays, Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas, conduit alors à laisser de côté non pas 5 % des flux mais en tout état de cause moins de 10 %. La "simplification" n'a donc rien d'abusif.

¹⁹ Voir par exemple P. Vernant, "Les résultats du pavillon français en 1986", Notes de synthèse de l'OEST, Mai 1987 ou P. Salini, "Transports routiers avec l'Italie : bonnes perspectives pour 1988.", Notes de synthèse de l'OEST, Octobre 1987.

ANNEXE 2

LE POIDS DES FLUX INTER-REGIONAUX PAR RAPPORT AUX FLUX INTRA-REGIONAUX DANS LES QUATRE PAYS ETUDIES

De la même manière que nous avons comparé le poids relatif des flux nationaux et des flux internationaux, il peut être intéressant, en changeant d'échelle, de mesurer, pour une région donnée, la place des flux inter-régionaux par rapport aux flux intra-régionaux (ou régionaux). La source utilisée est EUROSTAT, mais contrairement aux flux internationaux, les seules mesures disponibles sont en tonnes. Les tonnes-kilomètres n'étant pas fournies, nous ne pourrions pas envisager de créer un modèle qui permette de mesurer l'influence de la distance, de la richesse régionale, ...

Le tableau suivant nous fournit, pour les 4 pays étudiés (Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas) et pour l'année 1986, une mesure du rapport flux inter/flux intra. Il s'agit d'une agrégation de l'ensemble des flux inter-régionaux d'une part et de l'ensemble des flux intra-régionaux d'autre part. Les moyennes obtenues diffèrent sensiblement d'un pays à l'autre : les deux types de flux sont du même ordre de grandeur pour les Pays-Bas et la Belgique, le rapport est de d'environ 0.6 pour l'Allemagne et la France. On retrouve la différence entre les 4 pays déjà observée avec les flux internationaux, mais il y a là très clairement un effet distance qui vient perturber les comparaisons. Le cas de la Belgique est exemplaire : elle est divisée en 4 "régions", Anvers, Bruxelles, la Wallonie et la Flandre, entre lesquelles le déséquilibre de taille est patent : or qu'observe-t-on ? Pour Anvers, le rapport est de 4.2, pour Bruxelles, il est de 2.9 mais il n'est que de l'ordre de 0.7 pour les deux autres régions. Une même constatation pourrait-être faite sur chacun des autres pays ; ainsi pour l'Allemagne, le rapport est maximal (supérieur d'ailleurs à 2.5) pour les "régions" de Brême et Hambourg. Petite taille plus région portuaire, tout est là pour obtenir une prééminence marquée des flux inter-régionaux sur les flux internes à la région.

Allemagne	Belgique	France	Pays-Bas
0.65	0.95	0.59	1.07

Si l'on regarde maintenant les 22 régions métropolitaines françaises, on constate encore des écarts sensibles : le rapport est ainsi de 0.15 pour la Corse (mais il s'agit d'une île !), 0.32 pour Rhône-Alpes, mais de 1.13 pour la Picardie et 1.30 pour la Haute-Normandie. On retrouve bien des effets de taille, mais il y a là encore simultanément tout un ensemble de particularismes (l'insularité bien sûr, la présence d'un port, ...) qui vont venir jouer sur ce rapport.

Deux conclusions majeures se dégagent de cette brève comparaison :

- une modélisation des flux est absolument indispensable pour lisser des effets de taille des unités d'observation. La distance qui apparaît tant dans les modèles gravitaires qu'à coefficients structurels est l'un des instruments de ce lissage ;
- la désagrégation, on l'a déjà signalé dans le corps du rapport, n'est pas toujours un avantage. Le pouvoir a priori explicatif que l'on gagne en travaillant sur des unités plus homogènes est largement contrebalancé par l'apparition de "particularismes" qui viennent brouiller largement notre perception des phénomènes.

Table des matières

INTRODUCTION	1
1. UN CADRAGE STATISTIQUE DES FLUX DE TRANSPORT TERRESTRE DE MARCHANDISES.....	3
1.1. L'Europe des 8, de 1982 à 1989.....	3
1.1.1. Trafics globaux et échanges entre pays	4
1.1.2. Approche par pays	11
1.2. Les échanges entre l'Europe des 8 et la péninsule ibérique.....	12
1.2.1. Les échanges entre la péninsule ibérique et la France	12
1.2.2. La péninsule ibérique et les huit.....	13
1.3. Les trafics intérieur et international français.....	19
1.3.1. Volume et dynamique des trafics.....	19
1.3.2. La répartition modale	20
1.4. Des effets bien établis.....	22
2. LA MODELISATION DES FLUX DE TRANSPORT DE MARCHANDISES	23
2.1. Les données de trafic	23
2.2. Elaboration d'un modèle gravitaire	24
2.2.1. Les variables prises en compte.....	24
2.2.2. Calages et choix d'un modèle.....	26
2.3. Les modèles à base de coefficients structurels	28
2.3.1. La modélisation des coefficients structurels	29
2.3.2. La modélisation des importations et exportations	32
CONCLUSION	33
ANNEXES.....	35

