

L'EFFET FRONTIÈRE DANS LES MODÈLES D'INTERACTION SPATIALE LES ÉCHANGES ÉCONOMIQUES DANS L'EUROPE DES QUINZE DEPUIS 1973

Didier ROBERT

URA 1243 du CNRS, Equipe P.A.R.I.S.
Université PARIS I

Résumé

L'existence de limites entre deux unités spatiales se traduit généralement par une diminution des échanges entre ces espaces : on parle « d'effet frontière ».

L'analyse géographique de « l'effet frontière » repose sur la construction de modèles « d'interaction spatiale » qui mettent en valeur la structure des échanges. On peut ainsi déterminer, une fois isolés les effets de la distance et de la taille économique des espaces étudiés, l'existence ou non de cet effet d'appartenance. De plus, il peut être pris en compte directement dans un modèle « d'interaction géographique » qui définit simultanément le frein de la distance et l'effet frontière.

Selon ces méthodes, l'étude des échanges économiques, de 1971 à 1994, entre les quinze pays formant l'actuelle Union européenne, fournit une mesure de l'intégration économique et politique de cet ensemble. On y remarque une structure originale des échanges en début de période, dans laquelle un ensemble de relations privilégiées liant les Îles britanniques et l'Europe du Nord faisait pendant à l'Europe des six. On constate aussi l'originalité de l'évolution de la structure des échanges, ainsi que la disparition progressive et attendue de « l'effet frontière » existant au début des années 70.

Mots-Clés

*Frontière - Interaction spatiale - Modèle
Europe*

Les échanges marquent les interdépendances entre les espaces. Ils traduisent l'importance de leurs ressemblances, de leurs complémentarités et des liens de coopération qu'ils développent. Ainsi, chaque flux peut être perçu comme un indicateur de relations entre deux pays.

Les relations économiques entre les pays de l'Union européenne se réalisent dans le cadre d'une politique d'intégration qui correspond à la volonté de faire disparaître les barrières économiques, techniques et administratives (droits de douanes, normes, connexion des réseaux...). L'analyse des échanges commerciaux depuis 1973, entre les quinze pays formant l'actuelle Union européenne, devrait permettre de caractériser cette réduction des entraves à l'échange.

Plus concrètement, cette étude se fonde sur une modélisation géographique dont l'objectif est de caractériser les grandes structures des échanges économiques. Il s'agit d'identifier les relations les plus intenses ou, à l'inverse, les moins développées, entre des pays ou groupes de pays. De ces observations découle la mise en évidence –ou non– de barrières, celles-ci se manifestant par l'existence de relations relativement faibles entre

des pays qu'elles tendent à isoler dans des sous-ensembles dits « intégrés ». Cette analyse repose essentiellement sur un modèle d'interaction spatiale et sur les différents résultats que l'on peut tirer d'une telle construction. Cependant, parce qu'il est difficile de distinguer au sein d'un tel modèle l'impact sur les échanges de la distance de celui du passage d'une frontière, cette étude est enrichie par la présentation du modèle d'interaction géographique, plus complet, qui évalue l'influence de la distance et celle de l'existence d'une partition.

1. Le modèle d'étude

1.1. Un modèle d'interaction spatiale à double contrainte

Un modèle d'interaction spatiale explique une relation entre un couple de lieux i et j par des facteurs relatifs au lieu d'origine i , des facteurs relatifs au lieu de destination j , ainsi que par une fonction de relation caractérisant la séparation spatiale entre i et j . Plus précisément, cette fonction d'interaction prend la forme d'une fonction puissance ou exponentielle négative. Il a en effet été démontré qu'en règle générale, l'interaction spatiale diminue lorsque la séparation augmente. Cela traduit une tendance à la décroissance des flux avec l'augmentation de la distance, qu'elle soit mesurée en unité spatiale, en coût ou en temps. La forme du modèle est donc la suivante :

$$F_{ij} = f(O_i, D_j, I) \quad \text{avec} \quad f(I) = C_{ij}^{-\beta} \quad \text{ou} \quad f(I) = \exp(-\beta C_{ij})$$

où F_{ij} est le flux modélisé,

O_i mesure le pouvoir d'émission de i ,

D_j le pouvoir d'attraction de j ,

I exprime la fonction d'interaction spatiale dans laquelle C_{ij} représente le coût de la relation.

Dans cette étude, le modèle utilisé est un modèle d'interaction spatiale à double contrainte. Ce type de modèle a été choisi pour deux raisons. Il propose ici une qualité d'ajustement nettement supérieure à celle fournie par un modèle gravitaire (simple contrainte de conservation des totaux) : par exemple, 96,5 % pour le modèle retenu en 1971 contre 91,9 % avec un modèle gravitaire, 97,9 % contre 92,9 % en 1994. De plus, il tient compte du pouvoir explicatif des marges (capacités d'émission et de réception) dans la recherche du rôle de la distance. Il se cache donc derrière le modèle à double contrainte une idée d'interaction particulièrement appropriée à l'étude d'un système d'échange¹. Il prend la forme suivante :

$$F_{ij} = A_i \cdot M_i \cdot B_j \cdot M_j \cdot C_{ij}^{-\beta}$$

M_i , capacité d'émission du lieu i , et M_j , capacité de réception du lieu j , sont conservées à l'aide des paramètres A_i et B_j . Dès lors, le modèle fixe, à l'aide du paramètre β , le frein de la distance, toutes choses égales par ailleurs, c'est-à-dire une fois isolées les spécificités liées aux différences de taille des lieux et aux différences d'éloignement. Le rôle joué par la distance est donc résumé par un unique paramètre. Il est cependant possible de rendre plus complexe cette analyse, par exemple en calculant β pour diverses classes de distance.

Outre l'influence de la distance, ce type de modèle fournit une mesure de la qualité de l'ajustement ainsi qu'une prévision des échanges. Lorsque la qualité du modèle est satisfaisante, ce qui est ici le cas, la comparaison des échanges observés aux échanges estimés permet d'isoler des situations de « sur-échange » ou de « sous-échange ». Le modèle fournit une image moyenne de l'interaction spatiale, il traduit le comportement général des échanges. Les écarts à cette règle, résidus positifs ou négatifs, sont donc autant de spécificités par rapport au comportement moyen décrit par le modèle. Deux séries de remarques se dégagent ainsi de ce type d'analyse des échanges. Les premières portent sur les règles générales d'échange et leur évolution dans le temps ; les secondes concernent les particularités de l'échange entre certains pays ou groupes de pays. C'est dans le cadre de ces dernières remarques qu'il est possible, comme nous le verrons, d'étudier l'effet de l'existence d'une barrière politique sur les échanges. On parle d'analyse a posteriori de la barrière car celle-ci n'est pas intégrée dans la

formulation du modèle d'interaction spatiale mais correspond à l'étude des résultats fournis par ce modèle. Plus précisément, la prédominance de résidus négatifs dans les échanges entre deux ensembles est sensée correspondre à l'existence d'une barrière aux échanges.

1.2. Les informations utilisées

Les informations sur les échanges proviennent de la base CHELEM (Comptes harmonisés sur les échanges dans l'économie mondiale) du CEPII. Il s'agit d'une présentation homogène de données provenant des balances commerciales nationales. Ces informations sont fournies en dollars courants, ce qui ne pose aucun problème dans le cas présent, l'étude modélisatrice portant sur la structure des échanges².

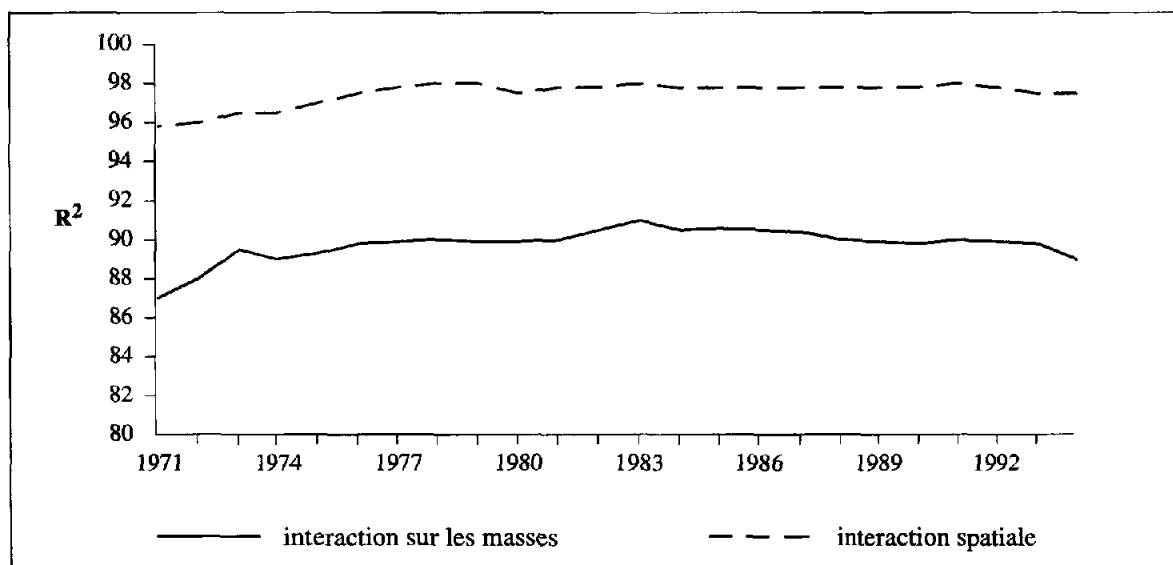
Deux matrices de distances ont été testées. La première est fondée sur des distances euclidiennes entre centres de gravité de population : pour chaque pays, on a calculé un point se rapprochant au mieux de toute la population. Cette mesure, si elle n'est pas encore parfaite, est certainement plus proche de la « réalité » des flux que celle des distances entre centres de superficie. La seconde matrice repose sur des distances topologiques. Toutefois, les résultats obtenus avec cette matrice ne seront pas présentés dans cette étude car ils ne diffèrent que peu des résultats de la matrice euclidienne, si ce n'est par une qualité d'ajustement plus faible.

En définitive, ces informations se prêtent sans difficulté à la modélisation. Elles constituent une base solide et homogène. Ainsi, l'application du modèle d'interaction spatiale à double contrainte aux échanges entre les quinze pays de l'Union européenne, semble satisfaisante dans la mesure où elle fournit une qualité d'ajustement élevée, supérieure aux résultats du modèle gravitaire à simple contrainte, et décrit particulièrement bien les interrelations existant au sein d'un système d'échange. Il est ici nécessaire de préciser que le modèle retenu repose sur une fonction de Pareto et que, conformément aux recommandations de M. Poulain [3], l'ajustement est réalisé par une minimisation des moindres carrés pondérés (χ^2). La mesure de sa qualité est donnée par le coefficient :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{ij} (F_{ij} - Fe_{ij})^2 / F_{ij}}{\sum_{ij} (F_{ij} - F \text{hom}_{ij})^2 / F \text{hom}_{ij}}$$

Présentés dans la figure 1, les résultats obtenus montrent un R^2 proche de 98 %. Il faut toutefois signaler que le modèle d'interaction uniquement fondé sur les masses explique à lui seul près de 90 % des relations. Ainsi, alors que les capacités d'émission et de réception possèdent un fort pouvoir explicatif, la distance est une composante non négligeable de l'analyse. En effet, elle explique 80 % de la partie des échanges restant à décrire.

Figure 1 : Les qualités d'ajustement du modèle

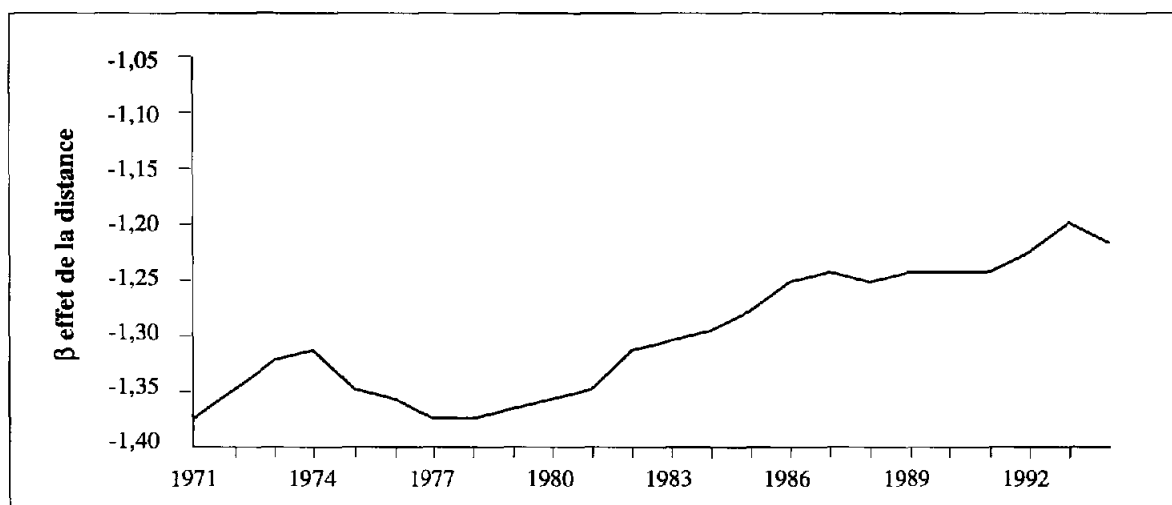


2. L'évolution des échanges dans l'Europe des quinze

2.1. Une réduction de l'effet de la distance

La mesure de l'influence de la distance sur les échanges est assumée par le paramètre β . Plus celui-ci est faible, plus la distance représente un frein aux échanges. Depuis 1971, on observe une réduction du rôle de frein joué par la distance sur les échanges (fig. 2). En glissement –mais cette représentation semble assez significative de l'évolution globale décrite par le modèle d'interaction spatiale–, β passe de -1,37 en 1971 à -1,19 en 1994. Cependant, cette réduction n'est pas continue. La période 1974-1978 marque un renforcement du frein de la distance. Une explication probable de cette inversion de tendance peut être recherchée dans la crise pétrolière et l'augmentation aussi soudaine que significative des coûts de transport. Par ailleurs, nous verrons que certaines réserves sont à émettre quand à l'interprétation de ce paramètre. Il a en effet tendance, dans le modèle d'interaction spatiale, à prendre en charge une partie de l'effet de barrière.

Figure 2 : L'évolution de l'influence de la distance sur les échanges économiques



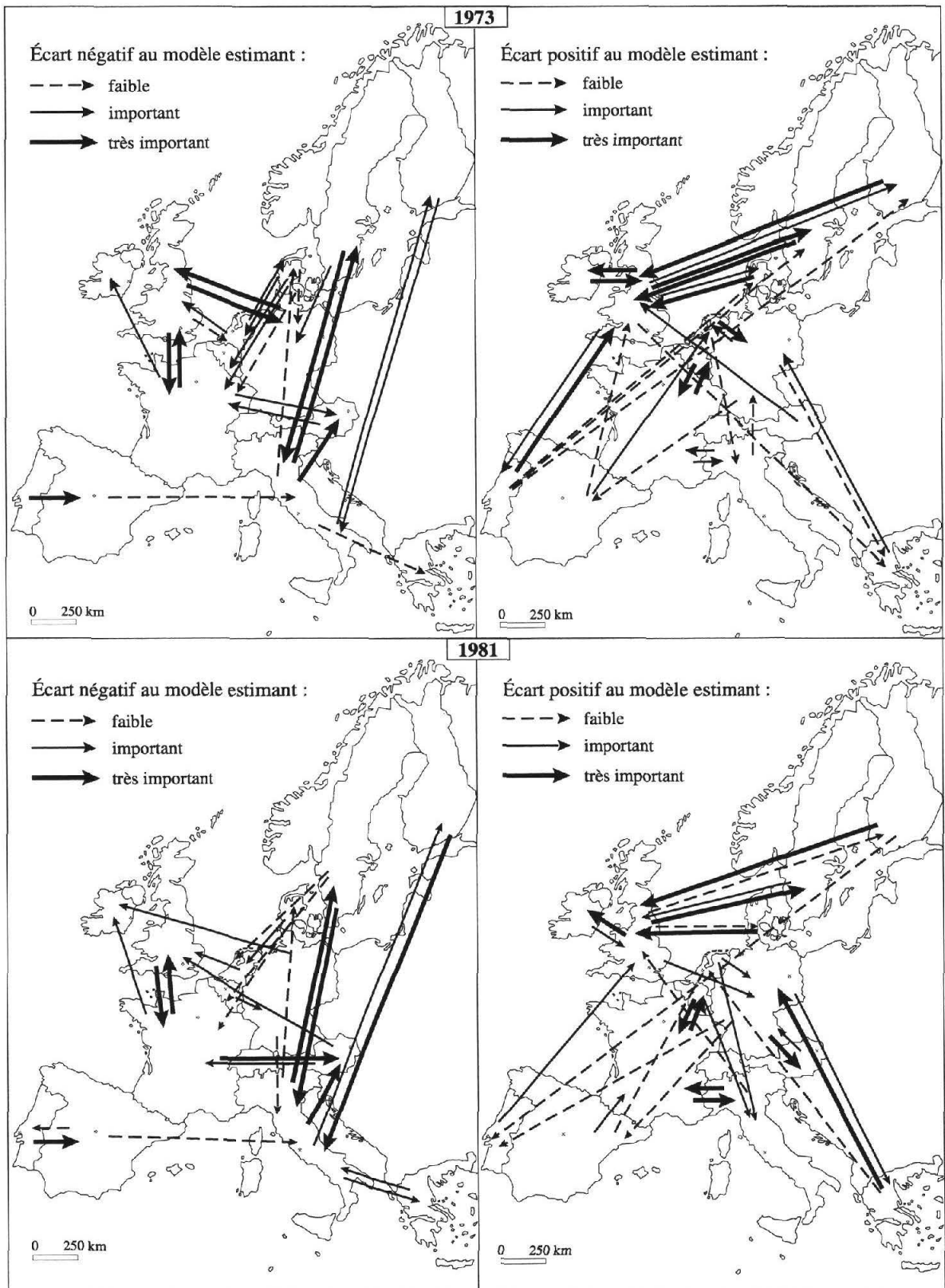
2.2. Les évolutions les plus significatives

Parallèlement à l'évolution globale des relations économiques, qui se traduit par une diminution de la contrainte jouée par l'éloignement sur les échanges, l'observation détaillée des résidus du modèle permet de distinguer les relations particulièrement intenses ou faibles. On peut ainsi caractériser la structure géographique des échanges et en observer l'évolution au cours du temps. Ces remarques se fondent sur une représentation cartographique des écarts les plus significatifs, ainsi que sur la construction de tableaux croisés présentant l'ensemble des écarts. Il est ici important de noter que l'on a choisi de représenter les résidus les plus significatifs³ c'est-à-dire de tenir compte, lors de la présentation des écarts, de l'ampleur des flux initiaux. Les résidus présentés dans les figures 3 à 6 sont donc issus de la formule de calcul offerte par la méthode du χ^2 :

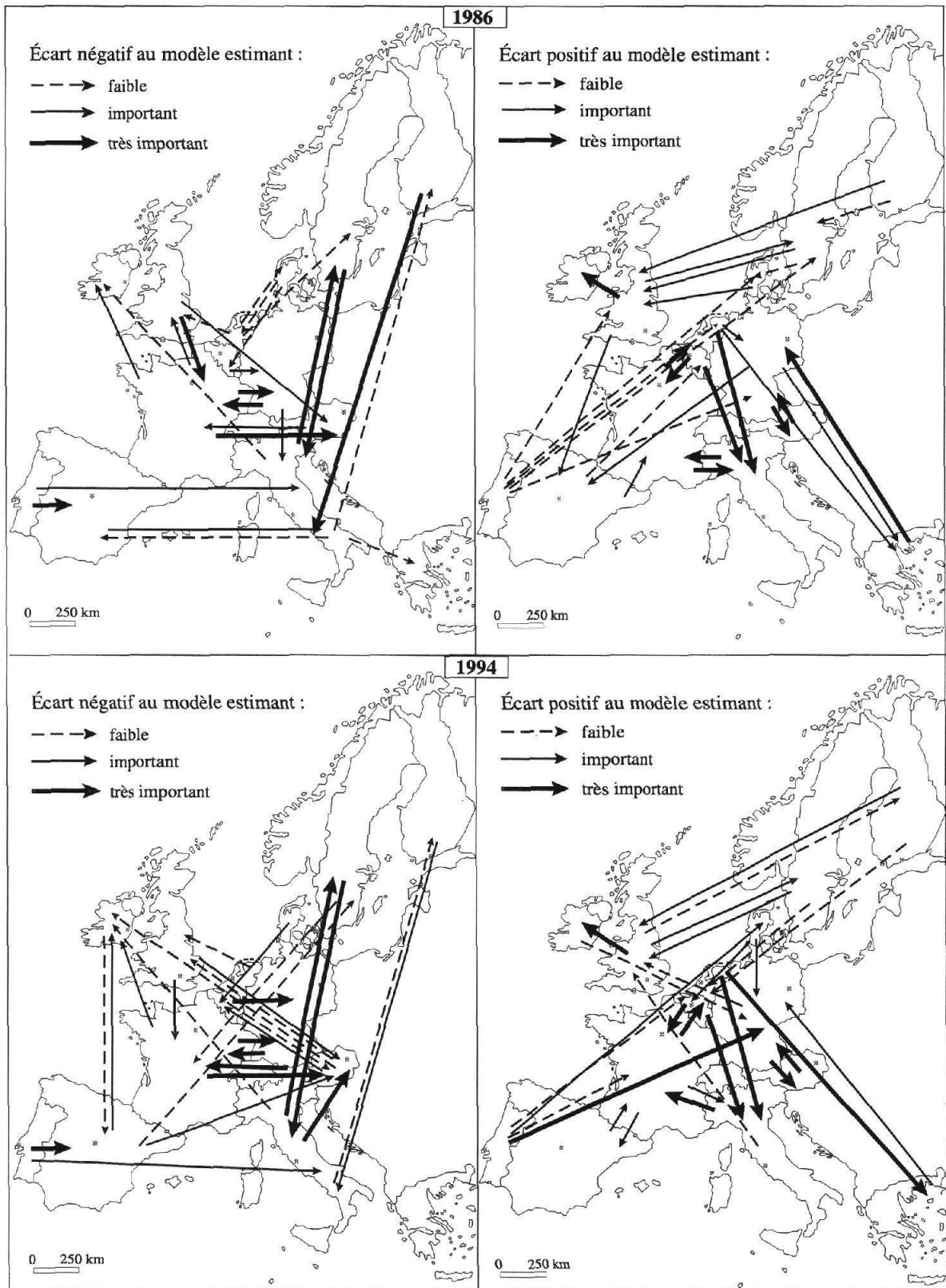
$$\text{Res} = (F_{ij} - Fe_{ij})^2 / Fe_{ij}$$

Présentés à chacune des dates clés de l'intégration européenne [1973 : Europe des 9, 1981 : Europe des 10, 1986 : Europe des 12, 1994 : dernière année pour laquelle les informations sont disponibles, juste avant l'Europe des 15], les résidus du modèle d'interaction spatiale font apparaître l'existence de relations privilégiées à l'intérieur d'un ensemble constituant ce que l'on pourrait appeler une « Europe maritime ». Ces liens unissent le Danemark, la Suède, la Finlande, l'Irlande et le Royaume-Uni qui est, au sein de cet ensemble, l'origine et la destination principales des résidus positifs les plus importants. En début de période, le Portugal peut être associé à ce groupe. Il faut toutefois noter qu'avec le temps, cet ensemble de relations privilégiées tend à disparaître au profit d'une structure d'échange plus complexe.

Figures 3 et 4 : Les écarts au modèle d'interaction spatiale en 1973 et 1981



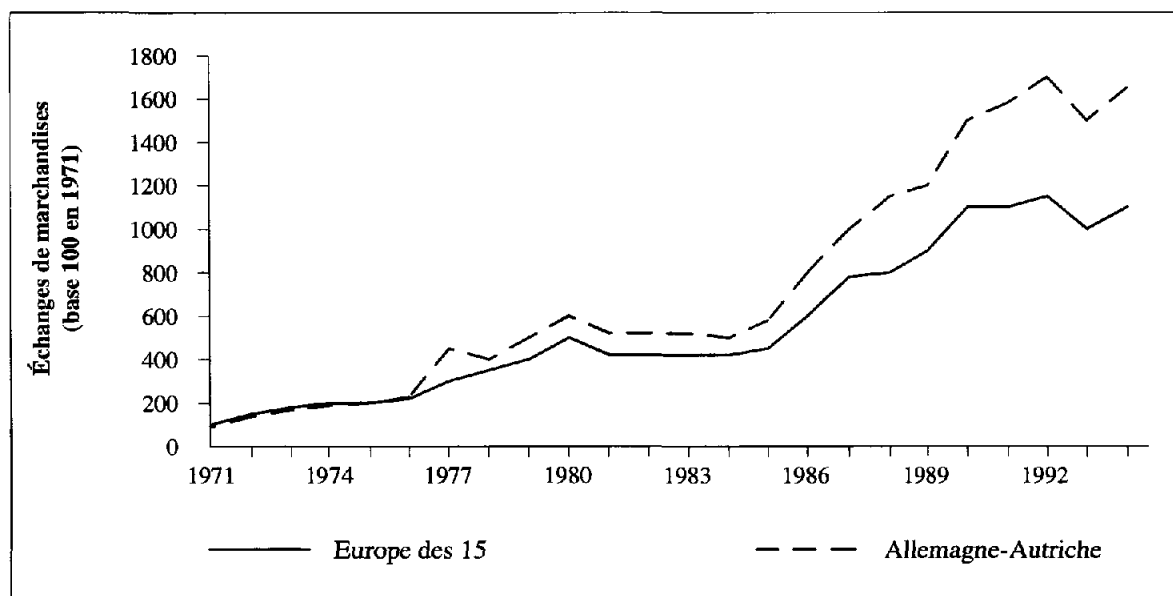
Figures 5 et 6 : Les écarts au modèle d'interaction spatiale en 1986 et 1994



Par opposition, des liens privilégiés semblent lier une « Europe continentale » et, plus particulièrement, concerner un ensemble de quatre pays : la France, l'Italie et l'Union économique Belgique-Luxembourg. L'Espagne et, dès le milieu des années 70, le Portugal peuvent être rattachés à cet ensemble. Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, l'Allemagne ne développe pas de relations plus intenses avec cet ensemble qu'avec les autres pays. On note ainsi l'apparition durant les années 70, et le maintien dans le temps, de résidus négatifs importants entre la France et l'Allemagne (dans les deux sens). Ceci peut être interprété comme le corollaire de la diversité des relations entretenues par l'Allemagne avec les autres pays, exception faite d'une relation privilégiée avec l'Autriche. Cette intense relation entre Allemagne et Autriche se renforce dans le temps, les échanges entre ces deux pays progressant nettement plus vite que l'ensemble des échanges ouest-européens (fig. 7). Il n'est pas impossible que la faiblesse de la relation entre France et Allemagne soit partiellement la conséquence, issue de la modélisation, de la force de la relation entre Allemagne et Autriche.

Enfin, on peut dire, d'une manière générale, que s'il se dégage en début de période une structure générale des échanges avec des ensembles de pays, une telle structure n'apparaît plus clairement en fin de période. Cette remarque semble s'accorder avec la thèse de l'existence puis de la disparition d'un effet frontière entre les pays de la Communauté européenne et les autres, tous les pays intégrant à terme le même ensemble.

Figure 7 : L'évolution des échanges entre Allemagne et Autriche (double orientation)

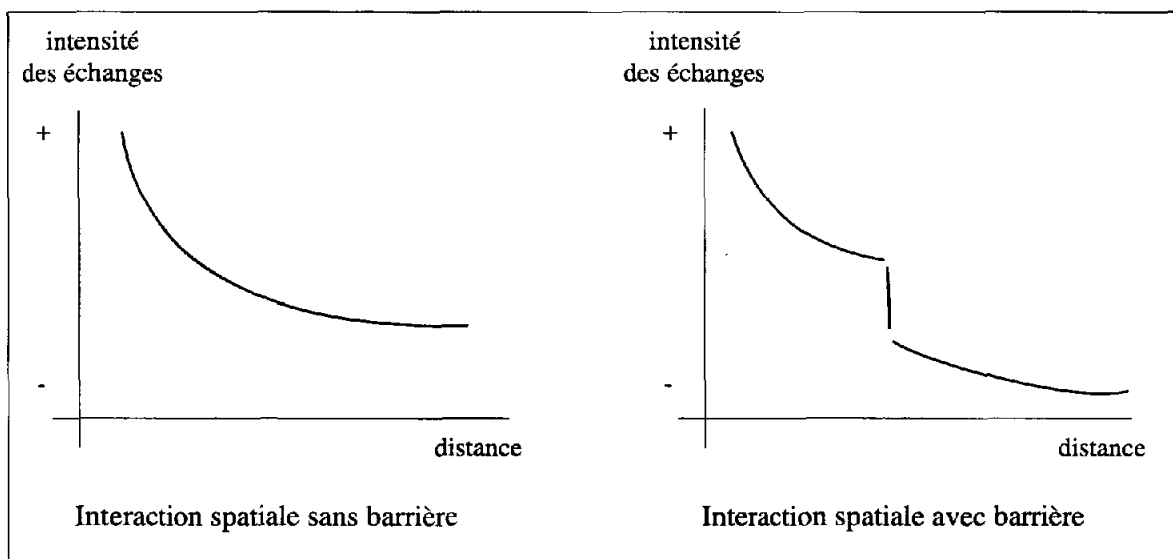


3. L'effet frontière dans l'Europe des quinze

3.1. La mesure a posteriori de l'effet frontière

Une barrière constitue un obstacle à l'échange. Elle se traduit par une discontinuité soudaine dans la fonction d'interaction spatiale, occasionnée par le passage d'une limite (fig. 8). On parle d'« effet frontière » lorsque cette barrière correspond à une limite politique. Son impact sur les flux peut être plus ou moins intense ; cependant, tout comme le frein de la distance, la modélisation la traduit souvent sous la forme d'un unique paramètre. Dans le cas de modèles d'interaction spatiale, l'effet frontière, de par son rôle, se traduit par l'existence de résidus négatifs. Une partition d'un ensemble en deux sous-ensembles doit donc donner lieu, si cette frontière existe et se caractérise par un effet négatif sur les relations, à la prédominance de résidus positifs à l'intérieur de ces sous-ensembles et de résidus négatifs lors des relations entre ces sous-ensembles.

Figure 8 : L'influence d'une barrière sur l'interaction spatiale



D'après Nijkamp P., Rietveld P., Salomon I. [2]

Dans le cas de l'Europe de l'Ouest, la première forme d'intégration politique a contribué à la création de règles communes d'échange entre un sous-ensemble de six états : la France, l'Italie, les Pays-Bas, la RFA et l'Union économique Belgique et Luxembourg. L'existence de cette partition au sein de l'espace européen doit se traduire, à la période considérée, par l'existence d'un effet frontière entre ces états et les autres pays. De fait, en 1973, sur les trente premiers résidus négatifs du modèle d'interaction spatiale, vingt-huit concernent des relations entre les pays de cet ensemble et le reste de l'Europe. A l'inverse, parmi les trente premiers résidus positifs, vingt-cinq portent sur des relations internes aux deux sous-ensembles territoriaux dont 9 sur des relations au sein de l'Europe des six.

En 1981, l'effet de l'intégration européenne sur les échanges économiques est moins net puisque, sur les trente premiers résidus négatifs, on ne retrouve plus que 14 relations entre les deux sous-ensembles, c'est-à-dire entre l'Europe des neuf et les autres pays. De plus, seulement seize résidus positifs sur les trente premiers concernent des relations internes aux sous-espaces considérés. On peut toutefois remarquer qu'ils portent tous, sauf un, sur des échanges internes à l'Europe des neuf. Il semble donc que l'on assiste, corrélativement au développement des échanges entre l'ensemble des pays européens et à leur intégration politique, à l'atténuation de l'effet de barrière qui différenciait les pays de l'Union des autres.

Cependant, on peut s'interroger sur la dynamique cachée par l'apparente diminution de l'effet frontière. Doit-on considérer qu'il existe une baisse effective de l'impact de la frontière sur les échanges ou s'agit-il plus simplement d'un « effet de masse » ? Plus les pays composant l'Union sont nombreux, moins la structure des échanges révélée par le modèle d'interaction spatiale est susceptible de comporter des relations entre les deux sous-ensembles, puisque l'un tend à disparaître au profit de l'autre. L'observation des cartes n'apporte pas de réponse à cette question. Il est difficile, à leur lecture, de ne pas conclure à la persistance d'une même structure d'échange, celle décrite dans la deuxième partie. Pourtant, il semble aussi se dégager une complexification des échanges qui, à terme, pourrait se traduire par la disparition de la distinction entre grands ensembles. C'est vers cette dernière dynamique que doit logiquement faire tendre l'intégration : la disparition des discontinuités se manifestant dans la structure des échanges. L'approfondissement de l'analyse de l'effet frontière peut constituer une réponse aux questions soulevées par l'analyse des résidus.

3.2. Vers une mesure de l'effet frontière

L'identification de l'effet frontière, grâce à l'analyse des résidus d'un modèle d'interaction spatiale, ne fournit pas directement une mesure de son influence sur les échanges. Or, il est intéressant de disposer d'un ou

plusieurs paramètres caractérisant cet effet afin de pouvoir le comparer d'un système spatial à l'autre (analyse statique) et d'une période à l'autre (analyse diachronique). Il est possible, à l'aide d'un modèle d'interaction spatiale, d'estimer l'influence d'une barrière. Cette méthode a l'avantage de fournir une unique mesure de l'effet frontière, globale ou locale, c'est-à-dire pour chaque unité spatiale. De plus, elle présente une certaine souplesse car elle repose sur la comparaison des flux observés et estimés et donc n'implique pas de modification du modèle pour chaque partition envisagée : on peut comparer les effets de diverses partitions avec les résultats d'un même modèle d'interaction spatiale. Elle a en revanche l'inconvénient majeur de sous-estimer l'effet de barrière, une partie de celui-ci étant fréquemment prise en charge par le frein de la distance. Ce phénomène tient à l'existence d'une corrélation entre distance et barrière : plus la distance à franchir est importante, plus on a de chance de rencontrer une barrière.

Figure 9 : Le calcul du coefficient de barrière (Europe des six, année 1973)

Somme des flux observés			
	Europe des 6	Autres pays	Total
Europe des 6	171 444 522	47 740 667	219 185 189
Autres pays	47 740 667	35 823 194	83 563 861
Total	219 185 189	83 563 861	302 749 050

	Total
Intra	207 267 716
Inter	95 481 334

Somme des flux estimés			
	Europe des 6	Autres pays	Total
Europe des 6	160 175 356	58 983 875	219 159 231
Autres pays	58 983 875	24 500 746	83 484 621
Total	219 159 231	83 484 621	302 643 852

	Total
Intra	184 676 102
Inter	117 967 750

Coefficient d'appartenance (flux observés/flux estimés)			
	Europe des 6	Autres pays	Total
Europe des 6	1,07	0,81	1,00
Autres pays	0,81	1,46	1,00
Total	1,00	1,00	1,00

	Total
Intra	1,12
Inter	0,81

Coefficient de barrière = 1,38

La figure 9 fournit la méthode de calcul de l'effet frontière global pour l'année 1973. La figure 11 présente l'évolution de l'effet frontière si l'on considère une partition entre l'Europe des six et les autres pays. On constate la disparition progressive de l'effet de cette partition. A titre de comparaison, on a calculé pour l'année 1973, de la même façon, un coefficient de barrière entre « l'Europe maritime » (Danemark, Finlande, Irlande, Royaume-Uni et Suède) et le reste de l'Europe. Le résultat montre une intégration aussi prononcée dans ce sous-espace européen que dans l'Europe des six (fig. 10).

Figure 10 : Le calcul du coefficient de barrière (scénario d'une « Europe maritime », année 1973)

Somme des flux observés					
	Europe des 5	Autres pays	Total		Total
Europe des 5	25 727 426	36 757 965	62 485 391	Intra	229 233 120
Autres pays	36 757 965	203 505 694	240 263 659	Inter	73 515 930
Total	62 485 391	240 263 659	302 749 050		

Somme des flux estimés					
	Europe des 5	Autres pays	Total		Total
Europe des 5	15 900 814	46 593 512	62 494 326	Intra	209 456 828
Autres pays	46 593 512	193 556 014	240 149 526	Inter	93 187 024
Total	62 494 326	240 149 526	302 643 852		

Coefficient d'appartenance (flux observés/flux estimés)					
	Europe des 5	Autres pays	Total		Total
Europe des 5	1,62	0,79	1,00	Intra	1,09
Autres pays	0,79	1,05	1,00	Inter	0,79
Total	1,00	1,00	1,00		

Coefficient de barrière = 1,38

Figure 11 : La mesure a posteriori du coefficient de barrière (Europe des six)

1973	1,38
1981	1,13
1986	1,05
1994	1,00

La figure 12 présente, pour l'année 1973, le cheminement conduisant aux mesures locales de l'effet frontière. Les résultats fournis par la colonne de droite du dernier tableau traduisent cette influence de la partition sur les échanges. Une valeur supérieure à 1 correspond à un effet de barrière alors que, par opposition, une valeur inférieure à 1 peut être comprise comme l'intégration de l'espace concerné dans l'ensemble délimité par la barrière. Les figures 13 à 16 présentent ainsi l'évolution de l'intégration de l'Europe des six. On retrouve nettement dans la figure 13 l'opposition entre une « Europe maritime » et une « Europe continentale ». L'Europe des six semble bien présenter une certaine cohérence si l'on analyse la structure des échanges. En 1981 et en 1986, cette partition perd de son sens à la faveur du développement de relations préférentielles entre cette Europe des six et les pays du Sud de l'Europe. De plus, on retrouve l'effet du développement de relations intenses entre l'Allemagne et l'Autriche, qui tend à intégrer l'Autriche à ce sous-ensemble européen mais, en contrepartie, à limiter fortement l'intégration de l'Allemagne.

Cette manière d'étudier l'effet frontière n'est pas la seule méthode existante. Il est en effet tout à fait possible d'intégrer dans la formulation du modèle la mesure de l'effet d'une partition. On parle de modèle d'interaction géographique. Il se présente sous la forme suivante :

$$F_{ij} = A_i \cdot M_i \cdot B_j \cdot M_j \cdot C_{ij}^{-\beta} \cdot \gamma^{A_{ij}}$$

γ fournit la mesure de l'effet de barrière, A_{ij} introduit l'information relative à la partition ($A_{ij} = 0$ si les lieux i et j appartiennent au même sous-ensemble, $A_{ij} = 1$ s'ils n'appartiennent pas au même sous-ensemble et donc si l'échange franchit une frontière).

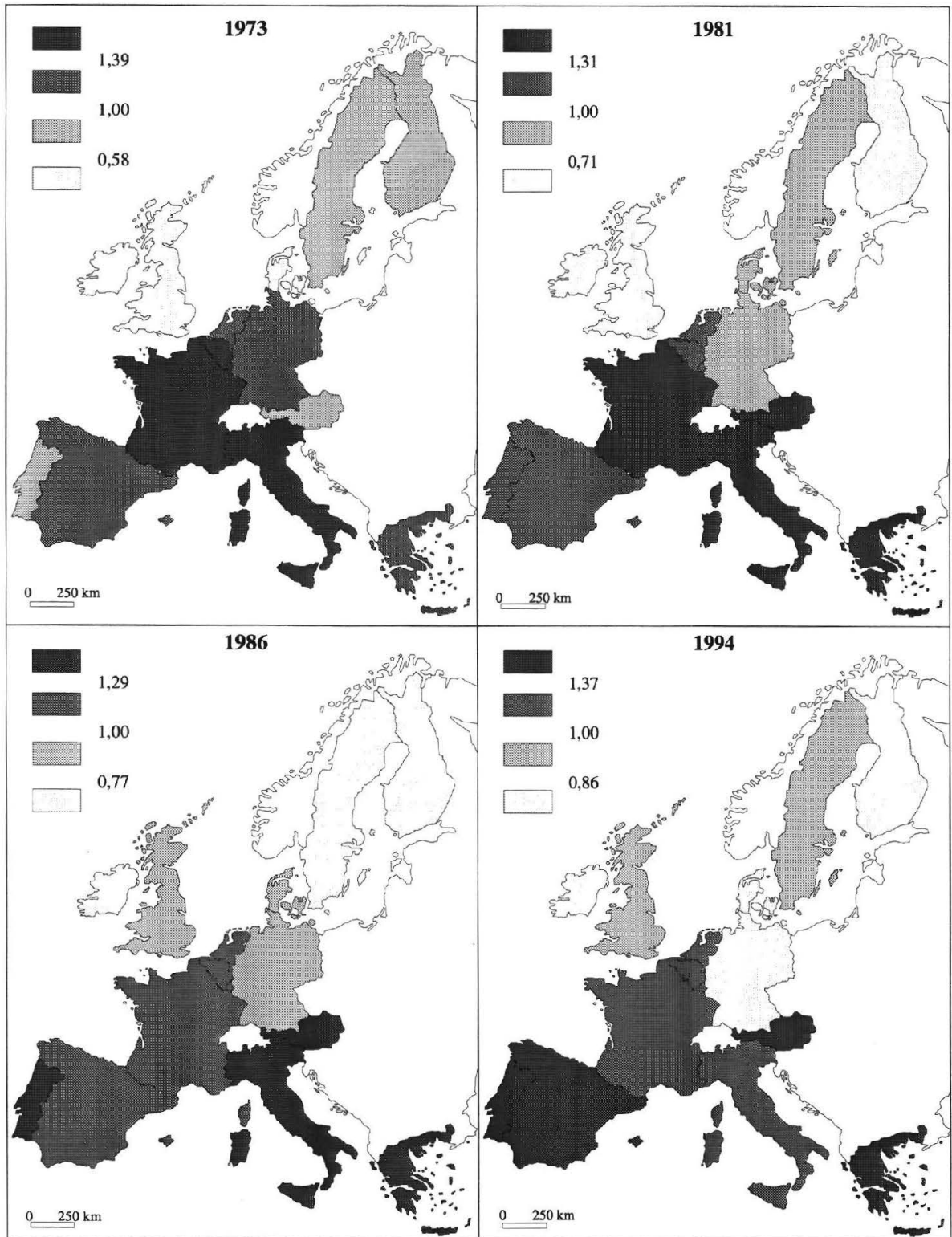
Figure 12 : L'estimation de l'effet de barrière local (année 1973)

Flux observés									
	→ Flux envoyés			← Flux reçus			↔ Total		
	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio
France	17 233 430	5 172 088	3,3	19 148 323	3 730 760	5,1	36 381 753	8 902 848	4,1
UEBL	14 905 644	2 504 844	6,0	14 121 257	2 398 908	5,9	29 026 901	4 903 752	5,9
Allemagne	27 481 355	13 824 373	2,0	26 282 977	6 785 191	3,9	53 764 332	20 609 564	2,6
Italie	9 775 820	3 267 325	3,0	12 602 350	2 675 700	4,7	22 378 170	5 943 025	3,8
Pays-Bas	16 326 012	4 591 013	3,6	13 567 354	2 790 465	4,9	29 893 366	7 381 478	4,0
Royaume-Uni	7 129 038	5 297 591	1,3	10 474 209	6 472 653	1,6	17 603 247	11 770 244	1,5
Irlande	402 978	1 257 482	0,3	552 654	1 577 538	0,4	955 632	2 835 020	0,3
Danemark	1 579 083	2 425 432	0,7	2 715 796	2 434 820	1,1	4 294 879	4 860 252	0,9
Finlande	790 582	1 678 170	0,5	1 208 407	1 470 191	0,8	1 998 989	3 148 361	0,6
Suède	3 494 255	4 620 898	0,8	3 836 755	3 066 859	1,3	7 331 010	7 687 757	1,0
Autriche	1 977 688	890 789	2,2	4 257 064	727 798	5,8	6 234 752	1 618 587	3,9
Espagne	1 933 217	842 471	2,3	3 586 163	1 032 401	3,5	5 519 380	1 874 872	2,9
Grèce	704 487	194 706	3,6	1 683 274	416 023	4,0	2 387 761	610 729	3,9
Portugal	369 696	704 058	0,5	1 045 321	713 314	1,5	1 415 017	1 417 372	1,0

Flux estimés									
	→ Flux envoyés			← Flux reçus			↔ Total		
	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio
France	15 090 892	7 314 626	2,1	17 454 698	5 511 711	3,2	32 545 590	12 826 337	2,5
UEBL	13 566 880	3 843 607	3,5	13 932 052	2 616 673	5,3	27 498 932	6 460 280	4,3
Allemagne	27 681 441	13 624 288	2,0	24 236 554	8 622 744	2,8	51 917 995	22 247 032	2,3
Italie	8 374 579	4 668 566	1,8	11 393 266	3 923 145	2,9	19 767 845	8 591 711	2,3
Pays-Bas	15 373 886	5 543 139	2,8	13 071 108	3 315 376	3,9	28 444 994	8 858 515	3,2
Royaume-Uni	9 576 449	2 850 181	3,4	14 012 974	2 917 528	4,8	23 589 423	5 767 709	4,1
Irlande	780 676	879 784	0,9	1 190 838	940 915	1,3	1 971 514	1 820 699	1,1
Danemark	2 396 599	1 607 916	1,5	3 350 590	1 812 815	1,8	5 747 189	3 420 731	1,7
Finlande	1 233 029	1 235 725	1,0	1 460 148	1 223 155	1,2	2 693 177	2 458 880	1,1
Suède	4 640 388	3 474 764	1,3	4 549 148	2 360 704	1,9	9 189 536	5 835 468	1,6
Autriche	2 276 597	539 278	4,2	4 259 283	745 017	5,7	6 535 880	1 284 295	5,1
Espagne	1 869 572	906 117	2,1	3 472 795	1 142 400	3,0	5 342 367	2 048 517	2,6
Grèce	641 950	257 243	2,5	1 566 196	481 416	3,3	2 208 146	738 659	3,0
Portugal	574 389	499 365	1,2	1 132 254	626 423	1,8	1 706 643	1 125 788	1,5

Flux observés/flux estimés									
	→ Flux envoyés			← Flux reçus			↔ Total		
	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio	Eur. des 6	Autres pays	ratio
France	1,14	0,71	1,62	1,10	0,68	1,62	1,12	0,69	1,61
UEBL	1,10	0,65	1,69	1,01	0,92	1,11	1,06	0,76	1,39
Allemagne	0,99	1,01	0,98	1,08	0,79	1,38	1,04	0,93	1,12
Italie	1,17	0,70	1,67	1,11	0,68	1,62	1,13	0,69	1,64
Pays-Bas	1,06	0,83	1,28	1,04	0,84	1,23	1,05	0,83	1,26
Royaume-Uni	0,74	1,86	0,40	0,75	2,22	0,34	0,75	2,04	0,37
Irlande	0,52	1,43	0,36	0,46	1,68	0,28	0,48	1,56	0,31
Danemark	0,66	1,51	0,44	0,81	1,34	0,60	0,75	1,42	0,53
Finlande	0,64	1,36	0,47	0,83	1,20	0,69	0,74	1,28	0,58
Suède	0,75	1,33	0,57	0,84	1,30	0,65	0,80	1,32	0,61
Autriche	0,87	1,65	0,53	1,00	0,98	1,02	0,95	1,26	0,76
Espagne	1,03	0,93	1,11	1,03	0,90	1,14	1,03	0,92	1,13
Grèce	1,10	0,76	1,45	1,07	0,86	1,24	1,08	0,83	1,31
Portugal	0,64	1,41	0,46	0,92	1,14	0,81	0,83	1,26	0,66

Figure 13 : L'effet d'intégration locale en 1973, 1986 et 1994



La décroissance des relations économiques est alors fonction de la distance et du franchissement d'une limite, c'est-à-dire de l'appartenance. Cette mesure a priori de l'influence d'une frontière a l'avantage de fournir une qualité d'ajustement plus élevée (fig. 14) et d'éliminer l'effet de la corrélation existant entre distance et barrière. C'est pourquoi on retrouve dans la figure 15 présentant les résultats d'un tel modèle dans le cas de l'Europe des six, un coefficient de barrière plus élevé mais un frein de la distance plus faible par rapport au modèle d'interaction spatiale.

Figure 14 : Les qualités d'ajustement des différents modèles possibles

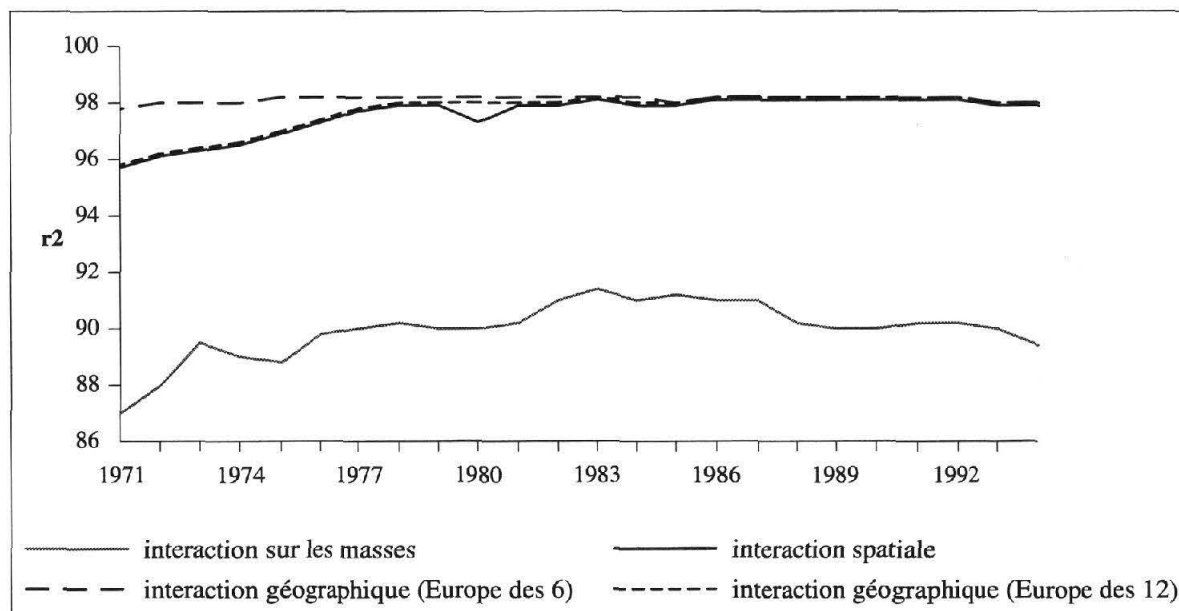
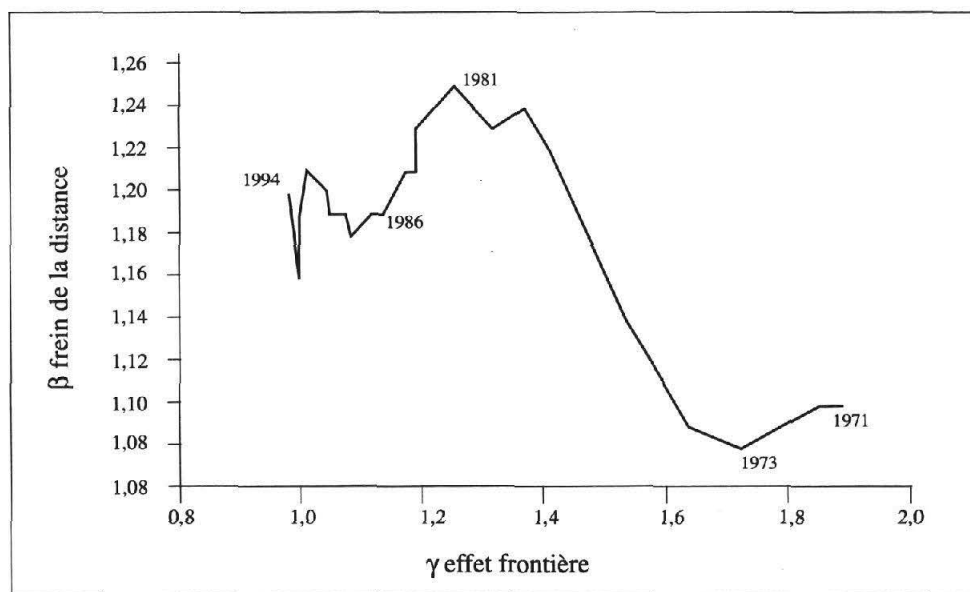


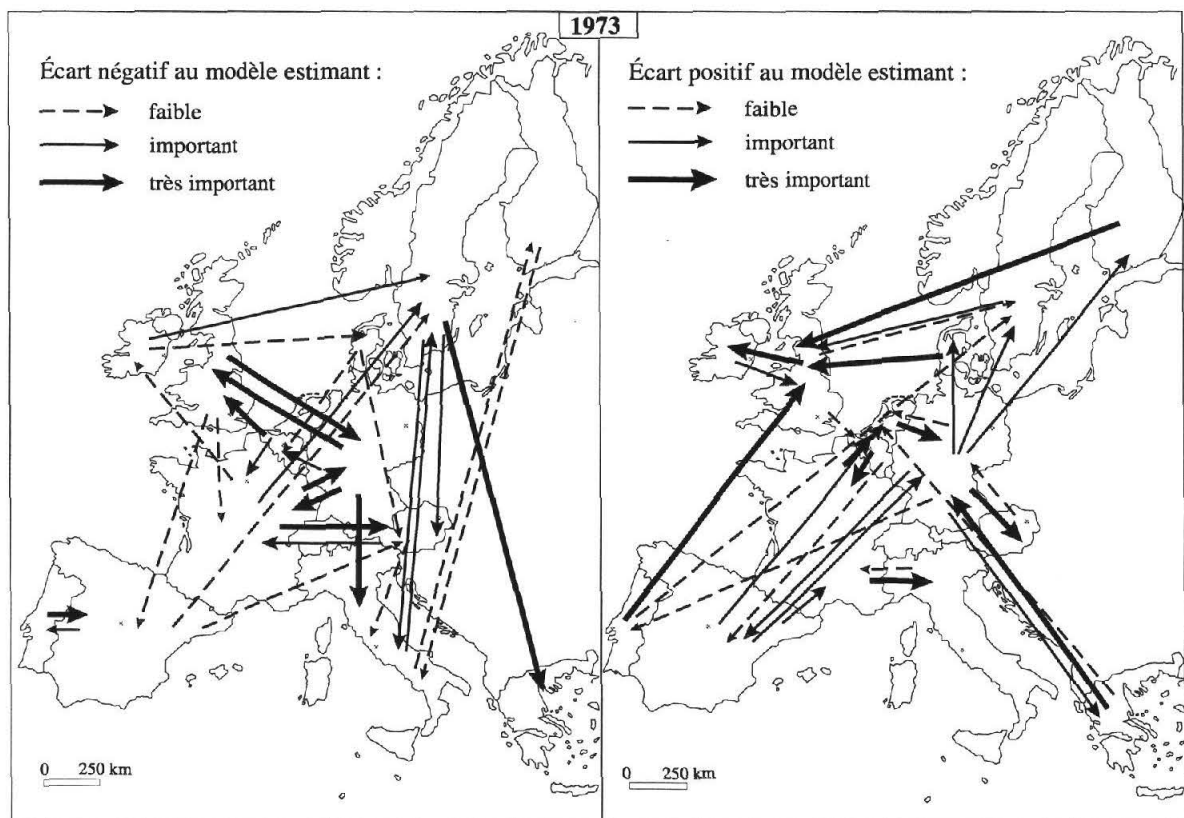
Figure 15 : Les résultats du modèle d'interaction géographique (Europe des six)



Cette prise en charge de l'effet frontière par le frein de la distance dans le modèle d'interaction semble importante car elle a pour conséquence de modifier très sensiblement la variation des paramètres dans le temps. Alors qu'avec le modèle d'interaction spatiale, on avait pu conclure à une diminution du frein de la distance et de l'effet frontière, on note avec le modèle d'interaction géographique une instabilité du frein de la distance et, globalement, sa nette augmentation entre 1973 et 1981, sa diminution depuis, excepté durant la période 1987-1991. En contrepartie, ce modèle révèle une forte diminution de l'effet frontière. Plus importante dans les années 1971 à 1982, cette baisse continue de l'influence de l'appartenance de six pays à la Communauté européenne s'achève par la disparition de cet effet frontière, ce qui semble logique si l'on se réfère à la dynamique de l'intégration européenne.

Ces résultats montrent la principale limite de l'analyse de l'effet frontière a posteriori : sa sensibilité à la corrélation existant entre le rôle de la distance et celui des limites. Ce modèle fournit cependant une bonne image des interrelations existant au sein d'un système d'échange. On peut aussi noter que les résidus du modèle d'interaction géographique pour l'année 1973 (fig. 16) sont assez proches de ceux du modèle d'interaction spatiale (fig. 3), notamment parce que les masses et la distance expliquent une partie très importante des échanges. De plus, le modèle d'interaction spatiale présente l'avantage de fournir un « point de vue » intéressant dans le cadre de la problématique de la partition inconnue. En effet, dans le cas où la recherche porte sur l'existence d'ensembles cohérents, l'analyse résiduelle portant sur un modèle d'interaction spatiale permet, par l'image qu'elle donne des structures d'échanges, d'envisager la (ou les) partition(s) la(les) plus intelligente(s) au regard de l'intensité des relations. Le caractère intense de ces échanges est ici supposé être un facteur important d'intégration.

Figure 16 : Les échanges économiques en 1973 (les écarts au modèle d'interaction géographique de l'Europe des 6)



Cette brève analyse des échanges économiques tend à démontrer l'existence d'une réelle dynamique d'intégration au sein de l'espace ouest-européen, l'effet dominant semblant concerner la diminution de l'effet frontière. On note ainsi une complexification de la structure des échanges par rapport à la situation initiale du début des années 70 où, à l'Europe des six, faisait pendant une « Europe maritime » dont le rôle fédérateur, en quelque sorte, incombait au Royaume-Uni. L'intégration se traduit donc par une intensification des échanges entre l'Europe des six et les pays intégrés récemment.

D'un point de vue méthodologique, cette étude des échanges économiques par un modèle d'interaction spatiale a cherché à montrer les avantages qu'offrait un tel modèle. Il présente une lecture intéressante des structures d'échanges qui permet ainsi d'envisager l'influence d'une ou plusieurs partitions dans l'espace étudié. Cependant, il apparaît aussi clairement que ce type d'étude doit être complété par la réalisation de modèles d'interaction géographique, peu sensibles aux effets de corrélation entre influences de la distance et des frontières. Plus qu'une opposition, il semble se dégager une réelle complémentarité entre les études a posteriori (modèle d'interaction spatiale) et a priori (modèle d'interaction géographique) de l'effet frontière.

Bibliographie

- [1] FOTHERINGHAM A.S., O'KELLY M.E., 1989 : *Spatial interaction models : formulation and applications*, Kluwer Academic Press, Dordrecht/Boston/London, 221 pages
- [2] NIJKAMP P., RIETVELD P., SALOMON I., 1990 : *Barriers in communication. Conceptual issues*, NETCOM, IV, 1
- [3] POULAIN M., 1991 : « Impact du nombre et de la taille des zones lorsqu'on estime un modèle spatial gravitationnel de migration », in *Spatial analysis and population dynamics*, D. Pumain ed., Congress & Colloquia, Paris, INED & J. Libbey, pp. 107-117

Notes

¹ - Pour comprendre l'intérêt de cette propriété du modèle à double contrainte, il est enrichissant d'étudier les échanges entre France, Allemagne et Autriche. Ce cas est analysé dans cette étude, mais on peut d'ores et déjà noter que le modèle à double contrainte permet de relever les interactions existant, au sein du système d'échange européen, entre ces trois pays. En bref, si les échanges totaux entre Allemagne et France et entre Autriche et France (dans les deux sens) paraissent peu intenses (résidus fortement négatifs dès la seconde moitié des années 70), c'est aussi la conséquence d'une interrelation forte entre les économies allemande et autrichienne (résidus positifs caractérisant des relations préférentielles)

² - On peut ici souligner l'intérêt du modèle d'interaction spatiale à double contrainte. Décrivant un système d'échange, il limite très fortement le problème posé par la non-disponibilité d'informations en monnaie constante et donc par la possible variation des taux de change. Pour illustrer ce fait, on a réalisé pour 1973 et 1994, une matrice d'échange dans laquelle une variation du franc français aurait provoqué une chute de 20 % de la

valeur des exportations et une augmentation de 20 % de la valeur des importations. Les résultats obtenus sont quasi-identiques à la réalité, les paramètres et B_j ayant pris en charge ces variations. La qualité de l'ajustement passe de 96,52 % à 96,68 % en 1973, et de 97,87 % à 97,94 % en 1994. Le paramètre β reste identique et des changements minimes s'opèrent dans la structure des résidus

³ - Les résidus « les plus significatifs » se présentent en fait comme une solution intermédiaire entre les résidus absolus qui tendent à dépendre trop fortement de l'importance de la relation analysée, et les résidus relatifs $(F_{ij} - Fe_{ij} / Fe_{ij})$ dont l'inconvénient est inverse. M. Poulain [3] décrit les avantages de cette méthode