

Les Cahiers Scientifiques du Transport
pp. 37-60 N° 21/1990

Jacques CHARLIER
*Les mutations structurelles récentes
du trafic roulier anglo-continental
une approche dyadique*

**Les mutations structurelles récentes
du trafic roulier anglo-continental,
une approche dyadique**

Jacques CHARLIER

Chercheur qualifié FNRS - Institut de Géographie de l'UCL
Louvain-la Neuve - Belgique

Le Royaume-Uni entretient des échanges maritimes extrêmement intenses avec le continent. Ceux-ci ne peuvent être résumés aux trafics s'exerçant entre les ports français et leurs vis-à-vis britanniques de la Manche et du Déroit, car une fraction importante des échanges a pour théâtre la Mer du Nord. Pour les passagers et les véhicules en transroulage envisagés dans cette contribution, la quote-part globale des ports hexagonaux va cependant en croissant, de 46 % en 1977 à 53 % en 1987. Il ne sera question dans la suite que d'une composante des échanges maritimes anglo-continentaux, puisque ne seront pas pris en compte les conteneurs en manutention verticale, les marchandises diverses conventionnelles et les cargaisons vraquières.

Deux types de navires coexistent sur le segment étudié, soit les transbordeurs mixtes acheminant des passagers et divers types de véhicules selon un dosage variable, et les rouliers purs embarquant essentiellement du fret roulant non accompagné. Il s'y ajoute deux types d'engins rapides, les aéroglisseurs d'Hoverspeed et les hydroptères de la Régie belge des Transports Maritimes. Jadis sur le devant de la scène, les paquebots-malle n'ont définitivement disparu de ce théâtre qu'au printemps 1987, mais leur contribution au trafic des passagers était devenue insignifiante depuis une décennie.

L'analyse s'appuyera sur des statistiques publiées par le Département britannique des Transports, ce qui garantit leur homogénéité par rapport aux différents relevés disponibles sur des bases nationales non harmonisées du côté continental. Pour disposer d'une perspective temporelle suffisante, ces chiffres ont été collectés pour la période 1977-1987, durant laquelle les échanges sous revue ont globalement augmenté de plus de 75 %. Cette évolution n'a cependant pas été uniforme selon qu'on considère le temps, la nature des flux et leur géographie. Initialement disponibles au niveau des secteurs portuaires britanniques et continentaux, les données seront transformées de façon à considérer les faisceaux de routes unissant ces secteurs au travers de l'espace marin étudié. Ces chiffres feront ensuite l'objet d'un traitement quantitatif élémentaire fondé sur des calculs d'indices de spécialisation, élémentaires et généralisés, qui permettront d'apprécier les mutations structurelles du trafic roulier anglo-continentale.

1. Les données

Les chiffres présentés et traités ci-après ont été extraits de deux publications du Département britannique des Transports :

- *Annual Transport Statistics* (livraison 1988) pour les flux touristiques ;
- *Road Goods Vehicles on Roll-on, Roll-off Ferries to Mainland Europe* (trimestriel) pour les trafics commerciaux.

Pour ces derniers, le relevé ne concerne que les sorties, de sorte que les nombres de véhicules commerciaux indiqués ont été multipliés par deux pour estimer le trafic total.

1.1. Une double segmentation

La recherche d'un plus petit commun dénominateur a conduit à distinguer trois groupes de ports i de part et d'autre de l'eau. Du côté britannique, le découpage s'établit comme suit :

- B_1 : ports de la Manche (rangée Plymouth - Newhaven) ;
- B_2 : ports du Déroit (Folkestone, Douvres et Ramsgate) ;
- B_3 : ports de la Mer du Nord (rangée Sheerness - Newcastle).

Du côté continental, trois groupes d'établissements ont été également distingués :

- C_1 : ports français (rangée Roscoff - Dunkerque) ;
- C_2 : ports belges (Ostende, Zeebrugge et Anvers) ;
- C_3 : ports néerlandais, ouest-allemands, danois et scandinaves.

Initialement, cette troisième rubrique englobait également les établissements ibériques. Ils en ont été exclus en soustrayant le trafic de la ligne Plymouth - Santander des Brittany Ferries qui, en pratique, est le seul opérateur concerné, en dehors d'éphémères concurrents. Le poste B_1 a été minoré en conséquence, de façon à maintenir l'égalité :

$$T = B_1 + B_2 + B_3 = C_1 + C_2 + C_3$$

Dans la suite, il sera question de flux indicés ij , pour lesquels l'indice i se rapporte aux groupes portuaires précités et l'indice j concerne les différents types de trafic. Quatre formes distinctes de demande ont été envisagées :

- indices $i1$: les passagers (tableau 1) ;
- indices $i2$: les voitures accompagnées (tableau 2) ;
- indices $i3$: les véhicules commerciaux accompagnés (tableau 3) ;
- indices $i4$: les semi-remorques non-accompagnées (tableau 4).

Figure 1 - Evolution de la demande

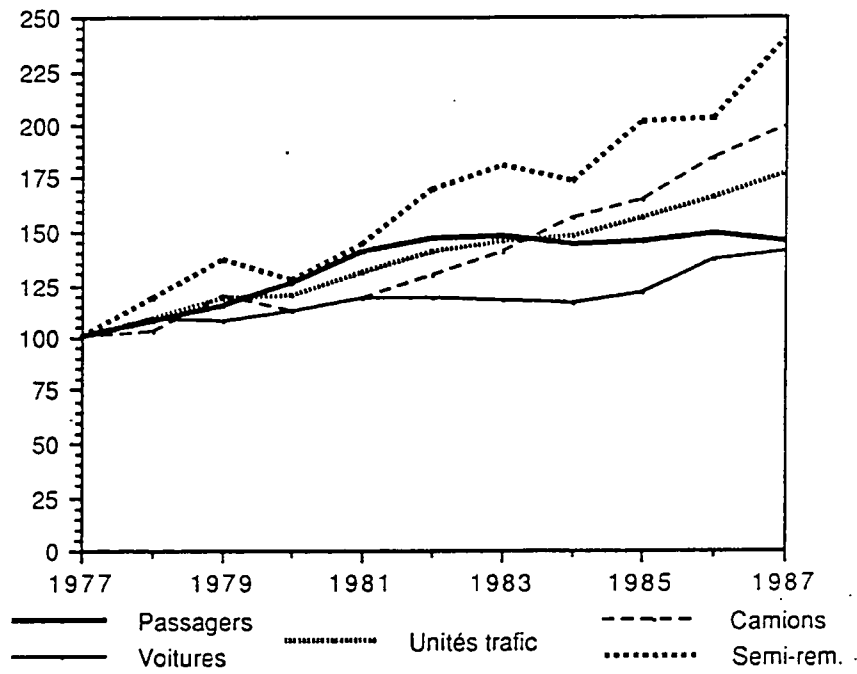


Figure 2 - Schématisation dyadique des flux rouliers anglo-continentaux

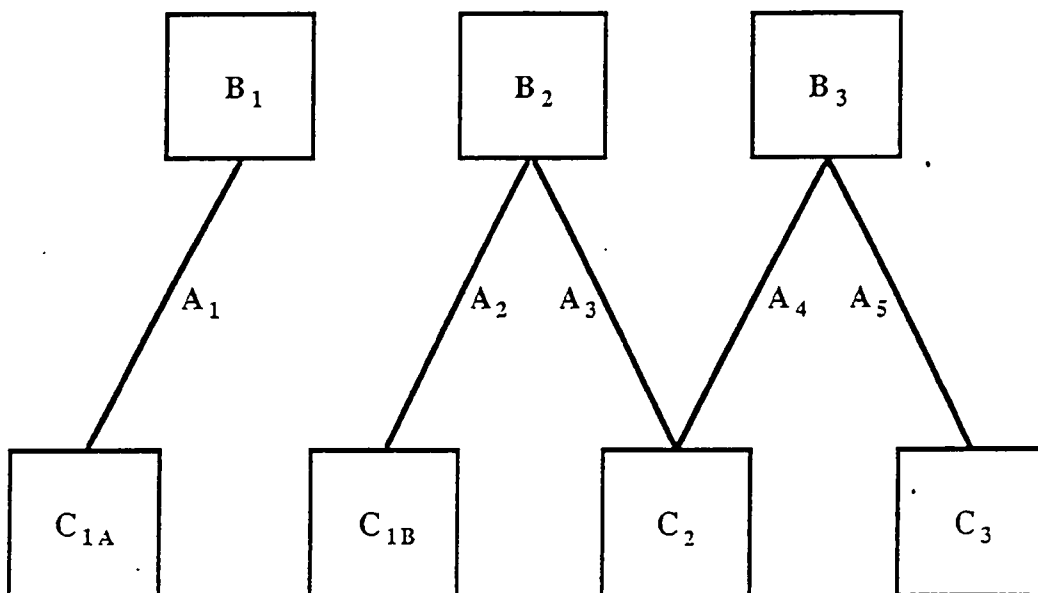


Tableau 1 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continental de passagers par groupes de ports

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
B ₁₁	2 120	2 391	2 827	3 088	3 284	3 173	3 310	3 065	3 244	3 449	3 393
B ₂₁	10 501	11 305	11 978	13 269	15 299	16 425	16 540	16 200	16 136	16 789	16 334
B ₃₁	3 544	3 698	3 767	3 876	3 983	3 966	3 944	3 889	3 949	3 831	3 701
T_{.1}	16165	17394	18572	20233	22566	23564	23794	23154	23329	24069	23428
C ₁₁	8 602	9 805	11 112	12 243	14 734	15 747	16 140	15 353	15 645	16 867	16 826
C ₂₁	4 391	4 428	4 421	5 037	4 714	4 678	4 415	4 608	4 411	3 792	3 328
C ₃₁	3 172	3 161	3 039	2 953	3 118	3 139	3 239	3 193	3 273	3 410	3 274

Tableau 2- Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continental de voitures accompagnées par groupes de ports

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
B ₁₂	403	450	436	451	466	444	436	434	486	545	593
B ₂₂	1 364	1 481	1 458	1 561	1 628	1 680	1 643	1 644	1 670	1 953	1 990
B ₃₂	472	493	505	495	558	522	537	518	543	572	564
T_{.2}	2239	2424	2399	2507	2652	2646	2616	2596	2699	3070	3147
C ₁₂	1 277	1 412	1 449	1 541	1 689	1 762	1 695	1 688	1 797	2 162	2 248
C ₂₂	604	648	588	637	591	537	536	532	515	478	469
C ₃₂	358	364	362	329	372	347	385	376	387	430	430

Tableau 3 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale de véhicules commerciaux accompagnés par groupes de ports

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
B ₁₃	81.4	77.0	91.8	92.4	96.9	99.0	110.4	115.7	112.0	123.9	129.0
B ₂₃	362.6	388.6	429.0	406.4	422.2	485.8	534.2	622.0	649.0	742.4	795.2
B ₃₃	101.4	95.4	128.2	114.0	126.0	119.2	118.0	114.0	135.8	140.4	160.2
T₃	545.4	561.0	649.0	612.8	645.1	704.0	762.6	851.7	896.8	1006.7	1084.4
C ₁₃	257.4	262.2	301.2	280.8	305.6	336.0	374.6	431.6	461.2	586.2	589.0
C ₂₃	207.8	220.6	246.0	244.2	239.0	272.6	292.2	327.4	326.6	303.4	367.0
C ₃₃	80.2	78.2	101.8	87.8	100.5	95.4	95.8	92.7	109.0	117.1	128.4

Tableau 4 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale de véhicules commerciaux non-accompagnés par groupes de ports

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
B ₁₄	47.4	51.8	74.4	68.4	88.1	72.6	70.5	58.0	59.8	71.6	100.1
B ₂₄	57.6	69.0	90.2	87.0	92.8	112.8	131.0	151.4	153.2	139.0	158.0
B ₃₄	310.4	371.2	403.0	369.6	419.2	520.2	548.2	512.0	624.4	628.4	735.0
T₄	415.4	492.0	567.6	525.0	600.1	705.6	749.7	721.4	837.4	839.0	993.1
C ₁₄	71.6	86.0	112.8	107.4	126.0	116.4	123.0	119.8	131.6	149.4	188.6
C ₂₄	91.6	89.2	115.0	96.4	127.0	198.2	208.8	207.2	259.8	248.2	304.2
C ₃₄	252.2	316.8	339.8	321.2	347.1	391.0	417.9	394.4	446.0	441.4	500.3

Les deux types de trafic touristique ne sont pas nécessairement fortement corrélés car, à côté de la clientèle motorisée, des passagers-piétons sont acheminés en proportions variables d'un secteur à l'autre. En ce qui concerne les échanges commerciaux, la distinction entre véhicules accompagnés et non-accompagnés est tout à fait fondamentale, car les premiers dominent sur les lignes les plus courtes et les seconds sur les relations à plus longue distance.

Ainsi qu'il apparaît à la figure 1, le trafic anglo-continentale a fortement augmenté entre 1977 et 1987 :

- de 45 % pour les passagers ;
- de 40 % pour les voitures de tourisme ;
- de 99 % pour les véhicules commerciaux accompagnés ;
- de 139 % pour les semi-remorques non-accompagnées.

Incidentement, on relèvera que le nombre des autocars a simultanément progressé de 225 %, de 49 000 unités en 1977 à 159 000 en 1987. Leur répartition au niveau des groupes de ports britanniques n'est malheureusement pas connue, de sorte que cette forme de demande sera omise dans la suite. De même, les véhicules neufs et les autres cargaisons en transroulage seront exclues, faute de données à leur propos.

1.2. Transformation dyadique

Plutôt que de considérer distinctement des groupes de ports insulaires et continentaux, la demande peut être exprimée selon une approche *dyadique*. En effet, cinq axes de trafic peuvent être reconnus (figure 2) :

- A₁ : des ports anglais de la Manche vers les ports français de la Manche, de Roscoff à Dieppe ;
- A₂ : des ports anglais du Déroit vers les ports français du Déroit, soit Boulogne, Calais et Dunkerque ;
- A₃ : des ports anglais du Déroit vers les ports belges ;
- A₄ : des ports anglais de la Mer du Nord vers les ports belges ;
- A₅ : des ports anglais de la Mer du Nord vers les autres ports continentaux.

La transformation des données des tableaux 1 à 4 vers celles consignées aux tableaux 5 à 8 s'est opérée comme suit :

- A_{1j} = B_{1j} = C_{1j} - A_{2j}
- A_{2j} = C_{1j} - A_{1j} = B_{2j} - A_{3j}
- A_{3j} = B_{2j} - A_{2j} = C_{2j} - A_{4j}
- A_{4j} = C_{2j} - A_{3j} = B_{3j} - A_{5j}
- A_{5j} = B_{3j} - A_{4j} = C_{3j}

1.3. Expression des flux sous forme d'unités de trafic

De façon à prendre en compte simultanément les quatre types de flux, une pondération a été introduite en fonction des recettes moyennes communiquées par les principaux exploitants. La demande a été ainsi exprimée sous forme d'*unités de trafic* (UT) D_{ij} telles que :

- D_{i1} = A_{i1} (1 passager = 1 UT) ;
- D_{i2} = 4 A_{i2} (1 voiture = 4 UT) ;
- D_{i3} = 25 A_{i3} (1 véhicule commercial accompagné = 25 UT) ;
- D_{i4} = 20 A_{i4} (1 semi-remorque non-accompagnée = 20 UT).

Cette clé d'équivalence porte bien évidemment à discussion, mais les résultats globaux sont peu sensibles à des variations minimales qui seraient éventuellement introduites dans les coefficients pour refléter l'une ou l'autre situation particulière.

Tableau 5 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continental de passagers par groupes de routes

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
A ₁₁	2 120	2 391	2 827	3 088	3 284	3 173	3 310	3 065	3 244	3 449	3 393
A ₂₁	6 482	7 414	8 285	9 155	11 450	12 574	12 830	12 288	12 401	13 418	13 433
A ₃₁	4 019	3 891	3 693	4 114	3 849	3 851	3 710	3 912	3 735	3 371	2 901
A ₄₁	372	537	728	923	865	827	705	696	676	421	427
A ₅₁	3 172	3 161	3 039	2 953	3 118	3 139	3 239	3 193	3 273	3 410	3 274
T _{.1}	16165	17394	18572	20233	22566	23564	23794	23154	23329	24069	23428

Tableau 6 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continental de voitures accompagnées par groupes de routes

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
A ₁₂	403	450	436	451	466	444	436	434	486	545	593
A ₂₂	874	962	1 013	1 090	1 223	1 318	1 259	1 254	1 311	1 617	1 655
A ₃₂	490	519	445	471	405	362	384	390	359	336	335
A ₄₂	114	129	143	166	186	175	152	142	156	142	134
A ₅₂	358	364	362	329	372	347	385	376	387	430	430
T _{.2}	2239	2424	2399	2507	2652	2646	2616	2596	2699	3070	3147

Tableau 7 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale de véhicules commerciaux accompagnés par groupes de routes

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
A13	81.4	77.0	91.8	92.4	96.9	99.0	110.4	115.7	112.0	123.9	129.0
A23	176.0	185.2	209.4	188.4	208.7	237.0	264.2	315.9	349.2	462.3	460.0
A33	186.6	203.4	219.6	218.0	213.5	248.8	270.0	306.1	299.8	280.1	335.2
A43	21.2	17.2	26.4	26.2	25.5	23.8	22.2	21.3	26.8	23.3	31.8
A53	80.2	78.2	101.8	87.8	100.5	95.4	95.8	92.7	109.0	117.1	128.4
T.3	545.4	561.0	649.0	612.8	645.1	704.0	762.6	851.7	896.8	1006.7	1084.4

Tableau 8 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale de véhicules commerciaux non-accompagnés par groupes de routes

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
A14	47.4	51.8	74.4	68.4	88.1	72.6	70.5	58.0	59.8	71.6	100.1
A24	24.2	34.2	38.4	39.0	37.9	43.8	52.5	61.8	71.8	77.8	88.5
A34	33.4	34.8	51.8	48.0	54.9	69.0	78.5	89.6	81.4	61.2	69.5
A44	58.2	54.4	63.2	48.4	72.1	129.2	130.3	117.6	178.4	187.0	234.7
A54	252.2	316.8	339.8	321.2	347.1	391.0	417.9	394.4	446.0	441.4	500.3
T.4	415.4	492.0	567.6	525.0	600.1	705.6	749.7	721.4	837.4	839.0	993.1

Tableau 9 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale exprimé sous forme d'unités de trafic par types de demande

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
D.1	16 165	17 394	18 572	20 233	22 566	23 564	23 794	23 154	23 329	24 069	23 428
D.2	8 956	9 696	9 596	10 028	10 608	10 584	10 464	10 384	10 796	12 280	12 588
D.3	13 635	14 025	16 225	15 320	16 128	17 600	19 065	21 292	22 420	25 167	27 110
D.4	8 308	9 840	11 352	10 500	12 002	14 112	14 994	14 428	16 748	16 780	19 862
D..	47064	50955	55745	56081	61304	65860	68317	69258	73293	78296	82988

Tableau 10 - Evolution 1977-1987 du trafic anglo-continentale exprimé sous forme d'unités de trafic par groupes de routes

	1977 (000)	1978 (000)	1979 (000)	1980 (000)	1981 (000)	1982 (000)	1983 (000)	1984 (000)	1985 (000)	1986 (000)	1987 (000)
D1.	6 715	7 152	8 354	8 570	9 333	8 876	9 224	8 854	9 184	10 158	10 992
D2.	14 862	16 576	18 340	19 005	22 318	24 647	25 521	26 437	27 811	33 000	33 323
D3.	11 312	11 748	11 999	12 408	11 905	12 899	13 566	14 916	14 294	12 941	14 011
D4.	2 522	2 571	3 224	3 210	3 688	4 706	4 474	4 149	5 538	5 311	6 452
D5.	11 653	12 908	13 828	12 888	14 060	14 732	15 532	14 902	16 466	16 886	18 210
D..	47064	50955	55745	56081	61304	65860	68317	69258	73293	78296	82988

La demande globale $D_{..}$ peut alors être estimée en sommant les D_{ij} sur i et sur j . Ce calcul met en évidence une augmentation d'ensemble de 76 % entre 1977 et 1987, de 47 064 000 UT à 82 988 000 UT. Il ressort du tableau 9 que la structure catégorielle des échanges anglo-continents s'est quelque peu modifiée au fil des ans, les flux touristiques perdant de leur importance relative et la quote-part du trafic commercial augmentant. Ainsi, la contribution des passagers s'est abaissée de 34.5 % en 1977 à 28 % en 1987 et celle des voitures de tourisme a régressé dans le même temps de 19 % à 15 % ; par contre, la contribution des véhicules commerciaux accompagnés est passée de 29 % à 33 % et celle des semi-remorques non-accompagnées a progressé de 17.5 % à 24 %.

A cette modification de la nature globale de la demande se sont superposés des glissements de sa structure géographique, présentée au tableau 10. En effet, deux faisceaux de trafic ont connu une croissance supérieure à la moyenne, alors que le trafic a progressé moins vite sur les trois autres, les premiers gagnant donc en importance relative et les seconds en perdant corrélativement :

- axe 1 : + 64 % au total et baisse relative de 14 % à 13 % ;
- axe 2 : + 124 % au total et hausse relative de 31.5 % à 40 % ;
- axe 3 : + 24 % au total et baisse relative de 24 % à 17 % ;
- axe 4 : + 156 % au total et hausse relative de 5.5 % à 8 % ;
- axe 5 : + 56 % au total et baisse relative de 25 % à 22 %.

L'analyse détaillée de l'évolution temporelle des parts de marché serait un exercice fastidieux. Aussi propose-t-on au point 2 une approche diachronique alternative, fondée sur des indices d'orientation des flux. Par rapport à la méthode structure-résidus, ces traitements présentent l'avantage d'être totalement indépendants des bornes de la série statistique et de mettre en évidence les évolutions intermédiaires.

2. Une approche quantitative élémentaire

Il sera fait appel ci-après à des indices dont le principe du calcul, pour une année donnée, a été exposé dans une contribution récente à cette même revue (J. Charlier, 1988a). L'originalité du présent travail réside dans la répétition des calculs pour les onze années considérées, de façon à déceler les éventuelles mutations structurelles du phénomène étudié. Il diffère d'un article antérieur au titre voisin (J. Charlier, 1989a) par le fait qu'il envisage la totalité des échanges anglo-continents plutôt que les seuls flux de véhicules commerciaux, et s'inscrit dans la foulée d'une communication récente (J. Charlier, 1989b), dont il se distingue par son approche dyadique. La prise en compte de faisceaux de routes maritimes, plutôt que de groupes de ports britanniques et continents, donne à l'analyse un caractère plus opérationnel et permet de contourner l'obstacle que constituait la non-correspondance des indices généralisés (cfr. le point 2.2.) calculés pour les rangées portuaires situées de part et d'autre de l'espace marin étudié.

2.1. Les indices d'orientation

Soient donc 5 dyades et 4 types de trafic ($D_{11} \dots D_{ij} \dots D_{54}$). Si on note $D_{i.}$ et $D_{.j}$ les totaux marginaux en i et en j , ainsi que $D_{..}$ le volume total des échanges exprimés sous forme d'unités de trafic, on a :

$$I_{ij} = (D_{ij} / D_{i.}) / (D_{.j} / D_{..}) = p_{ij} / p_{.j}$$

De tels indicateurs ne sont pas neufs en géographie des transports maritimes (G. Alexandersson & G. Norstrom, 1963 ; J. Britton, 1965, J. Bird, 1969 ; C. Von Schirach-Szmigiel, 1973 ; A. Vallega, 1977 ; J. Charlier, 1979 ; R. McCalla, 1979 ; C. Verlaque, 1979 ; J. Charlier & J.-P. Thomas, 1983 ; J. Charlier, 1986 ; B. Marti, 1986, ou encore J. Marcadon, 1988, sans que la liste soit exhaustive). Le caractère significatif des "spécialisations" reconnues a cependant été rarement testé (J. Charlier, 1983a et 1989a). Un test binomial, qui peut être approximé par la loi normale dans le cas de grands échantillons (L. Marascuilo & H. McSweeney, 1977) a été systématiquement effectué pour tester l'hypothèse nulle $H_0 : p_{ij} = p_j$ contre l'hypothèse alternative $H_1 : p_{ij} \neq p_j$. Une statistique Z a été calculée à cet effet, telle que :

$$Z_{ij} = [D_{ij} - (D_i \cdot p_j)] \cdot [D_i \cdot p_j \cdot (1 - p_j)]^{-1/2}$$

Au niveau $\alpha = 0.01$, H_0 est rejeté si $Z_{ij} \geq 2.230$ ou, le test étant bilatéral, si $Z_{ij} \leq -2.230$. Trois cas doivent donc être distingués aux tableaux 11 à 14 où sont présentées les séries d'indices I_{ij} :

- $I_{ij} > 1.000$ et $Z_{ij} > 2.230$: dyade i "spécialisée" pour le type de trafic j et ce d'autant plus que I_{ij} et Z_{ij} sont élevés (indices soulignés d'un trait continu) ;
- I_{ij} proche de 1.000 et $-2.230 \leq Z_{ij} \leq 2.230$: dyade i pour laquelle la part de trafic j est statistiquement identique à la structure moyenne des échanges anglo-continentaux (indices soulignés d'un trait ondulé) ;
- $I_{ij} < 1.000$ et $Z_{ij} < -2.230$: dyade i pour laquelle le type de trafic j est sous-représenté (indices non soulignés).

Cette technique permet de reconnaître 16 cas intermédiaires, dont 5 pour lesquels $I_{ij} > 1.000$ et 11 pour lesquels $I_{ij} < 1.000$, qui auraient été autrement classés dans les catégories de spécialisation ou de sous-représentation.

Deux lectures, l'une catégorielle (selon les j), l'autre géographique (selon les i) des tableaux 11 à 14 sont possibles. Liée à une lecture directe des tableaux précités, la première approche intéressera davantage l'économiste que le géographe, soucieux d'une vision moins fragmentée des marchés. Aussi, la seconde alternative sera privilégiée dans cette étude, au travers de l'examen des *profils structurels* présentés aux figures 3 à 7 pour les cinq faisceaux de routes envisagés.

En Manche (figure 3), les échanges font une plus large part aux voitures de tourisme et une moindre place aux véhicules commerciaux non-accompagnés. Les deux séries correspondantes sont relativement heurtées, alors que celles se rapportant aux passagers et aux véhicules commerciaux accompagnés demeurent proches de la valeur pivot de 1.000, avec d'ailleurs respectivement 9 des 16 cas d'égalité statistique mentionnés ci-dessus. De l'écart observé entre les indices relatifs aux voitures de tourisme et aux passagers, on déduit que les passagers motorisés dominent sur ces routes mi-longues et que la clientèle des passagers-piétons (en particulier celle des excursionnistes d'un jour) est limitée. La sous-représentation des véhicules commerciaux non-accompagnés explique que peu de rouliers purs opèrent sur ce secteur, mais le relèvement récent des indices I_{14} laisse augurer d'une plus grande participation de ces unités spécialisées au trafic trans-Manche (au sens géographique strict).

Sur les lignes courtes du Détroit (figure 4), la situation est relativement semblable, mais avec cette fois une contribution supérieure des passagers vis-à-vis des voitures accompagnées, ce qui traduit l'importance toute particulière de la clientèle des passagers-piétons en correspondance ferroviaire, ainsi que de celle des excursionnistes. Les véhicules commerciaux accompagnés sont présents dans une proportion proche de la moyenne relevée

Tableau 11 - Indices d'orientation pour le trafic des passagers

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
I 11	0.920	<u>0.979</u>	<u>1.016</u>	<u>0.999</u>	<u>0.956</u>	<u>0.999</u>	<u>1.030</u>	<u>1.035</u>	<u>1.110</u>	<u>1.104</u>	<u>1.093</u>
I 21	<u>1.270</u>	<u>1.310</u>	<u>1.356</u>	<u>1.335</u>	<u>1.394</u>	<u>1.426</u>	<u>1.443</u>	<u>1.390</u>	<u>1.401</u>	<u>1.323</u>	<u>1.428</u>
I 31	<u>1.034</u>	<u>0.970</u>	0.924	0.920	0.878	0.834	0.785	0.784	0.821	0.847	0.733
I 41	0.429	0.612	0.678	0.798	0.637	0.491	0.452	0.502	0.384	0.258	0.234
I 51	0.792	0.717	0.660	0.635	0.602	0.596	0.599	0.641	0.624	0.657	0.637

Tableau 12 - Indices d'orientation pour le trafic des voitures accompagnées

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
I 12	<u>1.262</u>	<u>1.323</u>	<u>1.213</u>	<u>1.177</u>	<u>1.154</u>	<u>1.245</u>	<u>1.234</u>	<u>1.308</u>	<u>1.437</u>	<u>1.368</u>	<u>1.423</u>
I 22	<u>1.236</u>	<u>1.220</u>	<u>1.284</u>	<u>1.283</u>	<u>1.267</u>	<u>1.331</u>	<u>1.288</u>	<u>1.265</u>	<u>1.280</u>	<u>1.250</u>	<u>1.310</u>
I 32	0.911	0.929	0.862	0.849	0.786	0.699	0.739	0.698	0.682	0.662	0.631
I 42	<u>0.950</u>	<u>1.054</u>	<u>1.031</u>	<u>1.157</u>	<u>1.166</u>	0.926	0.887	0.913	0.765	0.682	0.548
I 52	0.646	0.593	0.608	0.571	0.612	0.586	0.647	0.673	0.638	0.649	0.623

Tableau 13 - Indices d'orientation pour le trafic des véhicules commerciaux accompagnés

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
I ₁₃	<u>1.047</u>	<u>0.978</u>	0.944	<u>0.987</u>	<u>0.987</u>	<u>1.043</u>	<u>1.072</u>	<u>1.063</u>	<u>0.997</u>	0.949	0.898
I ₂₃	<u>1.022</u>	<u>1.015</u>	<u>0.980</u>	0.907	0.889	0.890	0.927	0.972	<u>1.026</u>	<u>1.090</u>	<u>1.056</u>
I ₃₃	<u>1.423</u>	<u>1.573</u>	<u>1.572</u>	<u>1.608</u>	<u>1.704</u>	<u>1.804</u>	<u>1.783</u>	<u>1.669</u>	<u>1.714</u>	<u>1.683</u>	<u>1.831</u>
I ₄₃	0.726	0.608	0.703	0.747	0.657	0.473	0.445	0.418	0.396	0.341	0.377
I ₅₃	0.594	0.550	0.632	0.623	0.679	0.606	0.553	0.506	0.541	0.539	0.540

Tableau 14 - Indices d'orientation pour le trafic des véhicules commerciaux non-accompagnés

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
I ₁₄	0.800	0.750	0.875	0.853	<u>0.964</u>	0.763	0.696	0.629	0.570	0.658	0.761
I ₂₄	0.184	0.214	0.206	0.219	<u>0.173</u>	0.166	0.187	0.224	0.226	0.220	0.222
I ₃₄	0.335	0.307	0.424	0.413	0.471	0.499	0.527	0.577	0.498	0.441	0.415
I ₄₄	<u>2.615</u>	<u>2.191</u>	<u>1.925</u>	<u>1.611</u>	<u>1.997</u>	<u>2.563</u>	<u>2.654</u>	<u>2.722</u>	<u>2.820</u>	<u>3.286</u>	<u>3.040</u>
I ₅₄	<u>2.452</u>	<u>2.542</u>	<u>2.413</u>	<u>2.662</u>	<u>2.522</u>	<u>2.477</u>	<u>2.452</u>	<u>2.541</u>	<u>2.371</u>	<u>2.439</u>	<u>2.296</u>

Figure 3 - Profil fonctionnel de la dyade 3

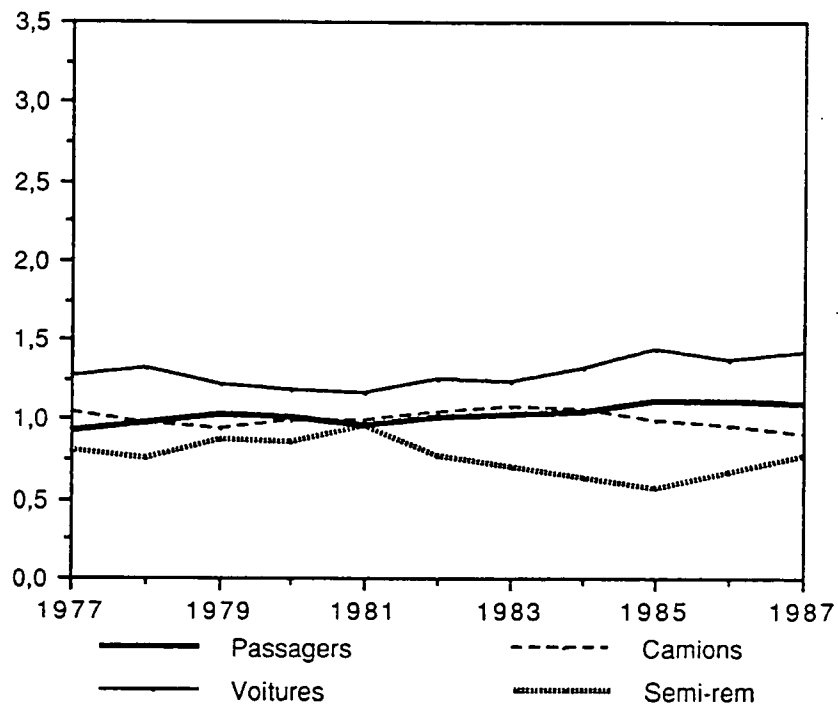


Figure 4 - Profil fonctionnel de la dyade 2

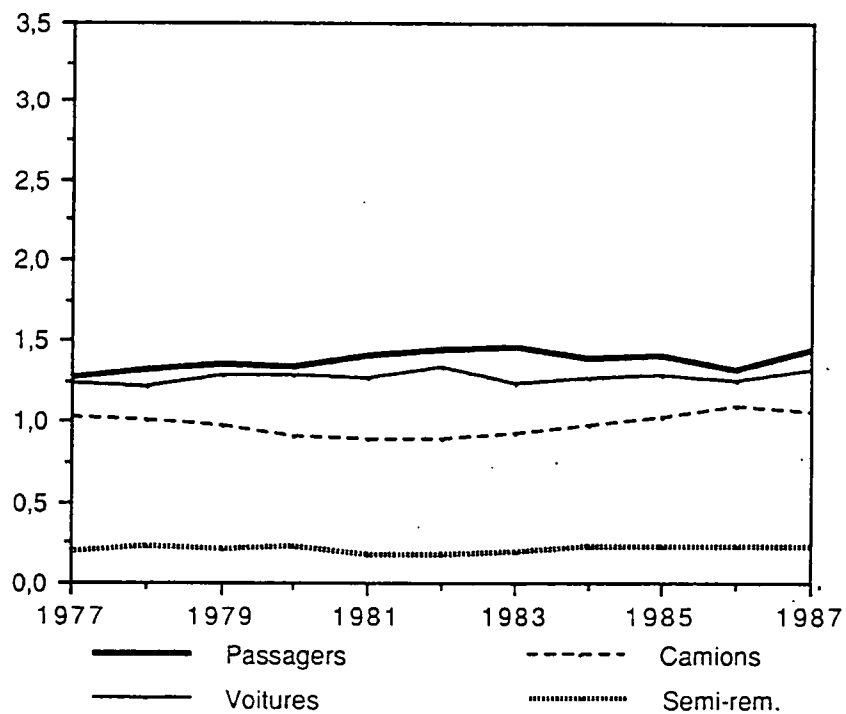


Figure 5 - Profil fonctionnel de la dyade 3

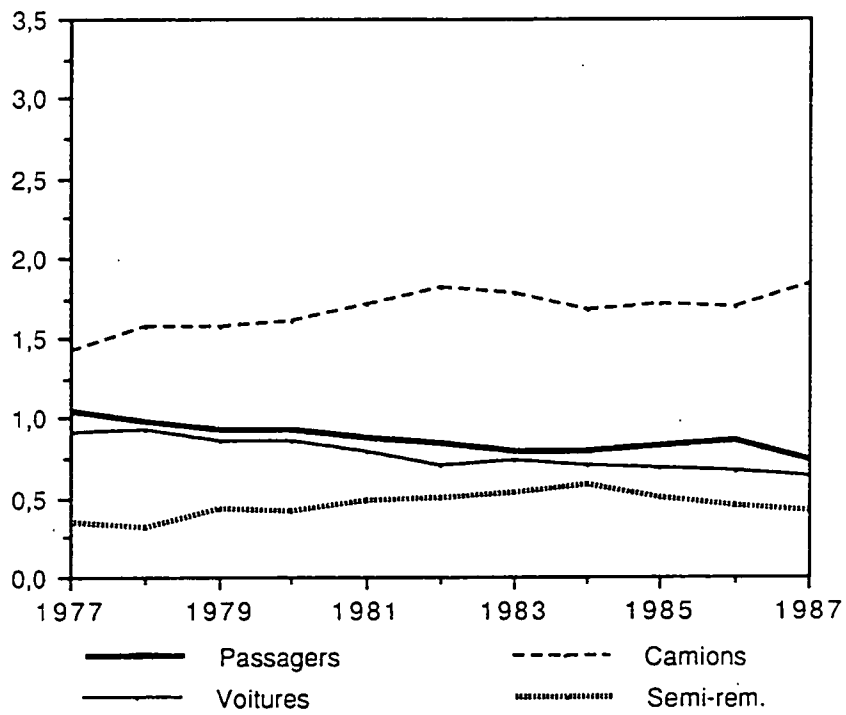


Figure 6 - Profil fonctionnel de la dyade 4

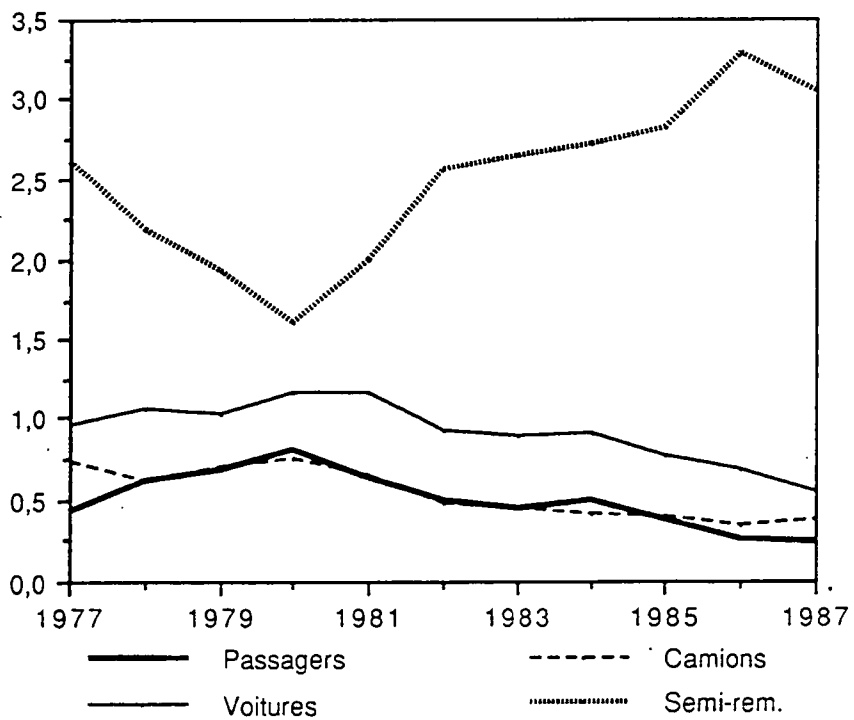


Figure 7 - Profil fonctionnel de la dyade 5

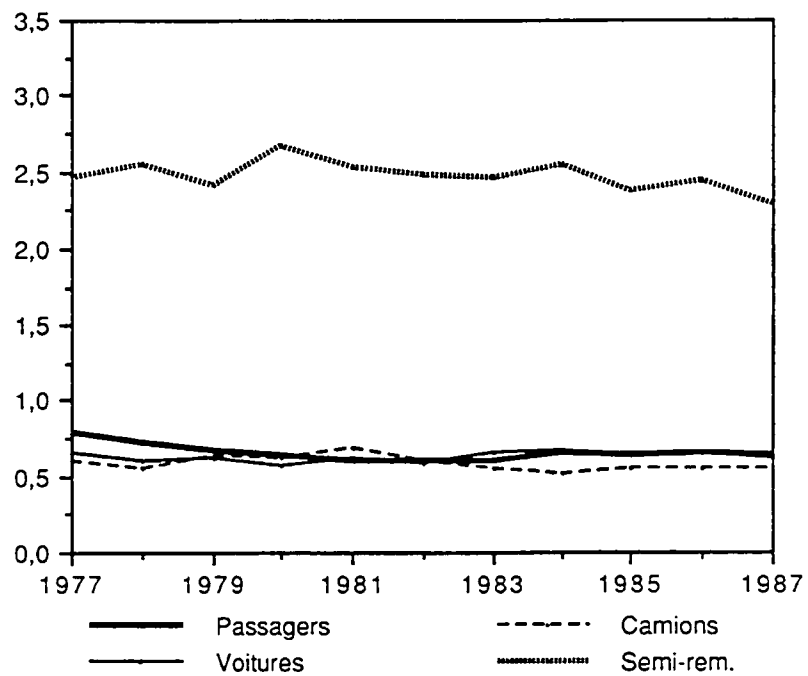
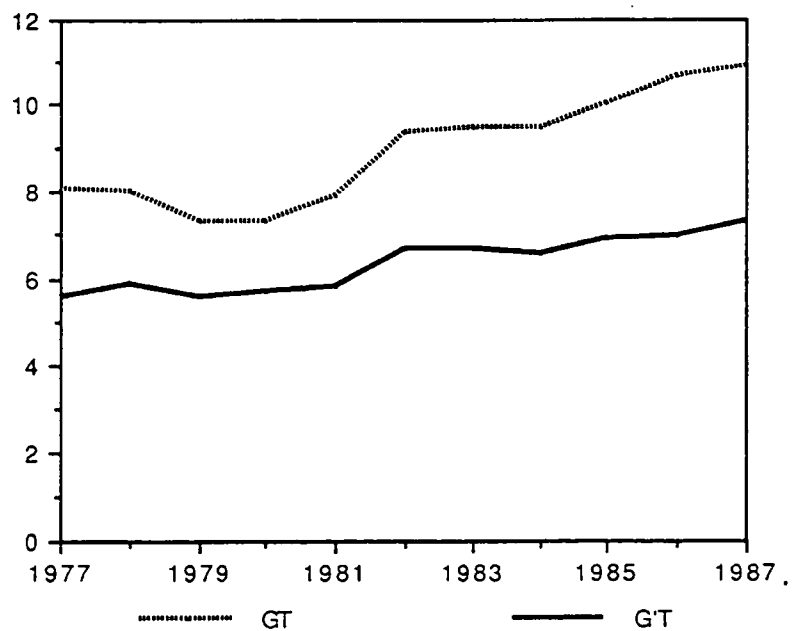


Figure 8 - Indices globaux brut et rectifié



pour l'ensemble du trafic anglo-continentale, alors que, proportionnellement, les semi-remorques non-accompagnées pèsent peu sur ce secteur. Celui-ci est le plus exposé à la concurrence directe du futur lien fixe et la structure de la demande, autant que son volume, pourrait être bouleversée à partir de la mi-1993 (J. Charlier, 1988e).

Les ports belges affichent des profils structurels très différents selon leur horizon marin. Dans le cas des lignes semi-courtes sur les ports anglais du Détroit (figure 5), la forte contribution relative des véhicules commerciaux va croissant, alors que les flux touristiques ne cessent pas de perdre de leur substance, en pourcentages comme d'ailleurs en valeur absolue. Une remarque analogue vaut pour les routes mi-longues et longues vers les ports anglais de la Mer du Nord (figure 6) mais, dans ce cas, ce sont les semi-remorques non-accompagnées qui dominent au niveau du trafic commercial. Leur importance s'est considérablement renforcée à partir de 1980, quand des lignes roulières pures ont commencé à se multiplier au départ de Zeebrugge sur d'autres destinations que Douvres (J. Charlier, 1983b ; J. Serderidis, 1987 et 1988). La structure de trafic sur ce quatrième faisceau tend donc à se rapprocher de celle observée sur les autres lignes mi-longues et longues de la Mer du Nord (figure 7), pour lesquelles s'observe une remarquable stabilité durant la période considérée ; il ne serait dès lors pas abusif de regrouper à l'avenir les quatrième et cinquième dyades.

2.2. Les indices généralisés

De façon à synthétiser ces différentes évolutions sectorielles, un *indice global* G_T a été calculé au départ des indices d'orientation évoqués au point précédent en sommant, pour chacune des onze années considérées, les écarts absolus entre ces derniers et la valeur-pivot de 1.000 :

$$G_T = \sum_{ij} | I_{ij} - 1.000 |$$

La figure 8 montre qu'après avoir légèrement diminué en début de période, de 8.074 en 1977 à 7.212-7.313 en 1979-1980, cet indicateur a fortement augmenté, jusqu'à 10.859 en 1987. Ceci traduit des écarts absolus de plus grande ampleur et, partant, un nombre croissant de cas de plus forte "spécialisation" et de sous-représentation plus affirmée ; eu égard aux plages de variation des indices, cette croissance de G_T durant les années quatre-vingts est principalement conditionnée par un renforcement des spécialisations. De façon à expliquer ce phénomène, l'indice global peut être décomposé en *indices partiels* tels que :

$$C_j = \sum_i | I_{ij} - 1.000 | \quad (\text{indices catégoriels, tableau 15})$$

$$R_i = \sum_j | I_{ij} - 1.000 | \quad (\text{indices relationnels, tableau 16})$$

$$G_T = \sum_j C_j = \sum_i R_i \quad (\text{reconstitution de l'indice global})$$

L'examen des figures 9 et 10 montre immédiatement que les variations de deux indices partiels conditionnent fortement l'évolution de l'indice global ; il s'agit d'une part de l'indice catégoriel C_4 relatif aux véhicules commerciaux non-accompagnés et, d'autre part, de l'indice relationnel R_4 correspondant au faisceau de routes unissant les ports belges à leurs vis-à-vis britanniques riverains de la Mer du Nord. Les autres indices, partiels sont caractérisés par des évolutions moins particulières, mais qui s'inscrivent néanmoins dans un contexte de hausse généralisée traduisant un renforcement réel des contrastes au sein du système étudié.

Tableau 15 - Indices catégoriels et globaux

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₁	1.163	1.031	1.110	0.985	1.320	1.506	1.637	1.499	1.682	1.665	1.917
C ₂	0.991	1.076	1.057	1.197	1.188	1.366	1.249	1.290	1.632	1.624	1.932
C ₃	1.172	1.452	1.312	1.344	1.493	1.869	1.931	1.836	1.807	1.944	2.072
C ₄	4.748	4.463	3.834	3.788	3.910	4.611	4.695	4.832	4.896	5.406	4.938
G_T	8.074	8.022	7.313	7.314	7.911	9.352	9.512	9.457	10.017	10.639	10.859

Tableau 16 - Indices relationnels et globaux

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
R ₁	0.589	0.615	0.410	0.339	0.247	0.526	0.641	0.777	0.980	0.866	0.857
R ₂	1.343	1.331	1.453	1.492	1.598	1.691	1.617	1.460	1.481	1.442	1.572
R ₃	1.213	1.367	1.362	1.426	1.568	1.772	1.731	1.610	1.713	1.732	2.053
R ₄	2.509	2.027	1.575	1.224	1.868	2.673	2.870	2.889	3.276	4.005	3.880
R ₅	2.420	2.682	2.513	2.833	2.629	2.690	2.653	2.721	2.567	2.594	2.497
G_T	8.074	8.022	7.313	7.314	7.911	9.352	9.512	9.457	10.017	10.639	10.859

Figure 9 - Indices catégoriels

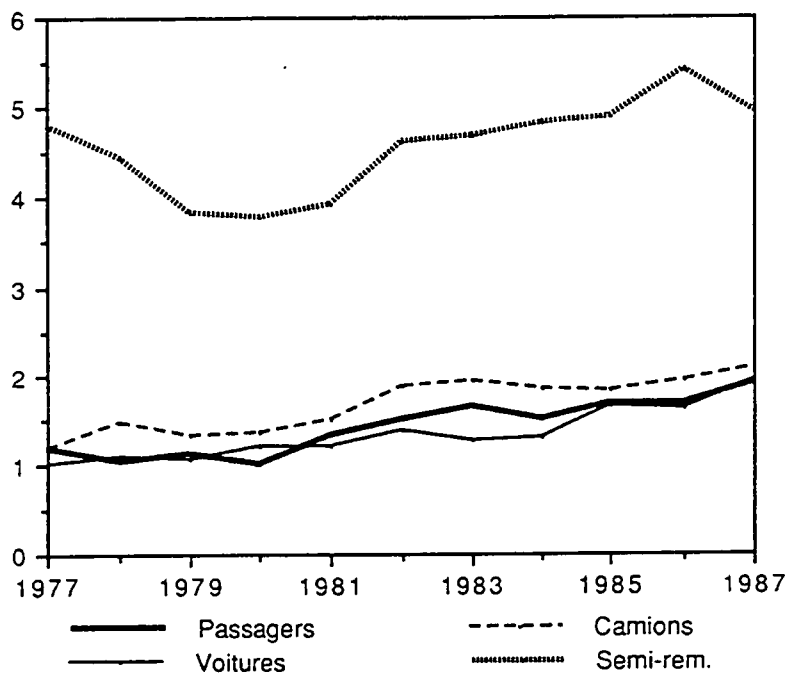


Figure 10 - Indices relationnels

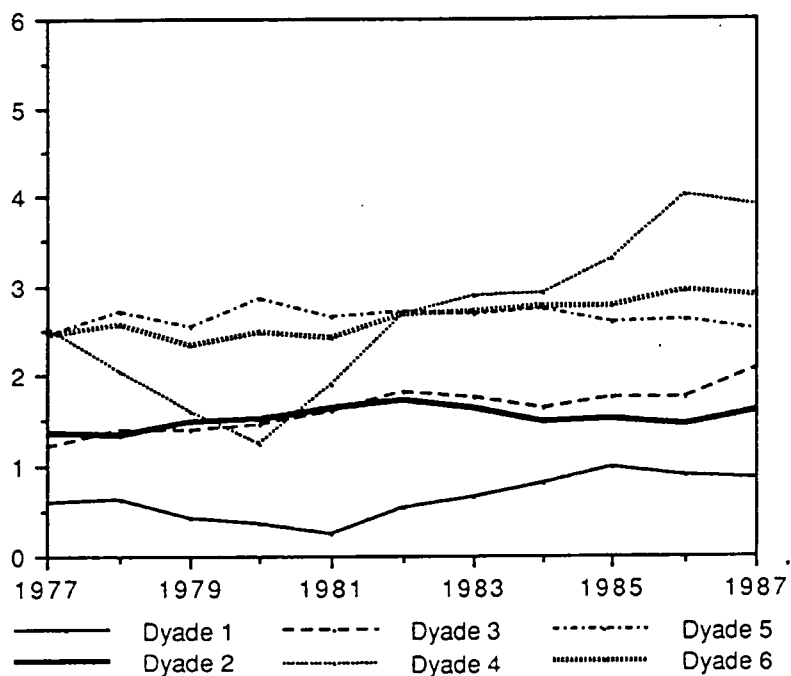


Tableau 17 - Indices relatifs à l'ensemble des routes de la Mer du Nord

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
I ₆₁	0.728	0.700	0.662	0.667	0.610	0.574	0.566	0.623	0.564	0.561	0.532
I ₆₂	0.700	0.670	0.689	0.688	0.727	0.673	0.701	0.722	0.670	0.657	0.603
I ₆₃	0.617	0.560	0.646	0.648	0.675	0.578	0.528	0.484	0.504	0.492	0.497
I ₆₄	<u>2.481</u>	<u>2.484</u>	<u>2.322</u>	<u>2.453</u>	<u>2.413</u>	<u>2.482</u>	<u>2.497</u>	<u>2.567</u>	<u>2.484</u>	<u>2.642</u>	<u>2.490</u>
R ₆₄	2.436	2.554	2.326	2.449	2.402	2.657	2.702	2.738	2.745	2.931	2.859

Tableau 18 - Indices catégoriels et globaux après regroupement des routes en Mer du Nord

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₁	0.657	0.661	0.786	0.750	0.950	1.018	1.123	1.018	1.126	1.018	1.256
C ₂	0.887	0.944	0.946	0.923	0.908	1.204	1.082	1.154	1.365	1.299	1.499
C ₃	0.874	1.050	1.001	1.066	1.154	1.370	1.399	1.276	1.239	1.332	1.492
C ₄	3.162	3.213	2.818	2.968	2.804	3.054	3.086	3.137	3.189	3.323	3.093
G _T	5.580	5.868	5.551	5.707	5.816	6.646	6.690	6.585	6.919	6.972	7.340

Figure 11 - Profil fonctionnel de la dyade 6

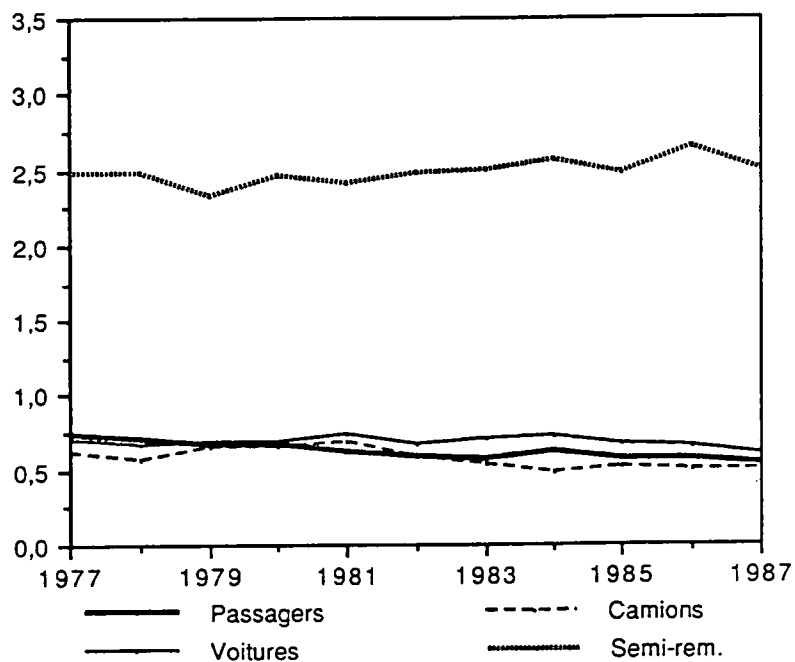
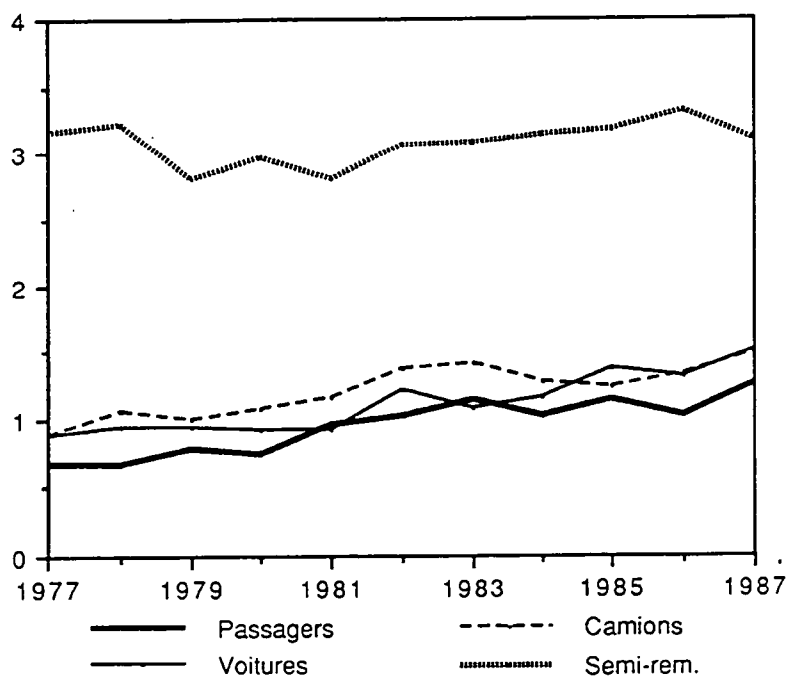


Figure 12 - Indices catégoriels rectifiés



Ainsi qu'il ressort de travaux antérieurs (J. Charlier, 1988b, 1988c et 1988d), les indices généralisés sont sensibles aux fortes variations relevées pour les indices d'orientation relatifs aux flux de faible ampleur en valeur absolue. En l'occurrence, la quatrième dyade pose problème et il s'avère judicieux de la regrouper avec la cinquième, de façon à former une entité reprenant la totalité des échanges en Mer du Nord, en posant simplement $D_{6i} = D_{4i} + D_{5i}$. Il n'y a d'ailleurs pas de différence majeure entre les routes au départ des ports belges et de leurs homologues septentrionaux et certains opérateurs, tels les North Sea Ferries, sont présents sur les deux théâtres à la fois avec des unités identiques.

Le tableau 17 présente les quatre indices d'orientation et l'indice relationnel calculés pour ce faisceau à la définition spatiale élargie. Il en ressort une remarquable stabilité structurelle (figure 11), après que les à-coups précédemment relevés pour la quatrième dyade aient été "absorbés" dans la masse de la cinquième. L'opposition entre les véhicules commerciaux non-accompagnés et les autres types de demande est bien plus clairement mise en évidence et ceci se répercute dans le calcul des indices catégoriels et globaux révisés C'_i et G'_T consignés au tableau 18. La figure 12 met en évidence une croissance sensible de trois des indices catégoriels rectifiés, de 0.657 en 1977 à 1.256 en 1987 pour les passagers, de 0.887 à 1.499 pour les voitures et de 0.874 à 1.492 pour les véhicules commerciaux accompagnés; par contre, l'indice relatif aux semi-remorques non-accompagnées s'est tout d'abord abaissé, de 3.162 en 1977 et 3.213 en 1978 à 2.804 en 1981, avant d'augmenter sensiblement à son tour jusqu'à 3.093 en 1987. En dépit de ce non-synchronisme initial des indices catégoriels C'_j , l'indice global G'_T a constamment augmenté, à deux exceptions près (1979 et 1984), de 5.580 en 1977 à 7.340 en 1987 (cfr. la figure 8 *supra* où son évolution est comparée à celle de l'indice G_T non rectifié).

CONCLUSION

Dans une perspective méthodologique, ce travail a mis en évidence l'apport et les limites du calcul d'indices généralisés. Là où deux ou plusieurs variables interviennent simultanément, il est souhaitable de décomposer l'indice global en deux ou plusieurs séries d'indices partiels, dont l'analyse permet de repérer les cas de forte sensibilité à des petites valeurs absolues. Des regroupements peuvent alors s'imposer de façon à constituer des entités affectées d'une moindre variabilité, après que l'analyse exploratoire ait permis de s'assurer de leur cohérence interne. Ainsi, les différentes routes de la Mer du Nord ont été réunies parce qu'elles sont principalement caractérisées par une forte spécialisation pour le trafic commercial non-accompagné. Il serait par contre erroné de regrouper les lignes françaises de la Manche et du Détroit sur base du critère inverse; en effet, les premières sont plutôt orientées vers les touristes motorisés et les secondes vers les passagers-piétons, ce qui s'explique avant tout par la longueur différente des traversées.

L'examen des indices catégoriels et globaux conduit à conclure à une augmentation généralisée des contrastes structurels au sein du système étudié. Le caractère relativement progressif de ce renforcement semble traduire une adaptation de l'offre des opérateurs à la nature de la demande sur les différents faisceaux de routes en fonction de leur longueur et de la configuration des arrière-pays. L'évolution la plus marquée s'observe sur la dyade unissant les ports belges à leurs vis-à-vis anglais du Détroit, sur laquelle la part du trafic commercial accompagné s'est sensiblement renforcé dans le même temps que celle des flux touristiques diminuait (J. Charlier, 1985). Cette évolution n'est pas passée inaperçue des responsable d'un des principaux exploitants concernés, la Régie belge des Transports

Maritimes, qui axe sa stratégie de redéploiement sur une paire de transbordeurs à forte capacité d'emport pour le fret accompagné.

Les chiffres relatifs à l'année 1988 ont été délibérément exclus de la présente analyse, dans la mesure où les grèves qui ont perturbé les services P & O European Ferries ont fortement affecté le trafic anglo-continentale. Elles ont suscité une contraction de la demande touristique et une réorientation passagère de certains flux commerciaux, de sorte que les indices élémentaires et généralisés auraient été notablement influencés par ce phénomène extérieur. Omettant cet exercice non significatif, il serait souhaitable de répéter les calculs dès que les données relatives à 1989 seront disponibles, de façon à apprécier l'effet de la montée en puissance récente des Brittany Ferries en Manche et des North Sea Ferries en Mer du Nord. A moyen terme, il sera bien évidemment du plus haut intérêt de mesurer les conséquences de la mise en service du lien fixe, qui constituera une dyade supplémentaire dans les matrices de demande. Il s'agira alors d'étudier les effets de cette offre nouvelle, non seulement sur la dyade maritime correspondante, mais aussi sur les faisceaux voisins pour repérer, dans leur complexité, les glissements de trafic que cette nouvelle forme de concurrence ne manquera pas de susciter.

BIBLIOGRAPHIE

- Alexandersson G. & Norstrom G. (1963) - *World shipping : an economic geography of ports and seaborne trade*. Wiley, London.
- Bird J. (1969) - Traffic flows to and from British ports, *Geography*, Vol. 54, pp. 284-302.
- Britton J. (1965) - The external relations of seaports : some new considerations, *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol. 56, pp. 109-112.
- Charlier J. (1979) - Pour une approche quantitative des arrière-pays portuaires. In *Villes et ports*, A. Vigarié (éd.), Colloque international n° 587, C.N.R.S., Paris, pp. 393-420.
- Charlier J. (1983a) - Ports et régions françaises. Une analyse macro-géographique, *Acta Geographica Lovaniensia*, n° 24, pp. 1-179.
- Charlier J. (1983b) - Les relations maritimes entre le Royaume-Uni et le Delta d'Or. In *Marine Marchande 1983*, Moreux, Paris, pp. 69-91.
- Charlier J. (1985) - L'évolution récente des relations maritimes entre Ostende et le Royaume-Uni, *Revue Belge de Géographie*, Vol 109, pp. 3-32.
- Charlier J. (1986) - Le Havre, port suprarégional. In *Ports et mers*, J. Charlier (éd.), Paradigme, Caen, pp. 69-96.
- Charlier J. (1988a) - Les horizons pétroliers du canal de Suez, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 17-18, pp. 123-142.
- Charlier J. (1988b) - Structural change in the Belgian port system, *Maritime Policy and Management*, Vol. 15, pp. 315-326.
- Charlier J. (1988c) - La conteneurisation du trafic des marchandises diverses et le nouveau jeu de la concurrence portuaire dans l'Est du Canada, *Norois*, Vol. 35, pp. 35-55.

- Charlier J. (1988d) - La structure des trafics des ports du Benelux, *Bulletin de la Société Belge d'Etudes Géographiques*, Vol. 57, 1988, pp. 173-202.
- Charlier J. (1988e) - Douvres, porte continentale du Royaume-Uni, *Transports*, n° 327, pp. 168-182.
- Charlier J. (1989a) - Structural change in Anglo-Continental ro-ro traffic, 1976-1986, *Maritime Policy and Management*, Vol. 16, pp.
- Charlier J. (1989b) - *Les mutations structurelles récentes du trafic roulier anglo-continental*. Communication à la réunion du GRECO C.N.R.S. TRANSPACE tenue à Caen le 24 avril 1989, GEOSYSCOM, Université de Caen, 21 p.
- Charlier J. & Thomas J.-P. (1983) - Rhône-Alpes et la mer, *Revue de Géographie de Lyon*, Vol. 58, pp. 87-124.
- Marascuilo L. & McSweeney H. (1977) - *Nonparametric and distribution-free methods for the social sciences*. Brook / Cole Publ., Monterey.
- Marcadon J. (1988) - *L'avant-pays des ports français*. Masson, Paris.
- Marti B. (1986) - Marketing strategies : a container foreland study of the port of Miami, *Geoforum*, Vol. 17, pp. 375-382.
- Serderidis J. (1987) - Le transroulage Belgique-Royaume-Uni, *Bulletin de la Société Belge d'Etudes Géographiques*, Vol. 56, pp. 317-336.
- Serderidis J. (1988) - Le transroulage face à l'Eurotunnel : perspectives d'avenir pour les ports belges, *Hommes et Terres du Nord*, n° 1-2, pp. 54-66.
- Vallega A. (1977) - La proiezone marittima dei porti : il caso di Genova, *Bolletino della Societa Geographica Italiana*, Ser. X, Vol. 6, pp. 401-430.
- Verlaque C. (1979) - Les aires de desserte du port de Sète. In *Villes et ports*, A. Vigarié (éd.), Colloque international n° 587, C.N.R.S., Paris, pp. 379-392.
- Von Schrirach-Szmigiel C. (1973) - Trading areas of the United Kingdom ports, *Geografiska Annaler*, Ser. B, Vol. 55, pp. 71-82.