

G. MOURAD

## **Flux de pétrole et flux de marchandises entre l'O.P.E.P. et l'O.C.D.E. de 1970 à 1979**

*Les cahiers de l'analyse des données*, tome 8, n° 1 (1983), p. 27-72

[http://www.numdam.org/item?id=CAD\\_1983\\_\\_8\\_1\\_27\\_0](http://www.numdam.org/item?id=CAD_1983__8_1_27_0)

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1983, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

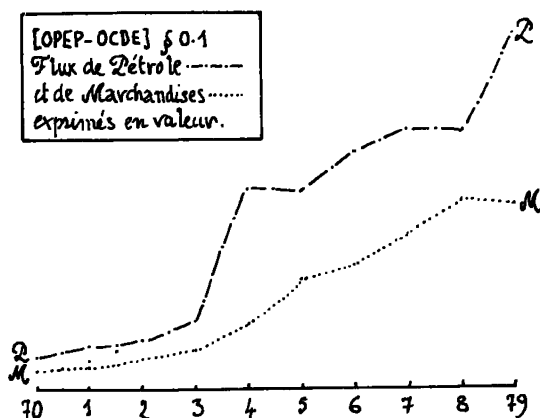
## FLUX DE PÉTROLE ET FLUX DE MARCHANDISES ENTRE L'O.P.E.P. ET L'O.C.D.E. DE 1970 A 1979

[O.P.E.P.-O.C.D.E.]

par G. Mourad <sup>(1)</sup>

### 0 Objet et plan de la présente étude

0.1 Les chocs pétroliers : Au cours de la décennie 1970-1979, le cours du pétrole a connu deux brusques hausses de grande amplitude. Les faits ne sont ignorés de personne, mais quelques chiffres extraits des données analysées dans la suite en fixent l'échelle. Exprimés par leur valeur en dollar, les flux pétroliers des pays de l'OPEP (Organisation des Pays Exporteurs de Pétrole) vers ceux de l'OCDE (Organisation par la Coopération et le Développement Economique) ont doublé de 1970 à 1973 ; triplé de 1973 à 1974 ; augmenté de 25% de 1974 à 1978 ; puis de 40% de 1978 à 1979 ; au contraire exprimés en volume les flux en pleine croissance jusqu'à 1973, stagnent depuis cette date. Aux flux de pétrole, répondent des flux de marchandises diverses (exportées par l'OCDE vers l'OPEP) : ces flux ont crû en valeur, plus régulièrement que les flux de pétrole, sans jamais parvenir à égaler ceux-ci : pourtant en volume de marchandises la croissance du flux, (certes difficile à mesurer avec précision du fait des variations inégales des cours des diverses marchandises) a été considérable. On suivra sur un graphique les variations respectives de ce flux en valeurs.



(1) Docteur 3° cycle : le présent article est extrait de la thèse de l'auteur (Paris 1982).

Des variations aussi considérables au niveau de ce que nous appellerons les enveloppes des échanges économiques, ont été généralement ressenties comme une crise très grave. Cependant certains économistes ont également qualifié de performance, l'activité exportatrice par laquelle les pays développés de l'OCDE se sont appliqués à régler, partiellement au moins leur facture pétrolière, tout en maîtrisant leurs dépenses d'énergie et s'orientant vers d'autres sources que le pétrole.

L'analyse factorielle des correspondances, quant à elle, a pour objet principal de montrer l'amplitude et la structure des variations de profil, en faisant abstraction des variations de masse ; c'est-à-dire de l'enveloppe. Sans prétendre exposer en un paragraphe les principes d'une méthode et les résultats qu'elle a fournis ici, nous rappellerons que par "profils" on entend, par exemple, la répartition en pourcentage des exportations de marchandises vers l'OPEP au cours d'une année  $t$  entre les différents pays de l'OCDE ; ou encore le partage (en %) des ventes de pétrole d'un pays de l'OPEP (e.g. la Libye) au cours de l'année  $t$ , entre pays de l'OCDE ; ou la part (en %) des diverses classes de marchandises dans les exportations d'un pays de l'OCDE (e.g. le Japon) au cours de l'année  $t$  etc. . Le résultat principal obtenu tant par l'analyse factorielle que par la classification automatique est que dans l'ensemble les divers profils ont au cours du temps une grande stabilité, en contraste total avec les accidents violents qui marquent les enveloppes. Un modèle détaillé des flux par marchandise, pays source et pays cible, apparaît donc possible (cf § 7). Ce modèle comprend d'une part des enveloppes c'est-à-dire d'abord les deux courbes que nous avons figurées ; et aussi cela va sans dire, la courbe du prix du pétrole à la tonne ; et celle de la dévaluation de la monnaie de base, exprimée d'une manière ou d'une autre : par exemple suivant un indice des prix des marchandises ; et d'autre part des profils indépendants du temps. Or tandis que les enveloppes montrent des variations temporelles de grande amplitude, dépendant de grands faits politiques essentiellement imprévisibles (du moins pour un statisticien !) les profils (autrement dit les divers systèmes de coefficients de partage) dérivent lentement et assez régulièrement. Sous l'enveloppe macro-économique, les faits de détails que recense la statistique, se logeraient, en quelque sorte, en se partageant l'espace suivant leur élasticité propre.

0.2 Les données analysées : On considère deux tableaux :

Le tableau ternaire  $I \times J \times T$  des flux de pétrole ;

Le tableau quaternaire  $I \times J \times M \times T$  des flux de marchandises ;

(Ces deux tableaux pouvant être regardés comme formant un unique tableau quaternaire, si à l'ensemble  $M$  des classes de marchandises on a adjoint le pétrole). De façon précise on note :

$I$  = ensemble de 11 pays de l'OPEP (c'est-à-dire, cf. *infra*, tous les pays membres au cours de la période étudiée ; à l'exception d'Abu Dabhi et du Qatar).

$J$  = ensemble des 19 pays de l'OCDE (le Portugal, l'Islande, l'Australie et la Nouvelle Zélande étant omis).

$M$  = ensemble de 16 classes de marchandises (telles que "produits alimentaires" ou "machines et appareils électriques") définies suivant la nomenclature de l'OCDE.

$T$  = ensemble des dix années 1970-1979.

Pour les éléments de ces quatre ensembles, on a choisi des sigles de deux ou trois lettres capitales, constituant des abréviations aussi évocatrices que possible ; et susceptibles d'être complétées en minuscules sur les graphiques pour faire apparaître une légende complète : e.g. AL = ALgérie ; NOU = NOUrriture etc.. Nous donnerons ici les sigles des deux groupes de pays ; et expliquerons les diverses notations adoptées pour les années. Quant aux classes de marchandises, dont la définition est complexe et dont le choix doit être discuté, elles n'apparaissent qu'à partir du § 4 (si l'on fait exception du graphique, lisible par lui-même, qui illustre le § 1.2.3) : la nomenclature en est donc expliquée au § 4.0. On a donc :

Pays de l'OPEP :

AL : ALgérie ; ID : InDonésie ; KO : Koweit ; SA : SAoudite.  
 EQ : EQUateur ; IQ : IraQ ; LI : LIbye ; VE : VENézuéla.  
 GA : GAbon ; IR : IRan ; NI : NIGéria.

Pays de l'OCDE :

AU : AUtriche ; ES : ESpagne ; IT : ITalie ; SS : Suisse  
 BE : BELgique ; FI : FINlande ; JP : JaPon ; TO : TurQUIE  
 CA : CANada ; FR : FRance ; NO : NORvège ; UK : United Kingdom  
 DA : DANemark ; GR : GRèce ; PB : Pays-Bas ; US : United States  
 DL : DeutschLand ; IL : IrLande ; SD : SuÈde.

Soulignons que dans les statistiques de la BELgique est compris le Luxembourg ; et DeutschLand désigne la République Fédérale Allemande (membre de l'OCDE ; à la différence de la R.D.A.).

Quant aux années, dans la mesure de l'espace disponible, il est naturel de les désigner par les nombres de deux chiffres de 70 à 79. Toutefois comme les statistiques cumulées par année concernent suivant les cas le pétrole ou les marchandises, les achats ou les ventes, voire des excédents ou des déficits on utilisera des sigles tels que :

$P_{70}$  ;  $M_{76}$  ;  $T_{73}$  ;  $V_{75}$  ; +71 ; -78 ;

et l'ensemble T lui-même sera désigné avec une seconde lettre, (voire un signe) : TP, TM, TA, TV, +T, -T... D'autre part quand on considérera le profil d'un pays ou d'un produit au cours d'une année déterminée (par exemple le profil des ventes de pétrole d'un pays de l'OPEP sur l'ensemble J des pays de l'OCDE ; ou encore le profil des ventes d'un pays de l'OCDE sur l'ensemble M des classes de marchandises ; etc.) le sigle du pays ou du produit sera précédé du chiffre de l'année : par exemple

7AL : désigne le profil de l'ALgérie en 1977

5NOU : un profil des ventes de NOUrriture (exactement : produits alimentaires et animaux vivants destinés principalement à l'alimentation humaine ... ; cf. § 4.0) en 1975.

Ceci étant dit des 4 ensembles I, J, M, T, la définition des deux tableaux principaux est claire. On a :

$kP(i,j,t)$  = valeur des ventes de pétrole du pays i (de l'OPEP), au pays j (de l'OCDE) en l'année t.

$kM(i,j,m,t)$  = valeurs des achats du pays i (de l'OPEP) au pays j (de l'OCDE), rentrant dans la classe de marchandises m ; et effectués en l'année t.

Eventuellement, si on note  $M_p$  l'ensemble  $M$  des classes de marchandises complété d'un élément "pétrole", on parlera d'un unique tableau quaternaire  $I \times J \times M_p \times T$ ; avec

$k(i, j, m', t)$  = valeur du flux entre  $i$  et  $j$  pour le produit  $m'$ , au cours de l'année  $t$ ; ce flux allant de  $j$  vers  $i$  si  $m'$  est l'une des classes de marchandises ( $m' \in M$ ); et de  $i$  vers  $j$  s'il s'agit du pétrole.

0.3 Les analyses effectuées : A la différence des tableaux binaires, les tableaux ternaires ou quaternaires ne se prêtent pas tels quels à une décomposition algébrique canonique. Nous analyserons donc des tableaux binaires construits à partir des tableaux de base : d'une part leurs divers tableaux de marges binaires (ou éventuellement des juxtapositions de tels tableaux : cf. § 1.3); d'autre part des tableaux ternaires considérés comme tableaux binaires.

Par exemple, la marge binaire  $I \times J$  du tableau quaternaire  $kM(I, J, T, M)$  est le tableau rectangulaire des  $kM(i, j)$  avec :

$kM(i, j)$  = valeur des achats du pays  $i$  (de l'OPEP) au pays  $j$  (de l'OCDE), en cumulant toutes les classes de marchandises (recensées dans  $M$ ) et toutes les années (de la période  $T = 1970-79$ ).

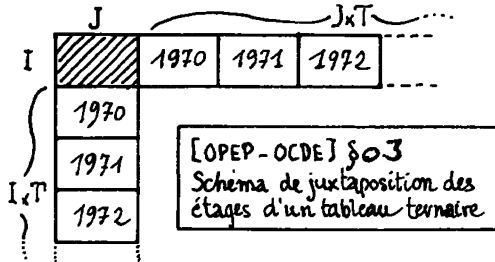
De même la marge ternaire  $I \times J \times T$  du tableau quaternaire  $kM$ , est le tableau parallélépipédique des  $kM(i, j, t)$  avec

$kM(i, j, t)$  = valeur des achats du pays  $i$  au pays  $j$  en l'année  $t$ , en cumulant toutes les classes de marchandises.

Un tableau ternaire  $I \times J \times T$  peut être de trois manières considéré comme un tableau binaire :  $(IJ)T$ ;  $(IT)J$  ou  $I(JT)$ . On s'intéressera particulièrement à  $(IT)J$  et à  $I(JT)$ . Ainsi le tableau  $kM(IT, J)$  croise les deux ensembles  $(I \times T)$  des couples  $it$  (un pays  $i$  de l'OPEP, considéré en l'année  $t$ ) et  $J$  (pays de l'OCDE) avec :

$$kM(it, j) = kM(i, j, t).$$

Comme il est bien connu, le tableau  $kM(IT, J)$  peut être regardé comme la juxtaposition, suivant leur largeur  $J$ , des différents étages de  $I \times J \times T$  afférents chacun à une année  $t$ ; tandis que le tableau  $kM(I, JT)$  est une juxtaposition de ces mêmes étages suivant la hauteur  $I$ . Ces tableaux peuvent être analysés eux-mêmes comme tableaux principaux ou adjoints à  $I \times J$  auxquels ils fournissent respectivement des lignes et des colonnes supplémentaires. Ainsi



sur des axes ajustés à l'ensemble des profils moyens (relatif à la période  $T$  cumulée) de chacun des pays  $i$  sur  $J$ , on projette la suite des profils annuels  $it$ ; et de même pour l'ensemble des profils moyens  $j$  et des profils annuels  $jt$  (profils d'un pays  $j$  de

l'OCDE, sur l'ensemble I des pays de l'OPEP).

De plus, tout tableau rectangulaire de correspondance offre matière à une classification ascendante hiérarchique (C.A.H.) soit sur l'ensemble des lignes soit sur celui des colonnes. Ainsi par

$$C. A. H. [I \times T] \times J_M,$$

nous entendons classification sur l'ensemble IT (mis entre crochets) chaque couple pays\*année it étant caractérisé par son profil sur J, d'après le tableau de correspondance  $kM(IT, J)$  (présenté ci-dessus); l'indice M de l'ensemble J, rappelant justement que le tableau considéré est un tableau de flux de marchandises.

Dans la présente étude, les C.A.H. jouent un rôle essentiel : car même si les graphiques plans issus de l'analyse factorielle ont souvent une grande valeur suggestive, ils ne permettent ordinairement pas de démêler 10 ou 20 courbes d'évolution temporelle de pays ou de produits dont beaucoup se développent suivant plusieurs dimensions.

0.4 Ordre de l'exposé : Sans tenter une énumération systématique, on voit que les données considérées ici se prêtent à de très nombreuses analyses : on en a effectué plusieurs dizaines. Nous nous bornerons à présenter ci-dessous un jeu de résultats - graphiques d'analyse factorielle ou arbres de C.A.H. - qui nous paraissent montrer tout ce qu'on a observé quant à la structure des échanges et à leur stabilité temporelle : certaines variantes d'analyses sont aussi conservées, pour éclairer le progrès de notre recherche et en communiquer la méthode. Un économiste qui aurait assimilé la statistique multidimensionnelle commenterait sans doute bien des faits qui nous ont échappé, ou que nous n'avons pas interprétés. D'autre part du point de vue mathématique (cf. e.g. A. Bener [INTER. CORR. MULT.] in C.A.D. Vol VII n° 1 et V. Cholakian [INF. TERN.] in C.A.D. Vol VIII n° 1) la décomposition des interactions entre des ensembles liés par une correspondance multiple va au-delà de l'analyse binaire (cf. § 7) : sans nous engager dans de telles recherches peut-être prometteuses même pour la pratique, nous comparerons souvent les inerties des différents nuages analysés ici : par exemple l'inertie  $N(I)$ , (nuage de l'ensemble des profils des  $i$  sur  $J$ ) et celle de  $N(IT)$  (nuage de l'ensemble des couples  $it$ , profils annuels des  $i$  sur  $J$ ).

L'exposé qui suit est divisé en six § et une conclusion (§ 7).

Au § 1, on analyse exclusivement les tableaux de marge rectangulaires comportant le temps : marges  $I \times T$ ,  $J \times T$  des tableaux  $kP$  et  $kM$ ; marge  $M \times T$  du tableau  $kM$ . Si on prend  $T$  comme ensemble des colonnes, chaque ligne n'est rien d'autre qu'une courbe de croissance : par exemple la ligne NOU du tableau  $kM(M, T)$  est la courbe de variation temporelle des ventes de NOUrriture de l'OCDE à l'OPEP (ventes cumulées sur tous les pays des deux groupes I et J).

Outre les tableaux simples, on analyse aussi ces mêmes tableaux juxtaposés, (voire des tableaux de différences) : ces analyses montrent sous divers aspects le solde des échanges de chacun des pays de l'OPEP ou de l'OCDE (cf. § 1.3).

Les §§ 2 et 3 se fondent sur les deux tableaux ternaires  $kP(I, J, T)$  et  $kM(I, J, T)$ ; (ainsi qu'on l'a annoncé au § 0.2 les classes de marchandises ne sont distinguées qu'à partir du § 4).

Au § 2 on étudie l'évolution temporelle de l'ensemble I des pays de l'OPEP, caractérisés par les profils de leurs achats et de leurs ventes aux pays de l'OCDE : les profils d'achats et de ventes

étant étudiés soit séparément, soit simultanément.

Au § 3 on étudie de même l'évolution temporelle des pays de l'OCDE. A la base des deux études est la correspondance stable entre I et J, exprimée par les tableaux de marge binaire  $kM(I, J)$  et  $kP(I, J)$  : mais selon les cas l'attention se concentre sur la variation temporelle de l'un ou l'autre ensemble : e.g. au § 2 on effectue une C.A.H.  $[I \times T] \times J_M$  ; au § 3 c'est  $[J \times T] \times I_M$ .

Le § 4 est intitulé "Marchandises et marché" : il s'agit des tableaux de marge ternaire  $kM(I, M, T)$  et  $kM(J, M, T)$  ; en juxtaposant les étages de ces tableaux on a un tableau binaire  $(MT)(I \cup J)$  : une ligne  $mt$  de ce tableau définit pour nous un marché, en ce sens qu'elle donne pour la marchandise  $m$  en l'année  $t$  la part des différentes importations (profils sur I) et exportations (profil sur J). Une classification  $[MT](I \cup J)$  montrera la stabilité temporelle des caractères du marché de chaque classe de marchandises.

Les §§ 5 et 6 traitent simultanément les données des §§ 2, 3 et 4 : l'objet principal étant d'éprouver la stabilité des comportements de I (§ 5) ou de J (§ 6), à la fois comme acheteur et vendeur, en distinguant même les produits.

#### Courbes de croissance et solde des échanges

Dans ce § on analyse successivement les flux de pétrole (§ 1.1); les flux de marchandises (§ 1.2) et le rapport entre ces flux de sens opposés (§ 1.3). Mais avant de commenter les graphiques issus de ces analyses, on présente les inerties totales et les valeurs propres afférentes aux 9 tableaux de marge binaires des deux tableaux  $kP$  et  $kM$  qui sont la matière de toute l'étude (§ 1.0).

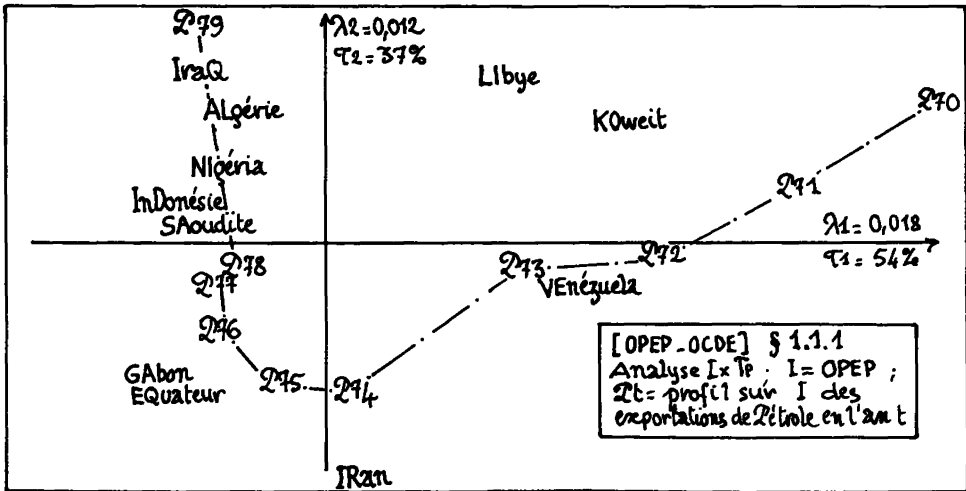
1.0 Inerties et valeurs propres des tableaux de marge binaires : Ce tableau ternaire  $kP(I, J, T)$  (des flux de pétrole) a 3 tableaux de marge binaires :  $I \times T$  ;  $J \times T$  ;  $I \times J$  ; le tableau quaternaire  $kM(I, J, M, T)$  des flux de marchandises en a 6 :  $I \times T$ ,  $J \times T$ ,  $I \times J$ ,  $M \times T$ ,  $I \times M$ ,  $J \times M$ . Afin de distinguer les tableaux de marge croisant les mêmes ensembles mais relatifs à différents tableaux multiples on adjoindra au besoin à la lettre I, J ou T, une deuxième lettre P ou M : e.g.  $IM \times JM$  est le tableau de marge binaire  $I \times J$  associé au tableau quaternaire  $kM$  ;  $J \times TP$  est le tableau binaire  $J \times T$  associé au tableau ternaire  $kP$ , etc. . Ceci dit, voici les inerties afférentes à ces neuf tableaux, avec trois valeurs propres, les taux ; et la référence au § où le tableau est analysé.

§	Tableau	Trace	$\lambda_1$ ; $\tau_1$	$\lambda_2$ ; $\tau_2$	$\lambda_3$ ; $\tau_3$
§ 1.1.1	$I \times TP$	0,0329	0,018 ; 54%	0,012 ; 37%	0,0018 ; 3%
§ 1.1.2	$J \times TP$	0,0386	0,033 ; 86%	0,002 ; 5%	0,0012 ; 3%
§ 2.2.1	$IP \times JP$	0,6346	0,255 ; 40%	0,174 ; 27,5%	0,053 ; 12,4%
§ 1.2.1	$I \times TM$	0,0584	0,037 ; 64%	0,013 ; 22%	0,006 ; 10,5%
§ 1.2.2	$J \times TM$	0,0089	0,0037 ; 42%	0,0024 ; 27%	0,0013 ; 14%
§ 2.1	$IM \times JM$	0,3725	0,156 ; 42%	0,084 ; 22,5%	0,058 ; 15,7%
§ 1.2.3	$M \times T$	0,0204	0,0094 ; 46%	0,0063 ; 31%	0,0017 ; 8%
§ 6.2	$I \times M$	0,0832	0,03 ; 35,5%	0,022 ; 26,7%	0,01 ; 12,4%
§ 5.3	$J \times M$	0,3342	0,113 ; 33,7%	0,055 ; 16,5%	0,052 ; 15,5%

Les traces les plus faibles sont celles des marges binaires dont l'un des ensembles est le temps : la plus faible trace (0,0089) est celle de la marge  $J \times TM$ , la moins faible celle de  $I \times TM$  (0,0584). Les traces des autres marges binaires sont d'un ordre de grandeur au-dessus (de 0,33 à 0,66) à l'exception, toutefois, de la marge  $I \times M$  (OPEP x Classes de marchandises) dont la faible valeur (0,0832) témoigne d'une grande similitude entre les profils sur  $M$  des importations des pays de l'OPEP.

1.1 Croissance des flux de pétrole : on considère successivement ces flux sur l'ensemble  $I$  des exportateurs et l'ensemble  $J$  des importateurs.

1.1.1 Courbes d'exportations des pays de l'OPEP : Dans l'ensemble les faibles valeurs propres attestent la similitude qu'ont entre elles les courbes de revenu (ou de production) de tous les pays de l'OPEP. Dans le plan  $1 \times 2$  (qui rend compte de 91% de l'inertie) le chapelet des années, de  $P$  70 à  $P$  79 dessine une courbe régulière : on note qu'aux deux chocs pétroliers (73-74) et (78-79), il correspond des arcs particulièrement longs de cette courbe. Les pays sont disposés selon l'allure de leur croissance : le centre de gravité (inoccupé) correspondrait à une courbe moyenne ; les points situés à gauche (avec  $P$  79) ont une croissance particulièrement forte en fin de période ; les points se projetant dans le demi-plan  $F1 > 0$  (avec  $P$  70-71-72-73) se signalent par une importance relative plus grande en début de période que sur l'ensemble de la décennie 70-79.



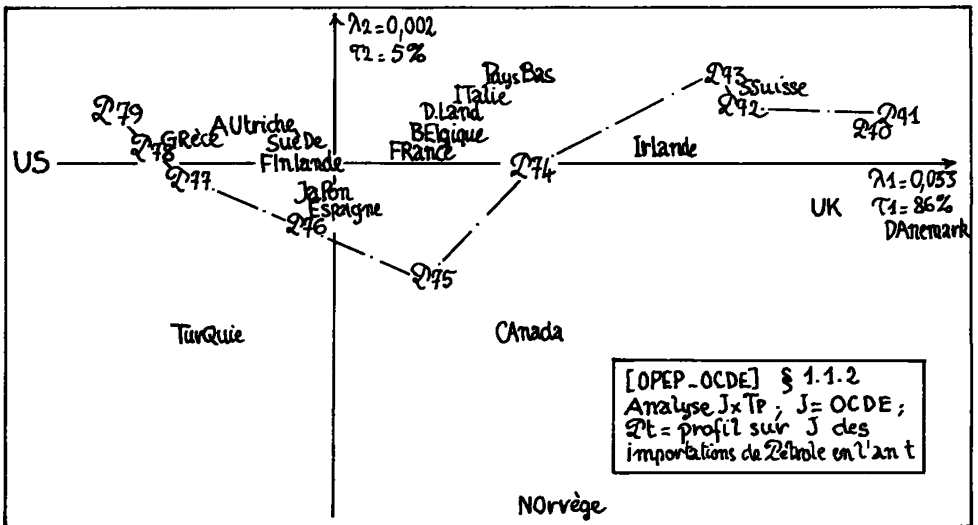
Le cas de l'Iran est particulier : ce pays a atteint sa production maxima en milieu de période, et malgré l'augmentation des cours il n'a en 1979 qu'un revenu pétrolier inférieur à celui de 1974. C'est pourquoi le point IRAN est au bas de l'axe 2 au voisinage de  $P$  74. En fait c'est cette particularité de l'Iran qui crée l'axe 2 (CTR2(IR) = 67%).



1.1.2 Courbes d'importation des pays de l'OCDE : Le 2-ème choc est apparu dans les exportations de l'OPEP principalement par l'effacement de l'Iran, et les progrès des pays (Irak, Algérie...) qui s'opposent à lui sur l'axe 2. Quant au 3-ème axe, nous nous bornerons à signaler que l'Ibye associé à  $P_{78}$  (et  $P_{77}$ ) s'y oppose à Nigéria associé à  $P_{74}$  (et  $P_{75}$ ).

Dans le plan  $1 \times 2$ , on retrouve le chapelet régulièrement ordonné des années ; (avec dans ce plan 91% de l'inertie); les points  $P_{73}$  et  $P_{74}$  sont fort éloignés ; en revanche les points  $P_{78}$  et  $P_{79}$  sont très proches. On conclura que, le premier choc pétrolier ayant incité les pays de l'OCDE à économiser le pétrole, ceux-ci y ont réussi inégalement au cours de la période 73-77 ; mais de 77 à 79 les comportements sont très homogènes, malgré le deuxième choc.

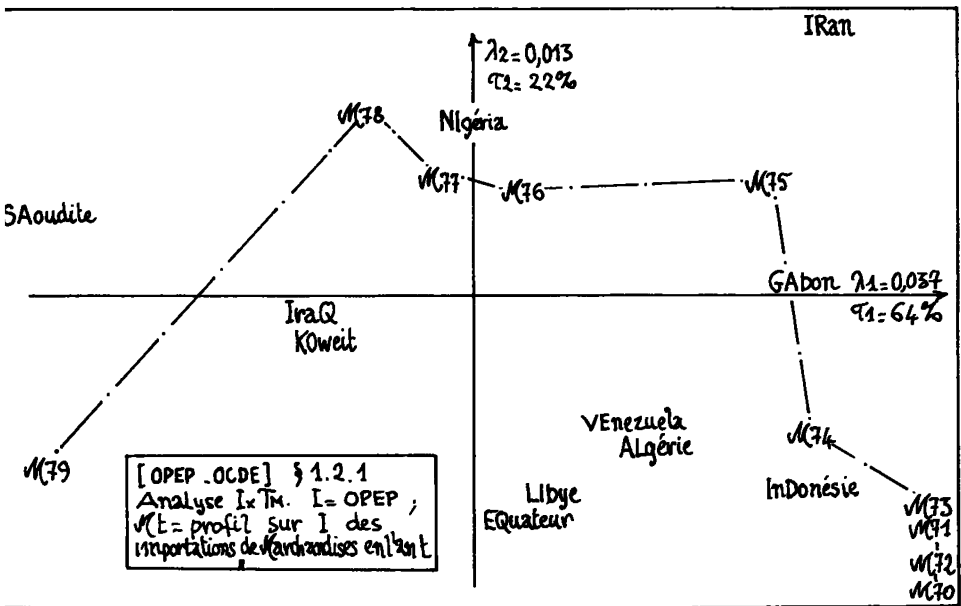
Ainsi, à la différence du § 1.1.1 (analyse  $I \times TP$ ) on ne trouve pas ici de 2-ème axe important ( $\lambda_2 = 5\%$ ). Quant à l'ensemble des pays on voit s'opposer sur l'axe 1, UK grand importateur en début de période et grand producteur à la fin (donc associé à  $P_{70}, P_{71}...$ ) et US dont les importations inférieures à celles de la France en 1970, leur sont près de 3 fois supérieures en 1979. D'ailleurs US et UK apportent 80% de l'inertie du nuage sur l'axe 1 ; (et 70% de l'inertie globale). Sans le cas très particulier de ces deux pays l'homogénéité au sein de l'OCDE du faisceau des courbes de croissance des dépenses pétrolières, serait quasi parfaite !



1.2 Croissance des flux de marchandises : On considère successivement ces flux sur l'ensemble I des pays de l'OPEP (importateurs) sur l'ensemble J des pays de l'OCDE (exportateurs) et sur l'ensemble M des classes de marchandises retenues dans notre nomenclature. Répétons (cf. § 0.4) que dans chacun des trois tableaux considérés ici l'ensemble des colonnes est l'ensemble T des 10 années 70-79 ; et chaque ligne donne pour un pays ou une marchandise, sa courbe de croissance.

1.2.1 Courbes d'importation des pays de l'OPEP : Dans le plan  $1 \times 2$  (qui cumule 86% de l'inertie) on trouve encore le chapelet des années : mais ici les différences maxima sont entre M 73 et M 76 (1-er choc) puis entre M 78 et M 79 (2-ème choc). Comme pour les exportations, l'Iran se signale par un fort maximum en fin de période : pointée vers l'IRAN de 1973 à 1975, le chapelet des années s'oriente ensuite vers l'Arabie SAoudite (laquelle par d'amples programmes est parvenue à dépenser un pourcentage sans cesse accru de ses immenses revenus pétroliers) puis oblique vers le quadrant  $F1 < 0, F2 < 0$ , pour s'opposer radicalement à l'IRAN. De ces importants mouvements économiques il résulte une dispersion des courbes qui se mesure par une trace qui (sans être forte) est supérieure à celle des autres marges binaires où intervient le temps.

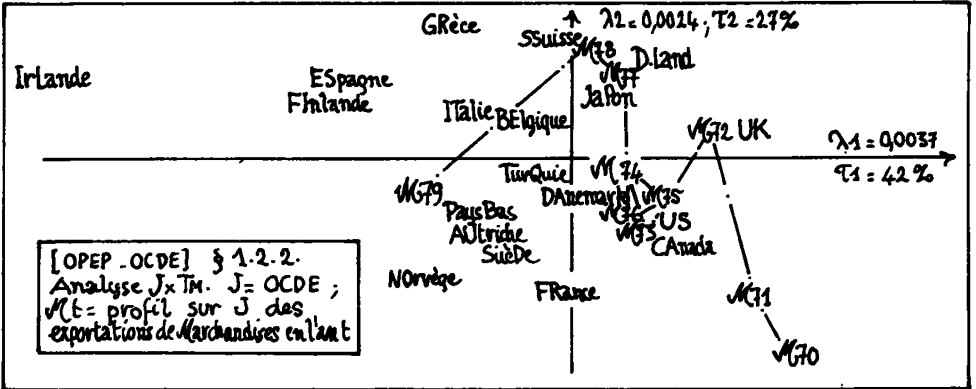
(Quant à l'axe 3 il est créé par l'Iraq associé à M 75).



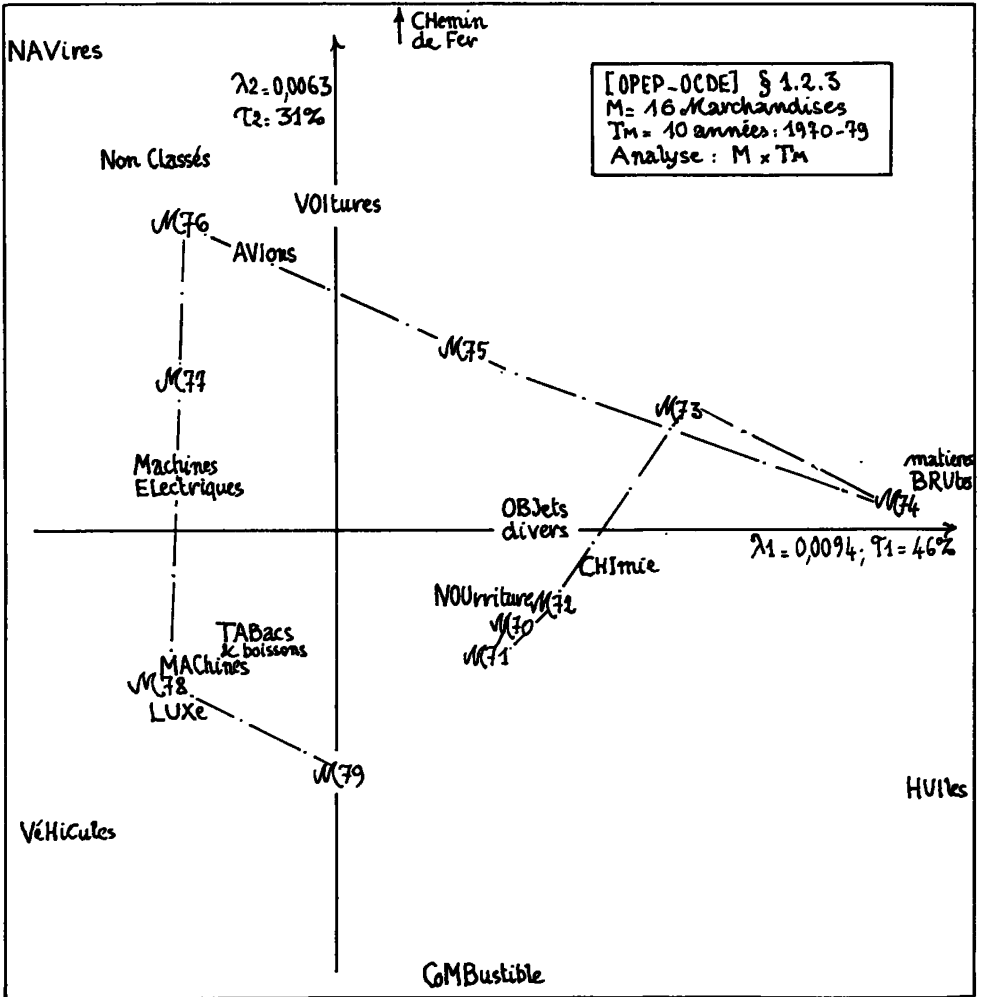
1.2.2 Courbes d'exportation des pays de l'OCDE : On peut encore joindre par une ligne les points afférents aux années successives : mais de 1973 à 1976 le point est quasi stationnaire, et la ligne se noue . Une inertie totale très faible, la plus faible de toutes celles rencontrées dans la présente étude, témoigne de l'extrême stabilité des parts afférentes aux différents pays de l'OCDE dans les flux de marchandises qui répondent aux flux de pétrole. En terme d'inertie la dispersion des courbes d'exportation des pays de l'OCDE est 7 fois plus faible que celle des courbes d'importation des pays de l'OPEP (la courbe moyenne étant évidemment la même dans les deux cas puisqu'il s'agit d'un même flux de marchandises, ventilé suivant I, ou suivant J). Quant au nuage du pays on note :

- le recul de UK associé du côté  $F1 > 0$  au début de la période.

- l'opposition sur l'axe 2 entre Deutschland, associée aux deux années 77-78 et France qui réalise plutôt une conjonction des extrêmes (entre 70 et 79).



- l'arrivée en fin de période d'exportateurs nouveaux : Irlande, Espagne, Finlande, (notamment produits alimentaires pour IR, ES; bois pour FI).



1.2.3 Courbes des flux par classe de marchandises : Ainsi qu'on l'a dit (§ 0.2) l'étude détaillée de la nomenclature des marchandises est reportée au § 4.0. Toutefois les sigles suffisent à évoquer les classes. Une inertie très faible (supérieure seulement à celle issue du tableau J x TM : cf. § 1.2.2) atteste la grande similitude des courbes de croissance des différentes marchandises. Il n'y a même pas de tendance temporelle générale opposant des marchandises à croissance maxima à d'autres croissant le moins vite : c'est pourquoi dans le plan 1 x 2, la suite des années dessine un cycle. D'autre part aucune classe de marchandises n'apporte de contribution dominante aux axes 1 ou 2 (la plus forte CTR est CTR2 (VOItures) = 33%),

### 1.3 Comparaison entre les flux de pétrole et de marchandises

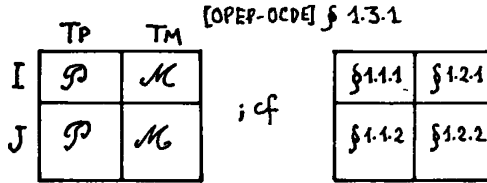
1.3.0 Excédent et déficit de la balance partielle : La balance des paiements d'un pays comporte outre les importations et exportations, de nombreux postes dont certains sont importants (cf. l'analyse de l'évolution des balances des pays de l'OCDE faite par Ch. Ibrahim [BALANCE O.C.D.E.] C.A.D. Vol VI n° 3 pp 261-296). D'autre part pour les pays de l'OCDE les importations de pétrole sont loin de représenter la valeur principale des importations (pour la France la part du pétrole est inférieure à 20%) ; et les pays de l'OPEP eux-mêmes n'ont pas tous le pétrole pour seule ressource, et l'OCDE pour partenaire commercial exclusif. Mais ces réserves une fois faites, il reste très intéressant d'étudier au niveau de chaque pays des deux groupes, l'excédent ou le déficit annuel des opérations commerciales recensées ici. Les deux courbes du § 0.1 suffisent à montrer un net excédent en faveur du pétrole : au cours de la décennie 70-79, le flux de pétrole représente en valeur plus de 1,8 fois le flux de marchandises : le rapport n'est toutefois pas constant pour toutes les années et tous les pays. En particulier, dans un certain nombre de cas que recense le tableau ci-joint, le flux de marchandises l'emporte en valeur sur celui du pétrole : exception qui pour un pays de l'OPEP correspond à un déficit, et pour un pays de l'OCDE à un excédent de recettes. C'est en particulier le cas pour l'Equateur et la Suisse tout au long de la période ; pour les Etats-Unis de 70 à 73 (de OUS à 3US) pour UK de 77 à 79 (7UK à 9UK) ; etc.

79		9DA	9IL	9UK	9SS				9EQ			
78	8FI	8SD	8DA	8DL	8IL	8UK	8SS	8AL	8VE	8NI	8EQ	
77			7DL		7UK	7AU	7SS	7AL	7VE	7EQ	7GA	
76							6SS			6EQ	6GA	
75							5SS	5AL		5EQ		
74							4SS			4EQ		
73	3US						3SS	3AL	3ID	3EQ	3GA	
72	2US						2SS	2AL	2VE	2ID	2EQ	2GA
71	1US						1SS	1AL	1ID	1EQ	1GA	
70	0US				0AU	0SS	0AL	0ID	0NI	0EQ	0GA	

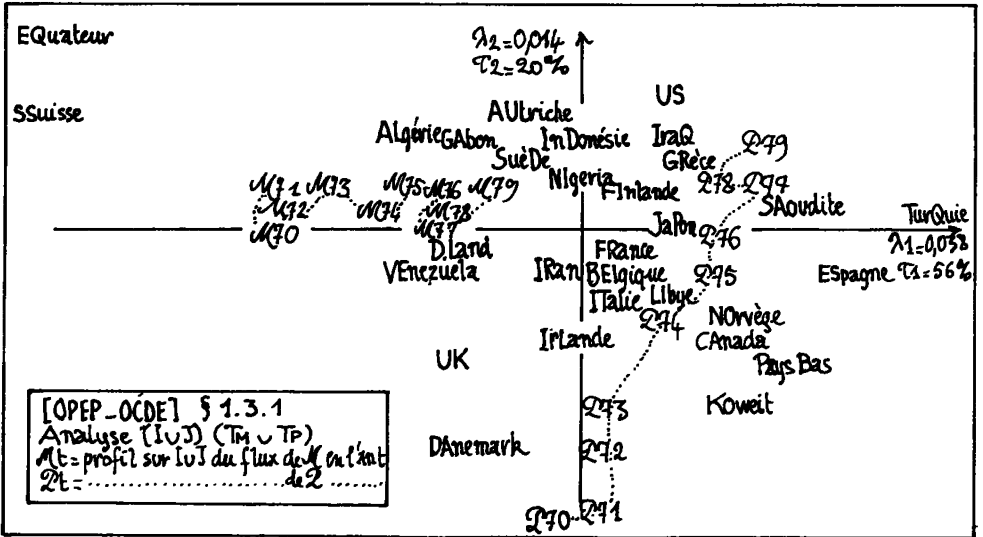
L'analyse factorielle de divers tableaux, tout en signalant ces cas exceptionnels (excédent pour l'OCDE ; déficit pour l'OPEP) , en montre l'ampleur, et donne une vue d'ensemble du déséquilibre des balances au cours du temps.

1.3.1 Caractérisation des pays par les deux courbes juxtaposées de

l'évolution temporelle du pétrole et des marchandises : On analyse un tableau à 30 lignes (11 pays de l'OPEP et 19 de l'OCDE) et 20 colonnes (ensembles TP et TM des 10 années ; considérées d'une part pour le flux de pétrole ; et d'autre part pour le flux de marchandises) : en d'autres termes on juxtapose les quatre tableaux analysés respectivement aux §§ 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2 ; ce qu'indique le schéma .



Dans le plan  $1 \times 2$  les deux sous-ensembles de colonnes TP et TM dessinent deux lignes bien distinctes dont la continuité atteste une évolution régulière. La majorité des pays se groupent autour de la ligne TP : ce qui correspond à un excédent des flux de pétrole non compensé par le flux de marchandises : toutefois, quelques pays dont le cas exceptionnel est signalé sur le tableau qui illustre le § 1.3.0 se trouvent ici avec la ligne TM. D'abord, à l'extrême gauche du graphique l'Equateur et la Suisse lesquels sur toute la décennie font exception relativement à leur groupe : la prédominance des marchandises sur le pétrole signifiant pour l'Equateur un déficit ; pour la Suisse un excédent de recettes. Viennent ensuite l'Algérie, le Gabon, le Venezuela etc. . Comme au § 1.1.2 UK et US s'opposent parallèlement à la ligne TP : US allant avec P79 (importations de pétrole en fin de période) et UK avec P70 (importations en début de période). Comme dans plusieurs autres analyses qu'on verra dans la suite, la France est très proche du centre de gravité.



Sur l'axe 3 ( $\lambda_3 = 0,007$  ;  $\tau_3 = 10,5\%$ ) l'Iran (CTR3 (IRan) = 59%) s'oppose à M79, P79 et aussi P70, P71 ; ce qui rend compte de l'activité maxima de ce pays au milieu de la décennie 70-79.

1.3.2 Caractérisation des pays par les deux courbes juxtaposées de l'évolution temporelle des achats et des ventes : Comme au §

1.3.1, on analyse un tableau à 30 lignes et 20 colonnes ; chacune des lignes représente un pays ; mais les deux blocs de 10 colonnes sont partagés en Achat et Vente ; et non en Pétrole et Marchandise. Ce qui correspond à un schéma où les deux sous-tableaux  $\mathcal{L}$  comme les deux sous-tableaux  $\mathcal{M}$  s'opposent suivant la diagonale (au lieu de se superposer) : aussi chaque ligne a bien la forme qu'annonce le titre.

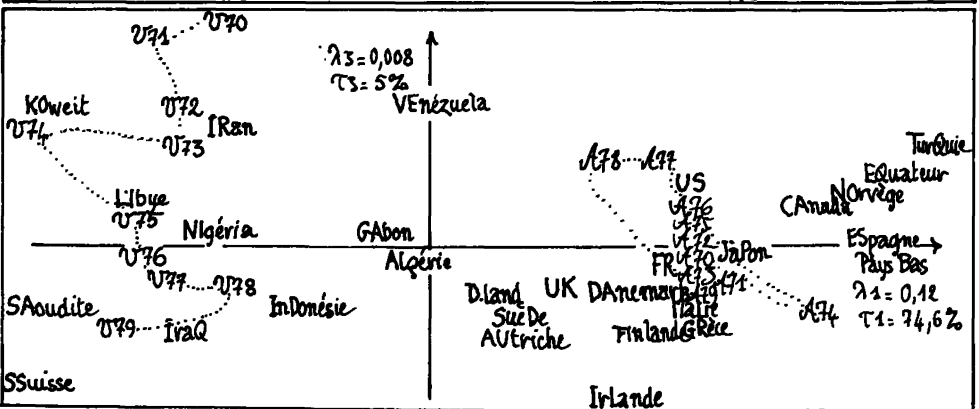
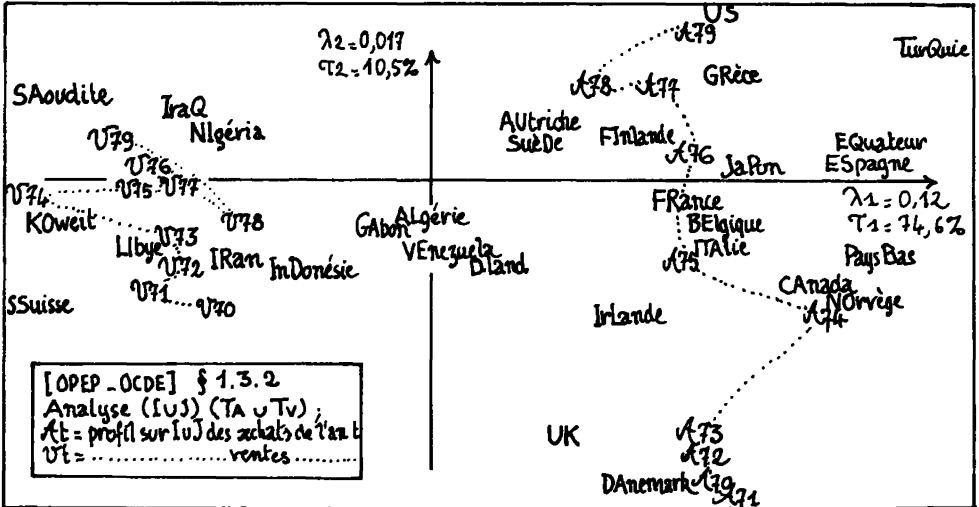
[OPEP-OCDE] § 1.3.2

	TA	TV
I	M <sub>6</sub>	R
J	P	M <sub>6</sub>

; cf

§1.2.1	§1.1.1
§1.1.1	§1.2.2

Sur l'axe 1, l'ensemble des points de TA (points-achats : de  $\mathcal{U}$  70 à  $\mathcal{U}$  79) s'oppose à l'ensemble TV (points-ventes : de  $\mathcal{V}$  70 à  $\mathcal{V}$  79). Il importe de noter que chacun des points Achats a la même

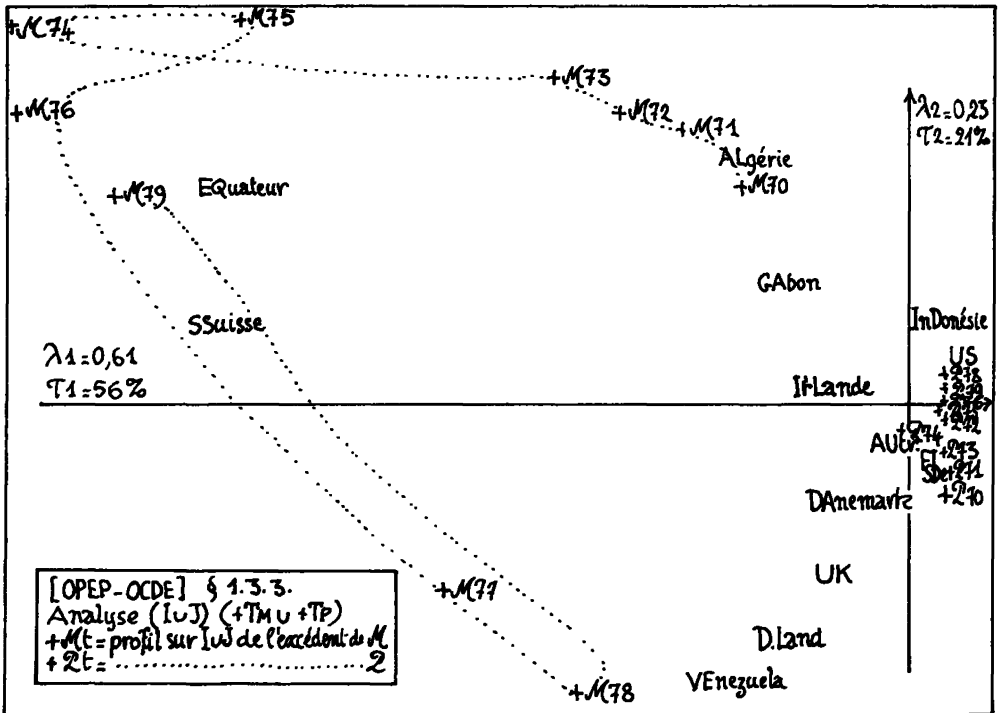


masse que le point Vente correspondant : e.g.  $\mathcal{N}75$  a même masse que  $\mathcal{V}75$  (car tout ce qui est vendu - pétrole ou marchandises - est aussi acheté !). La plupart des pays de l'OCDE sont du côté Achat (prédominance des achats sur les ventes = déficit) ; au contraire à quelques exceptions près les pays de l'OPEP sont du côté vente (ce qui signifie : excédent des ventes). Toutefois du côté Achat on voit la Turquie ; et du côté Vente la Suisse ; Gabon, Vénézuéla, Algérie, Deutschland sont proches de l'origine ; UK et Indonésie n'en sont pas très éloignés.

La ligne TA se développe sur l'axe 2 ; et la ligne TV sur l'axe 3. Ainsi on voit dans le plan 1 x 2 que (relativement à la moyenne) UK et Danemark sont de grands acheteurs en début de période ; et US, Grèce et Turquie, en fin de période. De même le plan 1 x 3 signale les vendeurs dont l'activité relative a été plus forte en début ou en fin.

1.3.3 Caractérisation des pays par les deux séries juxtaposées

d'excédent du pétrole ou des marchandises : Ici encore trente lignes qui sont trente pays ; et 20 colonnes qui représentent deux fois la décennie 70-79. Mais les données inscrites dans les cases du tableau sont non des valeurs de flux, mais des excédents. De façon précise, si on note  $+x$  la fonction "partie positive" qui vaut  $x$  si  $x$  est positif, et sinon vaut zéro, on a le schéma ci-joint : par exemple à l'intersection de la ligne AL et de la colonne  $+M77$ , on a l'excédent pour 1977 des achats de l'Algérie en Marchandises sur les ventes de ce même pays en Pétrole ; excédent qui, (comme on l'a noté au § 1.3.0), est strictement positif ; corrélativement, à l'intersection de la ligne AL et de la colonne  $+277$  on a zéro. Le tableau ainsi construit accentue le contraste entre



excédent et déficit : mais il ne comporte plus la valeur relative de cette différence par rapport à la masse des échanges.

	+TM	+TP	
I	$+(M-Q)$	$+(Q-M)$	[OPEP-OCDE] §13.3
J	$+(M-Q)$	$+(Q-M)$	

L'excédent des flux de pétrole sur les flux de marchandises étant quasi général, les points de l'ensemble +TP sont beaucoup plus lourds que ceux de +TM. Aussi dans le plan  $1 \times 2$  l'ensemble +TP est-il très resserré au voisinage du centre de gravité, (du côté positif de l'axe 1) ; tandis que l'ensemble +TM se déploie largement dans le demi plan  $F1 < 0$ . Sur la ligne +TM, chacun des deux chocs pétroliers est nettement visible: après un lent déplacement de  $M_{70}$  à  $M_{73}$ , on a un mouvement rapide ; avec de  $M_{78}$  à  $M_{79}$  un rebroussement d'amplitude maxima.

Rares sont les pays qui dans le plan  $1 \times 2$  se placent du côté de +TM : outre l'Équateur et la Suisse, très écartés, on a l'Algérie et le Gabon pour lesquels l'excédent de flux de marchandises se place plutôt en début de période ; et UK, Vénézuéla, Deutschland plutôt en fin de période.

#### 1.3.4 Caractérisation des pays par les deux séries juxtaposées

des excédents ou des déficits de la balance partielle : Ré-  
pétons encore : 30 lignes, 30 pays ; 20 colonnes, deux représenta-  
tions de la décennie. Comme au § 1.3.3 les nombres inscrits dans  
les cases du tableau sont des parties positives de différences en-  
tre valeurs de flux. Mais ici les deux groupes de colonnes sont :  
+T = excédent des recettes (que celui-ci soit dû à des ventes de  
pétrole - ce qui est le cas en général - ou de marchandises) ; et  
-T = déficit (quelle qu'en soit la cause également). D'où le shé-  
ma ci-joint .

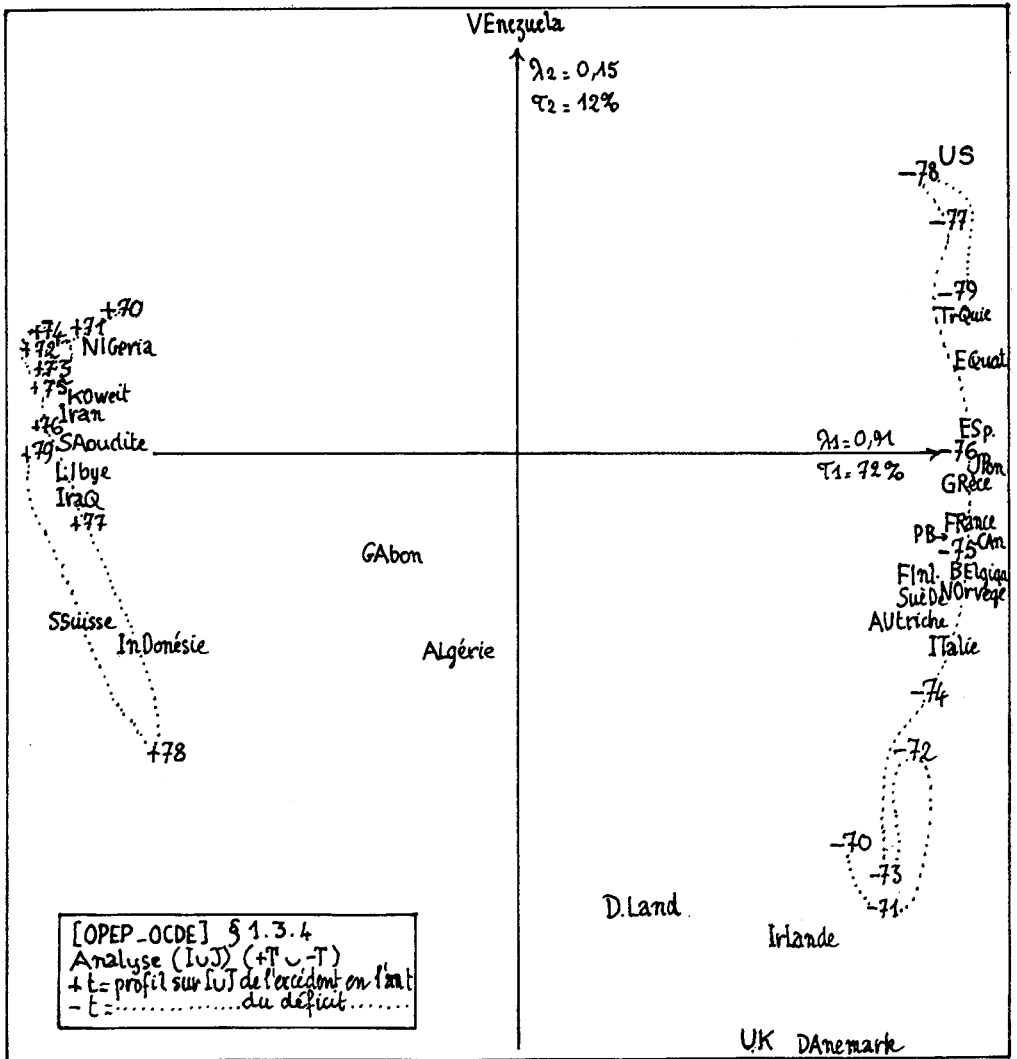
	+T	-T	
I	$+(Q-M)$	$+(M-Q)$	[OPEP-OCDE] §1.3.4
J	$+(M-Q)$	$+(Q-M)$	

Il est clair que, telle que nous l'avons calculée, la balance partielle de chaque année ne peut être qu'équilibrée sur l'ensemble des pays : c'est pourquoi chacun des points +t a même masse que le point -t de la même année. Ainsi sur l'axe 1, les deux ensembles +T et -T s'opposent à égale distance de l'origine.

Observons le plan  $1 \times 2$ . Aux seules exceptions près de la Suisse et de l'Équateur, il y a dans le demi plan  $F1 > 0$  (avec -T) tous les pays de l'OCDE ; et dans le demi-plan  $F1 < 0$  (avec +T), tous les pays de l'OPEP. De rares pays sont proches de l'origine : ce sont pour l'OPEP : Gabon, Algérie, Vénézuéla ; pour l'OCDE : Deutschland, (et aussi UK, Irlande). Sur l'axe 2, les ensembles +T et -T se rangent à peu près dans l'ordre chronologique : du haut vers le bas pour +T ; du bas vers le haut pour -T. L'année 79 marque un rebroussement : faible pour -T ; très important pour +T. Globalement, il est satisfaisant de voir +T et -T s'opposer à peu près symétriquement

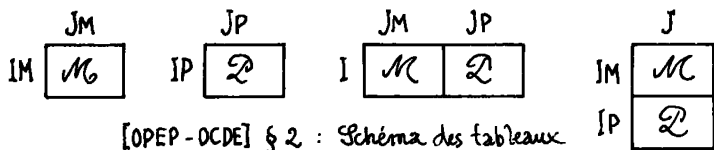


par rapport à l'origine. Enfin un fait vaut d'être signalé, l'IRAN très singulier par ses courbes de croissance ne se signale nullement ici : car bien qu'il représente en 1979 un pourcentage des ventes et des achats de l'OPEP réduit par rapport à ce qu'il était au milieu de la décennie, l'IRAN n'a jamais cessé d'avoir une balance partielle excédentaire.



2 Evolution temporelle des pays de l'OPEP dans leurs relations

avec les pays de l'OCDE : Dans ce § et le suivant, on ne distingue pas entre les classes de marchandises : les données consistent donc en deux tableaux ternaires  $kM(I,J,T)$  et  $kP(I,J,T)$ . En faisant abstraction du temps, on a deux tableaux de marge binaires  $kM(I,J)$  et  $kP(I,J)$  qui peuvent être analysés soit séparément soit juxtaposés et ceci de deux manières différentes ; ce qui fait quatre tableaux rectangulaires. A chacun de ces tableaux s'adjoint la troi-



sième dimension du temps : ce qui fait un tableau parallélépipédique à 10 étages. Ces étages peuvent être ensuite juxtaposés suivant l'une ou l'autre de leurs dimensions ; ainsi qu'on l'a expliqué au § 0.3. Formellement, on peut noter  $IL$  l'ensemble des lignes (qui peut être l'ensemble des pays de l'OPEP considérés comme exportateurs  $IM$ , exportateurs  $IP$ , ou les deux ; ou encore cet ensemble dédoublé :  $IL = IM \cup IP$ ) ; et  $JC$  l'ensemble des colonnes (pays de l'OCDE) : on dira alors que s'adjoignent à  $IL \times JC$  d'une part,  $(IL \times T) \times JC$  (disposé en dessous sur la figure du § 0.3) et d'autre part  $IL \times (JC \times T)$  (disposé à droite sur cette figure).

Ceci étant posé, on dira que l'objet du § 2 est d'étudier l'évolution des pays de l'OPEP d'après des tableaux  $(IL \times T) \times JC$  principalement par des C.A.H. sur  $IL \times T$  (ce qu'on note, cf. § 0.3, C.A.H. :  $[IL \times T] \times JC$ ) et secondairement par des analyses factorielles. Au § 3 on considèrera de même l'évolution de l'ensemble  $J$  de pays de l'OCDE d'après des tableaux  $IL \times (JC \times T)$  : mais plus sommairement, car la C.A.H. montre un recouvrement beaucoup plus grand entre les trajectoires temporelles des pays de l'OCDE qu'entre celles des pays de l'OPEP. C'est seulement en distinguant les classes de marchandises qu'on trouvera entre pays de l'OCDE des différences nettes et stables (cf. § 5).

2.1 Evolution temporelle des pays de l'OPEP caractérisés par leurs

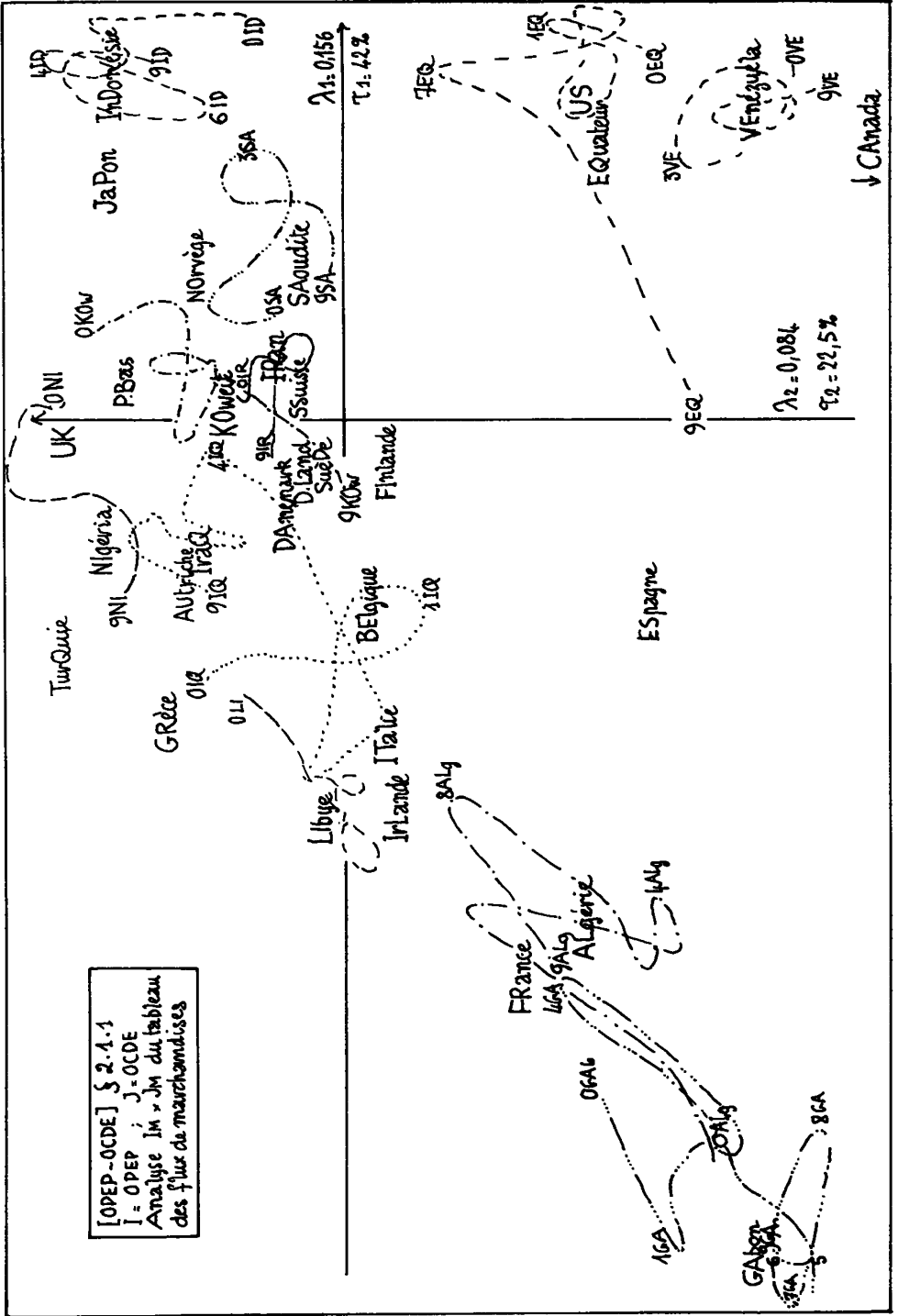
profils d'achat aux pays de l'OCDE : Nous commenterons deux graphiques : d'une part le plan  $1 \times 2$  issu de l'analyse factorielle du tableau  $IM \times JM$ , avec en lignes supplémentaires le tableau  $(IM \times T) \times JM$  ; d'autre part la C.A.H.  $[IM \times T] \times JM$  fondée sur ce dernier tableau.

2.1.1 Analyse factorielle  $IM \times JM$  : D'abord un résultat global : la trace du tableau  $(IM \times T) \times JM$  est 0,4256 ; elle dépasse de peu celle du tableau  $IM \times JM$  qui est 0,3725 : ceci signifie que dans le nuage  $N(IM \times T)$  l'inertie intérieure aux classes  $iT$  afférentes à chaque pays est faible relativement à l'inertie du nuage  $N(IM)$  des centres de ces classes : on écrira :

Inertie intra classe =  $0,42 - 0,37 = 0,05$  ;  
Inertie interclasse =  $0,37$ .

En chiffres précis ; l'inertie intra ne représente que 14,3% de l'inertie inter.

L'interprétation de l'analyse est claire. On voit l'Algérie et plus encore le Gabon fortement liés à la France dans leurs importations. Le Vénézuéla et l'Equateur vont avec US ; mais le Vénézuéla

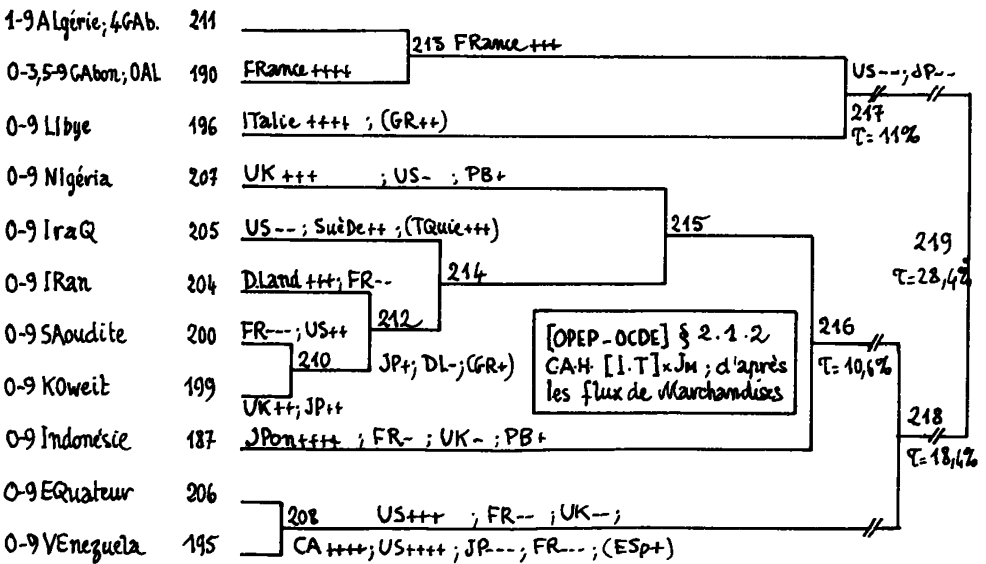


paraît, de plus, lié au Canada. L'InDonésie s'écarte dans le quadrant  $F1 > 0, F2 > 0$ , qui est celui du Japon. Le NIGéria est proche de UK ; la LIbye de l'ITalie. Il apparaît que la géographie et l'histoire se conjuguent pour donner aux pays de l'OPEP des trajectoires temporelles que le plan  $1 \times 2$  permet presque de séparer ; et dont C.A.H. (qui traite simultanément toutes les dimensions) confirmera la spécificité.

2.1.2  $CAH(IM \times T) \times JM$  : L'ensemble  $(IM \times T)$  est d'abord partagé en deux branches, dont l'une (217) comprend l'ALgérie, le GABon, et la LIbye: la séparation entre les trois pays est presque parfaite : à un échange près entre AL et GA . La classe 217 est caractérisée par des importations faibles en provenance des US et du Japon ; la subdivision se fait, comme l'annonçait l'analyse factorielle : la LIbye est associée à l'ITalie ; l'ALgérie et plus encore le GABon à la FRance. Au cours de la décennie 70-79, la part de la FRance dans les importations de l'ALgérie a toutefois décreu constamment : c'est pourquoi l'année OAL (i.e. 1970) va avec le GABon, pays le plus lié à la FRance. L'exception de 4GA s'explique vraisemblablement par un marché particulier passé par ce pays en dehors de la FRance.

L'autre branche 218, se subdivise jusqu'à donner une classe pure pour chacun des 8 pays pétroliers restants. On a d'une part 216 d'autre part 208. Cette dernière classe caractérisée par la forte présence US et (secondairement) par l'absence de FRance et UK , comprend les deux pays d'Amérique : EQUateur et Venézuéla ; ce dernier pays a quelques caractéristiques propres qu'on peut lire sur l'arbre : notamment des liens importants avec le CANada ; et l'absence quasi totale d'achats du JAPON (à la différence de l'EQUateur qui est sur l'Océan Pacifique).

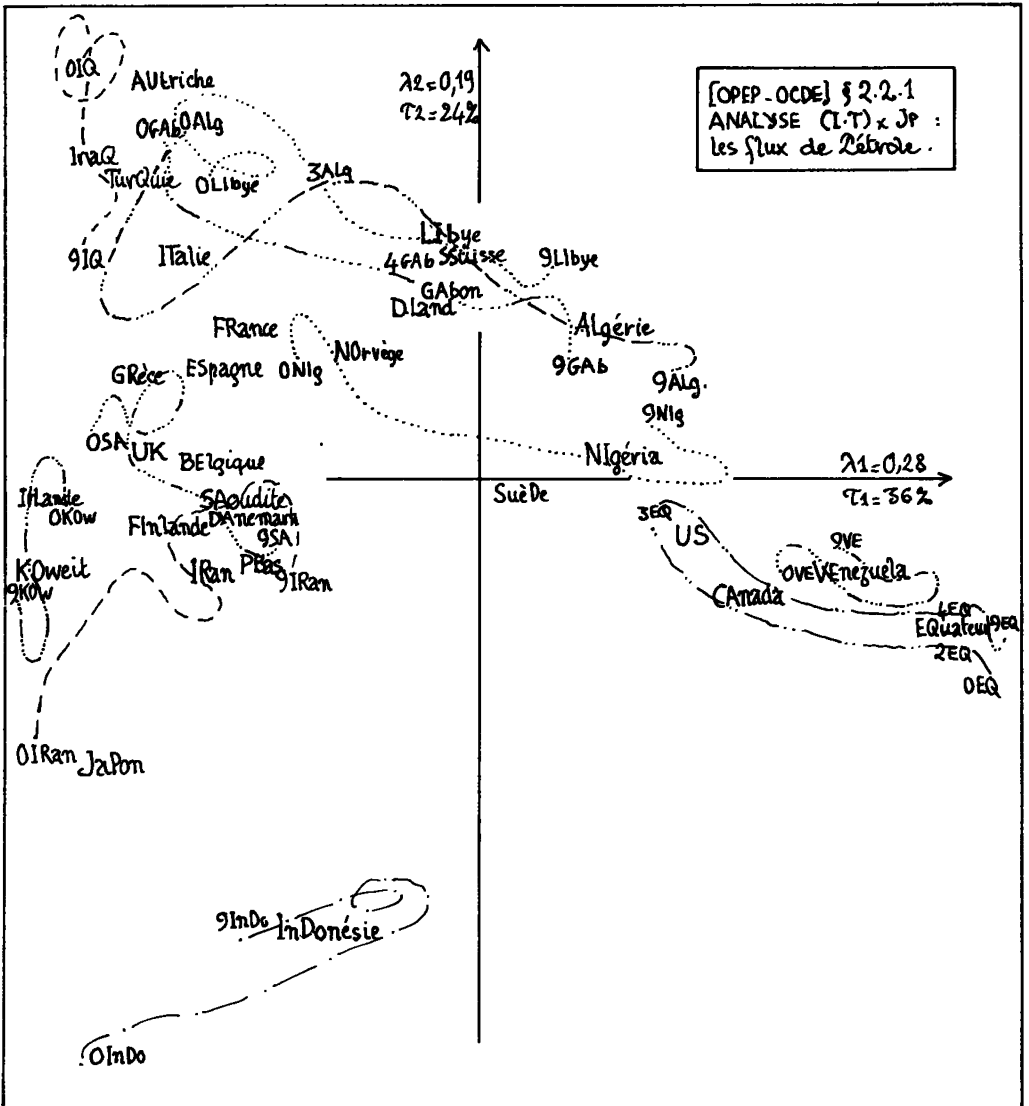
Reste la classe 216 : l'InDonésie s'en sépare : bon client du Japon et très secondairement de son ancienne métropole les Pays-Bas.



L'InDonésie étant ôtée, il reste la classe 215 : s'en sépare le NIGERIA associé on l'a vu à UK. On a alors le bloc du Proche et Moyen-Orient (classe 214) : tous ces pays ont des fournisseurs très divers ; mais avec sur chacun des marchés des présences ou des absences qui suffisent à lui donner son identité ; et que l'arbre de classification énumère en détail plus clairement qu'on ne peut le faire par des phrases.

2.2 Evolution temporelle des pays de l'OPEP caractérisés par leurs profils de vente aux pays de l'OCDE : L'étude est la même qu'au § 2.1 ; à ceci près qu'il s'agit maintenant de pétrole et non de marchandises.

2.2.1 Analyse factorielle IP x JP : (Ici on a pris comme tableau



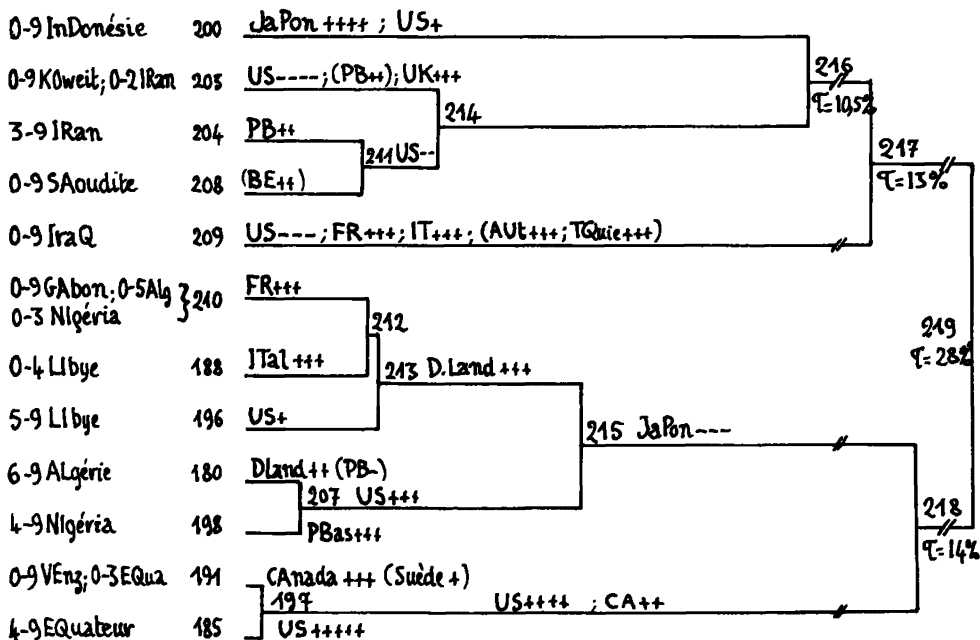
principal (IP × T) × JP et IP × JP est en supplémentaire : variante peu importante).

La dispersion des classes iT afférentes à chaque pays de l'OPEP reste faible ; toutefois l'inertie intra-classe représente ici 23,2% de l'inertie interclasse (inertie du nuage N(IP) des centres des classes) ; soit près de deux fois plus que pour l'analyse fondée sur les marchandises (§ 2.1.1).

L'examen du plan 1 × 2 montre que la géographie met à part l'Indonésie, fournisseur du Japon ; et les deux pays d'Amérique Latine dont les ventes vont aux US (et au Canada). Le reste témoigne d'une certaine mobilité : de plus des liens entre France et Algérie ou Gabon n'apparaissent pas nettement dans ce plan 1 × 2 représentant les flux de pétrole ; alors que les flux de marchandises les mettaient en relief (§ 2.1.1). Il vaut la peine d'observer attentivement les trajectoires de chacun des pays de l'OPEP : par exemple Algérie, Gabon et Nigéria et aussi Libye sont attirés par US qui en fin de décennie est leur client majeur.

Au contraire comme fournisseur de pétrole autant que comme acheteur l'Iraq ne montre avec les US aucune affinité.

2.2.2 CAH[IP × T] × JP : Inutile d'accompagner le lecteur comme on l'a fait au § 2.1.2 ! Nous nous bornerons à quelques conclusions . Les suggestions de l'analyse factorielle sont ici confirmées. Seuls trois pays Indonésie, Arabie SAoudite et Iraq fournissent des classes pures, témoignant de la stabilité temporelle de leur clientèle



[OPEP-OCDE] § 2.2.2  
CAH. [I.T] × JP : d'après  
les flux de pétrole

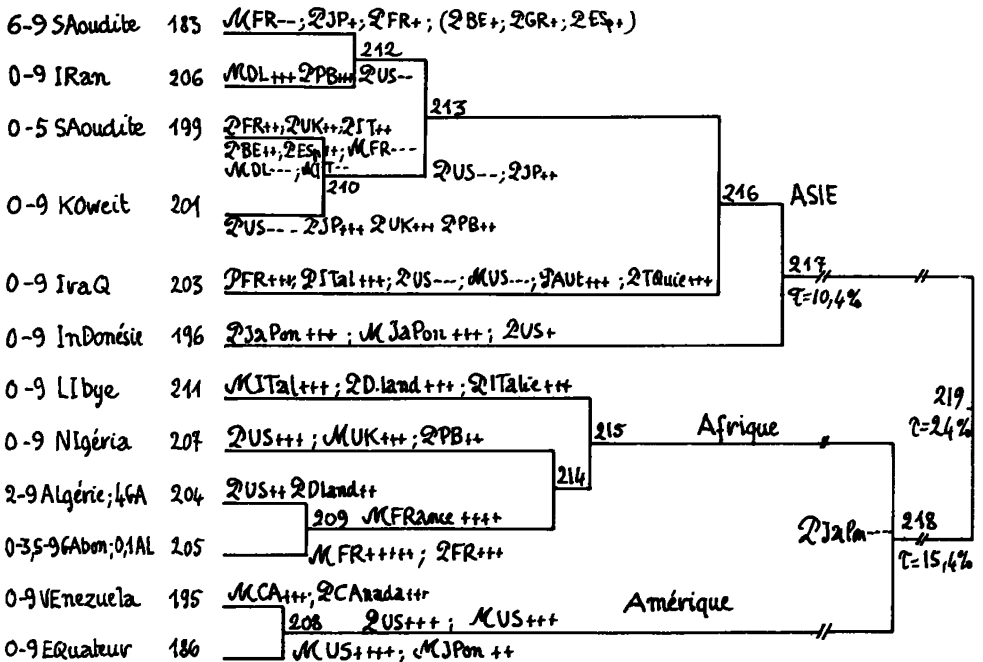
pétrolière; Equateur et Vénézuéla vont ensemble. Dans la classe 210 la France apparaît associée au Gabon, et dans les premières années seulement à l'Algérie et au Nigéria ; ces deux derniers pays se caractérisant ensuite par leurs fournitures aux US. De même la suite des profils de la Libye passe de l'Italie aux US ; sans cesser d'être liée à l'Allemagne (D. Land).

2.3 Evolution temporelle des pays de l'OPEP caractérisés simultanément par leurs achats et leurs ventes aux pays de l'OCDE :

$CAH[I \times T](J_M \cup J_P)$  : Dans cette classification, à chaque pays de l'OPEP il correspond pour chaque année, une ligne obtenue en mettant bout à bout ses achats et ses ventes, ventilées suivant les pays de l'OCDE. On a ainsi concentré pour chaque individu statistique toutes les informations disponibles (du moins si l'on ne distingue pas les classes de marchandises : cf. *infra* § 6).

Comme au § 2.1.2 ( $CAH:[IM \times T] \times J_M$ ) on a pour presque tous les pays une classe composée de ses dix profils ; le Gabon se mêle à l'Algérie (avec ici les deux premières années OAL et l'AL du côté du Gabon très lié à la France) ; toutefois l'Arabie Saoudite se trouve scindée en deux classes : 0-5SA et 6-9SA.

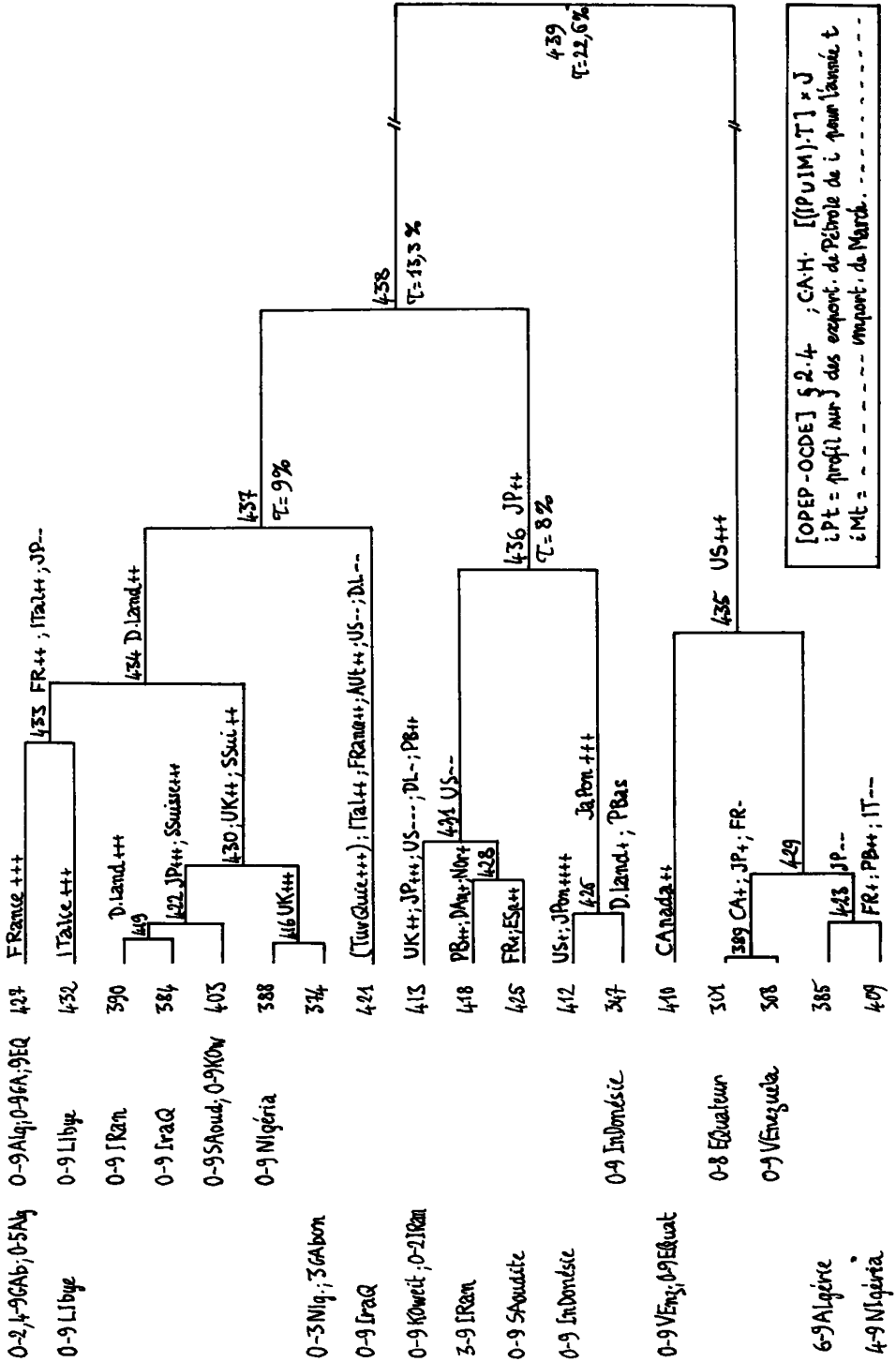
Mais l'originalité de cette classification est double. D'une part les classes sont caractérisées par des mentions se rapportant à la fois aux achats et aux ventes : par exemple MDL++ se lit : beaucoup d'achats de marchandises à l'Allemagne (D.Land) ;



[OPEP-OCDE] § 2.3  
CAH: [I.T]x (Jm Jp) d'après les flux de marchandises et de pétrole.

Pétrole :

Marchandises :





PB++ signifie : fort pourcentage de vente de pétrole aux Pays-Bas. D'autre part les grandes classes de l'arbre correspondent exactement à la répartition géographique des pays de l'OPEP. On a deux grandes classes 218 (Amérique-Afrique caractérisées par de très faibles ventes de pétrole au Japon) et 217 (Asie). En Asie, l'Indonésie (196) s'oppose au Proche et Moyen-Orient (216) : région où l'Iraq se distingue par la relative faiblesse de ses relations avec les US.

#### 2.4 Comparaison diachronique des profils de vente et des profils d'achat des pays de l'OPEP : CAH : [(IP ∪ JM) . T] × J :

Le but de cette classification est d'apprécier la réciprocité des achats et des ventes d'après la similitude des profils.

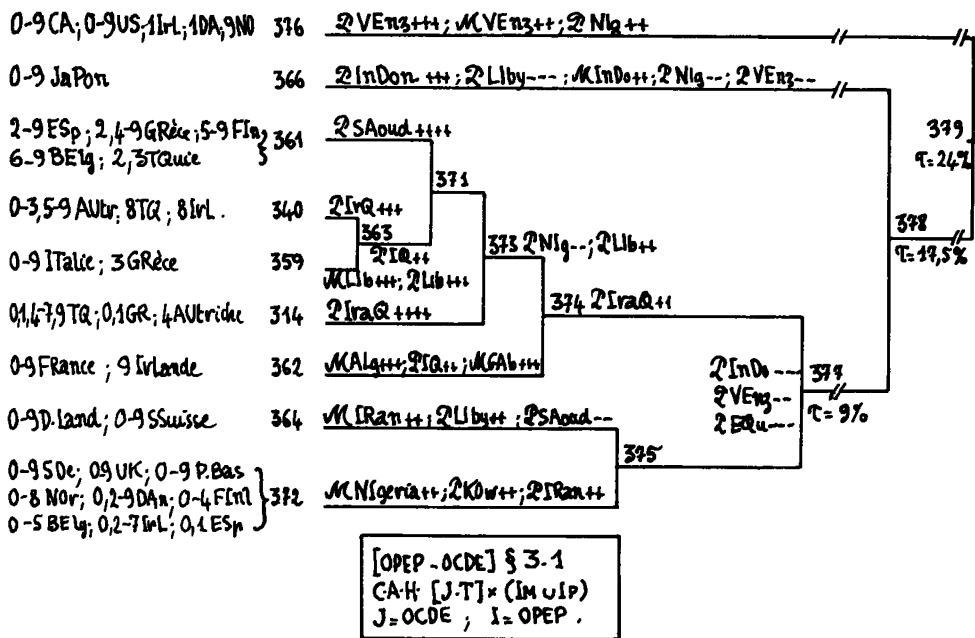
Certains liens sont manifestes : Le Japon est à la fois le principal client et le principal fournisseur de l'Indonésie, on a en effet une classe 426 qui comprend les profils d'achat (M) et de vente (P) de l'Indonésie : mais la subdivision se fait de façon parfaite en deux classes : 347 (0-9 MID), caractérisée par la présence complémentaire des Pays-Bas et de D.Land comme fournisseur ; et 412 (0-9 ID), avec US comme second client après le Japon. De même on retrouve la proximité des profils de vente et d'achats des deux pays américains de l'OPEP (VE et EQ) avec les deux pays américains de l'OCDE (US et CA). En revanche la réciprocité des liens entre Algérie et France n'est réalisée qu'en début de la décennie 70-79 : à la fin France reste pour Algérie fournisseur principal de marchandises ; mais elle n'est plus acheteur principal. Il en est de même du Nigéria avec UK. En revanche les profils d'achats et de vente de la Libye font une seule classe 432 très liée à l'Italie, et qui se subdivise en deux sous-classes dont chacune comporte des profils d'achat et de vente. Quant aux pays du Proche et Moyen-Orient, ils fournissent un certain nombre de classes pures contenant les dix profils de vente d'un pays ou ses dix profils d'achat (390 = 0-9 Iran; 421 = 0-9 Iraq ; etc.) mais le partage de leurs achats et de leurs ventes (principalement entre le Japon et l'Europe ; les US étant relativement moins actifs sur ce marché qu'en Amérique ou même en Afrique) ne montre aucune réciprocité nette : on a au contraire une classe 422 des profils d'achat (M) où D.Land est très présente ; et une classe 431 des profils de vente (P) signalée par la faible présence des US. Les ventes de l'Iraq forment une classe à part (421), caractérisée par la clientèle de l'Italie et de la France : de plus, l'Iraq est le fournisseur quasi exclusif de la Turquie en pétrole.

### 3 Evolution temporelle des pays de l'OCDE dans leurs relations avec les pays de l'OPEP

Au § 2, on a étudié l'ensemble  $I \times T$ , ici on étudiera  $J \times T$ . Toutefois les discriminations étant beaucoup moins interprétables, on se borne à présenter les résultats de deux classifications.

#### 3.1 Evolution temporelle des pays de l'OCDE caractérisés simultanément par leurs achats et leurs ventes aux pays de l'OPEP :

CAH [ $J \times T$ ] × [ $I_M \cup I_P$ ] : Ce § est l'analogue du § 2.3, les rôles des deux groupes de pays étant seulement échangés. En concentrant sur chaque individu jt toutes les informations disponibles (du moins si l'on fait abstraction des distinctions entre classes de marchandises ; distinction dont l'intérêt apparaîtra essentiel au § 5) on tente de découvrir pour les pays de l'OCDE des caractéristiques stables.



Seul le Japon fournit une classe pure 366 = 0-9 JP ; caractérisée par des achats et des ventes à l'Indonésie ; ainsi que par la suppression des achats de pétrole en Libye, Nigéria et Vénézuéla. A la classe France, s'adjoint une année de l'Irlande (9IL = 1979) ; et à la classe Italie une année de la Grèce ; D.Land et Suisse forment une classe (362) caractérisée par de fortes ventes à l'Iran. La classe 376 comprend toutes les années de US et Canada, avec trois profils isolés (1IrL ; 1DAN ; 9Nor). Le maximum de l'hétérogénéité est atteint dans la classe 372, composée principalement de profils des pays scandinaves, ainsi que de UK, IrL, P.Bas, BE ... ; mais dont aucune subdivision n'est pure (ni même à peu près pure).

Il faut toutefois noter que cette relative confusion est due en partie à ce qu'on a retenu 19 pays de l'OCDE ; dont certains sont des exportateurs peu importants dont les profils fluctuants s'éparpillent dans toutes les classes. Répétons que comme on l'a annoncé cette confusion sera dissipée au § 5 en distinguant les classes de marchandises.

### 3.2 Comparaison diachronique des profils de vente et des profils

d'achat des pays de l'OCDE :  $CAH[(JPUJM) \times I] \times I$  : Le but de cette classification, tout analogue à celle du § 2.4, est d'apprécier la réciprocité des achats et des ventes d'après la similitude des profils.

Bien que le système des classes soit encore plus complexe qu'au § 3.1 ; il apparaît certains faits de réciprocité, c'est-à-dire de proximité entre profils d'achats et de ventes. Pour le Japon d'abord, avec la classe 750 ; et pour le Canada avec 751 : les liens entre Japon et Indonésie d'une part, Canada et Vénézuéla de l'autre, apparaissent une fois de plus. De même dans 749, la Turquie est associée à l'Iraq ; enfin dans 747 on trouve la Norvège associée au Nigéria, ainsi qu'à l'Iran.

Pétrole :

0-9UK; 0-3,5-9PB; 55Su  
 0-5BE; 0,2,3,5,9DA; 7GR  
 0,2-7,9 Inlande

0-9AUL; 0,1,4-9TO; 0,1Esp  
 0-9ITAl; 0,1GR; 8,1PL

4-9FRanc; 2-9Esp; 5-9Finl  
 6-9BEG; 2,3TO; 2,4,6,8,9GR

0-9 Japon

0-9 Canada; 0-3 US

0-3 France; 9 Norvège

0-8 NO; 1,5,7,8DA; 0-9SD; 4PB  
 0-4 Finlande

4-9 US

1 Inlande; 1 Danemark

0-4, 6-9 Suisse; 3GR; 0,9Dit

Marchandises :

7GR

744 KOW+++; SA+; ALq--

0-9 Turquie; 6,8,9GR

749 Lib+++; Iran+++; Nilq---; Aly-

752

9 Suède

743 IQ++; SA++

742 Nil--; VZ--; EQ--; KOW++; SA++

750 InDémoc+++

0-9 Japon; 8 Norvège

759

0-9US; 0-3SD; 9NO; 8Finl

731 VENG++; EQ++

751

0-9 Canada; 0,4 Espagne

744 VENG+++

0-9BE; 2-9Esp; 0-9AUT; 0-9Dit  
 0-9Su; 0,1,3,5-9DA; 0-7,9 Finl  
 5-8SD; 2-3NO; 4,9,14; 4GR

745 ALq++; SA--

748 IRant

0-9PB; 0-9UK; 0,1,4-7NOv  
 1,5,6,8 Inlande

744 Nil+++

IRant+

753

0-9FR; 0,8,9 Inlande; 2,4 Dan

746 Nil+++; VE++; AL+; KO---; IQ--; InD

IRant--

754

0-9IT; 3Jvl; 0-3,5GR

751 ALq+++; Gab+++; SA---

756 SA--; KOW--

[OPEP-OCDE] § 3.2 ; CA-H. [(P,U,J,M).T] x I ; J=OCDE ; I=OPEP ;  
 JPI = profit sur I des importations de Pétrole des pays j pour l'année t  
 jMt = exportations en Marchandises -----

758  
 T=18,9%

759  
 T=2,6%

757  
 T=19,9%

#### 4 Marchandises et marchés

Les 30 pays de l'OPEP et de l'OCDE considérés dans la présente étude sont délimités par des frontières que le statisticien n'est pas libre de choisir. Les liens que la géographie et l'histoire mettent entre ces pays sont assez bien connus : l'analyse des flux, objet des §§ 2 & 3, retrouve l'effet de ces liens dans les conditions économiques et politiques de la décennie 1970-79.

Mais en entrant dans le détail des classes de marchandises le statisticien découvre une structure qu'il connaît beaucoup moins bien : et pourtant (alors que les ensembles I et J lui étaient imposés) une certaine latitude lui est laissée dans le choix de la nomenclature M. Le tableau du § 4.0 présente la nomenclature M initialement choisie ; ainsi qu'une variante M' suggérée par les résultats des analyses, et utilisée avec succès dans certaines analyses ; des perfectionnements ultérieurs sont également proposés sur ce tableau.

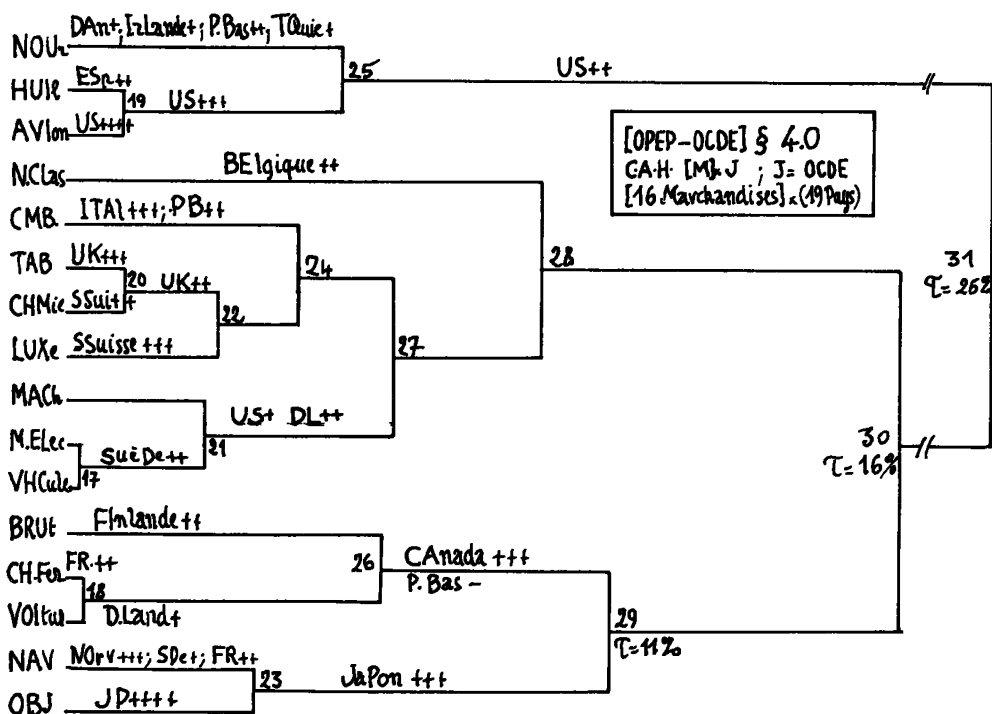
Les analyses elles-mêmes ou plutôt les diverses CAH, font l'objet des §§ 4.1 à 4.4. Il s'agit toujours en bref de C.A.H. sur MT : mais selon les cas on utilise l'une ou l'autre des nomenclatures de classes de marchandises ; parfois le flux inverse du pétrole est considéré avec le flux de marchandises (on parle alors d'ensemble Mp ou M'p : cf. § 0.2). De plus le commerce d'une classe de marchandises pendant une année peut être décrit par son profil sur l'ensemble I ou par son profil sur J ; ou par les deux profils mis bout à bout. Il y a donc un grand nombre de variantes possibles : nous n'en présentons ici que quatre : mais plusieurs autres ont été essayées, sinon toutes !

4.0 Nomenclature des marchandises et CAH[MJ] : La nomenclature est présentée sur un tableau. Une première CAH fondée sur le tableau de marge M.J montre dans les exportations des pays de l'OCDE des spécialisations qu'on retrouvera souvent dans la suite. Ce tableau, dont la trace est 0,3342, a été choisi plutôt que le tableau M.I, dont la trace très faible (0,0832) atteste que les spécialisations des importateurs sont beaucoup moins marquées (et aussi beaucoup moins stables dans le temps : cf. § 4.4).

L'arbre de CAH parle par lui-même. On répétera brièvement en forme de phrase que NOurriture et AVIONS sont les deux spécialités majeures des US ; les énigmatiques "N.Classés" vont avec la Belgique ; la classe combustibles consiste principalement en pétrole raffiné vendu par l'Italie et les Pays-Bas à certains pays de l'OPEP dont la capacité de raffinage est insuffisante. (ainsi qu'on le verra aux §§ 4.1, 4.2 et 4.4, ces pays sont le Nigéria, la Libye et l'Algérie) ; le poste TAB (cigarettes et whisky!) va avec UK ; la Chimie est partagée entre UK et Suisse ; les objets divers compris sous le sigle de LUXe sont une spécialité de la Suisse ; Deutschland et US se partagent les ventes de machines (électriques ou non) ; avec dans M.Electriques une spécialisation de la Suède ; les matières BRUTES non comestibles (carburant non compris) que vend la Finlande (ainsi que le Canada) sont principalement des bois. Le nom de FRANCE apparaît associé aux Chemins de Fer : matériel fourni (on le verra) à l'important réseau algérien. Les VOitures viennent des divers pays qui en produisent, mais particulièrement d'Allemagne (DL), et elles sont une spécialité importante pour le Canada. Enfin le Japon est le grand fournisseur d'OBJets divers ; et il est, comme on le sait, de loin le premier constructeur naval du monde, l'activité de la Norvège dans ce domaine étant toutefois importante relativement à ce pays.

%	Sigle	Référence à la "Classification des Produits" de la CTCI.
69	NOUrriture (NUTr;avec HUI)	S0 : Produits alimentaires et animaux vivants destinés principalement à l'alimentation humaine.
9	TABac & boiss.	S1 : Boissons et tabacs.
16	BRUtes n. com.	S2 : Matières brutes non comestibles, carburant non compris.
12	CoMBustibles	S3 : Combustibles minéraux, lubrifiants et produits connexes.
7	HUIles	S4 : Huiles, graisse et cires d'origine animale ou végétale.
71	CHiMie	S5 : Produits chimiques et produits connexes N.D.A. (non désignés ailleurs).
225	OBJets divers	S6 : Articles manufacturés classés principalement d'après la matière première. S7 : Machines et matériel de transport.
234	MACHines	D71 à 76 : (Machines non électriques etc.).
108	M.Electriques	D77 : Machines et appareils électriques. D78 : Véhicules routiers.
121	VOItures (V.Route)	sD781à785: (Voitures automobiles etc.).
8	VHCules	sD786 : (Remorques et autres v. non automobiles, ..(Cadres...)). D79 : Autre matériel de transport.
3	CHFer	sD791 : Véhicules et matériel pour chemin de fer.
25	AVIon	sD792 : Appareils de navigation aérienne et matériel connexe.
16	NAVires	sD793 : Navires, bateaux et engins flottants etc. .
63	LUXe	S8 : Articles manufacturés divers.
13	NCLassé	S9 : Articles et transactions non classés ailleurs (colis, animaux vivants, armes, or non monétaire etc.).

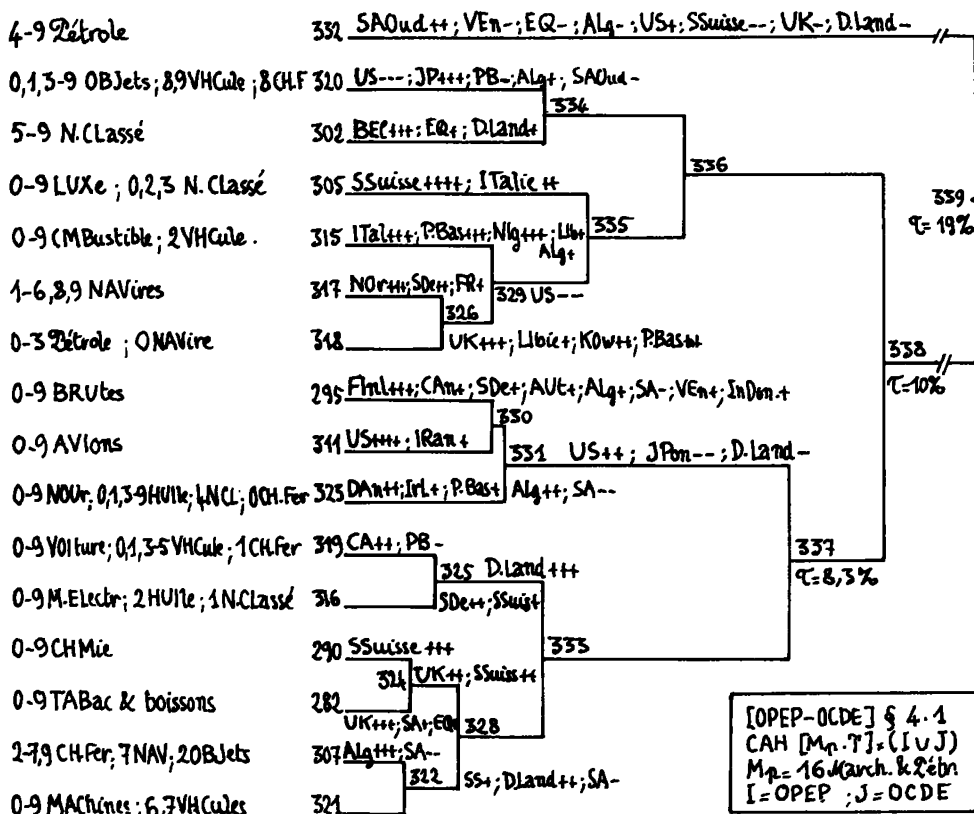
Nomenclature retenue pour les marchandises exportées par l'OCDE à destination de l'OPEP: Les % sont calculés sur les valeurs exportées pendant toute la période étudiée. Les postes retenus correspondent aux sections (S0 à S9) de la "Classification des Produits"; on notera que certaines sections (S1, S2, S3, S4, S9) ont un poids inférieur à 2%. Pour d'autres sections, très lourdes on a considéré des divisions (e.g. D77) ou des subdivisions (e.g. sD793). Après analyses (§ 4.1) il apparaît bon de fondre certains postes: NOU(S0) avec HUI(S4) pour créer NUTriments ; VOI avec VHC (cf.D78) pour créer VROutier. Le poste NCLassé(S9) mal défini par sa nature même, pourrait être mis en élément supplémentaire. En revanche dans NUTriments (S0 et S4) il conviendrait de mettre à part les céréales. Les deux classes OBJets divers (S6) et LUXe (S8) ont des définitions générales semblables le choix du signe LUX, indique ce qui à nos yeux nous paraît faire entre elles la différence principale !



#### 4.1 Evolution temporelle des marchés du pétrole et de 16 classes

de marchandises :  $CAH[M_p \times T] \times [I \cup J]$  : Ainsi qu'on l'a dit au § 0.4, on entend, en bref, par marché  $m$  au cours de l'année  $t$ , la suite des deux profils donnant les parts des 30 pays de l'OPEP et de l'OCDE dans le flux de  $m$ .

L'arbre de classification obtenu reproduit assez bien celui du § 4.0, construit sans distinction de temps. Il y a quelques classes pures formées de 10 profils (0-9BRUT, 0-9AVIom, 0-9CHMie, 0-9TABac & boissons) ; et la perfection de plusieurs classes n'est troublée que par un éparpillement de points que pour diverses raisons on peut éliminer. Le poste N.Classé ne prétend rien être de précis, même s'il cache des armes, de l'or, peut-être des diamants (en provenance de la BELgique) ; VÉHiCules (remorques et autres non-automobiles) est un poste léger (et hétéroclite) qu'on peut cumuler avec VOItures ; HUIles n'est qu'un appendice à NOUrriture. Ainsi comme on l'annonçait au § 4.0, la présente analyse suggère de substituer à la nomenclature M à 16 postes, une nomenclature M' à 13 postes ; laquelle sera adoptée dans la suite du § 4.

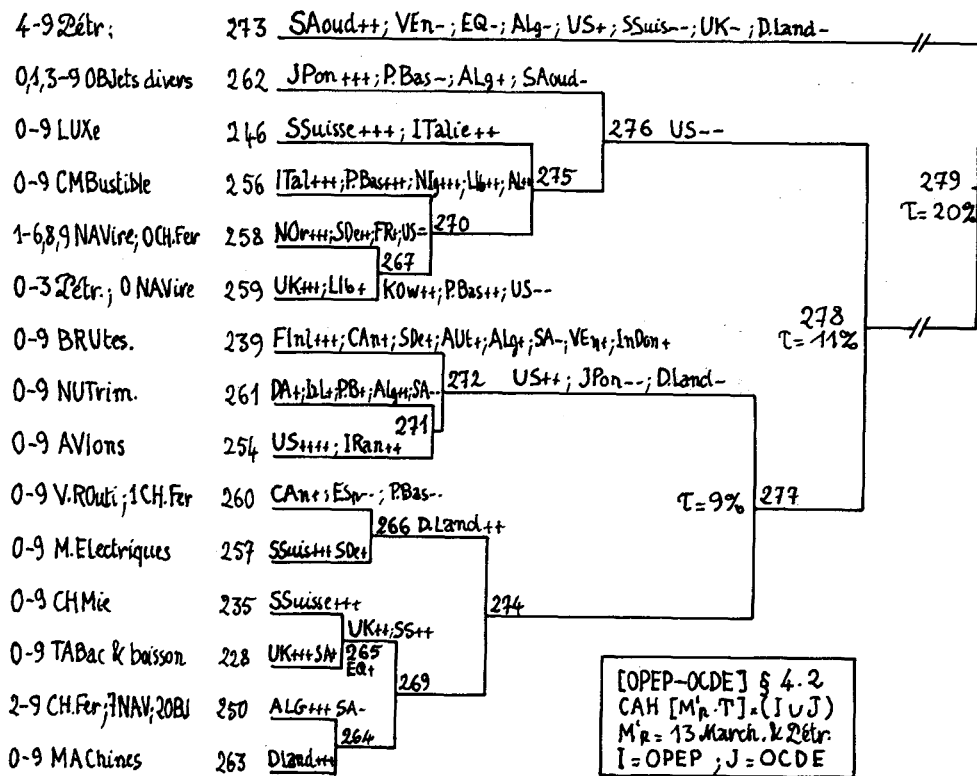


#### 4.2 Evolution temporelle des marchés du pétrole et de 13 classes de marchandises : CAH [M<sub>p</sub>.T] × (I ∪ J) :

La présente classification ne diffère de celle du § 4.1 que par une réduction de nomenclature. L'effet attendu est obtenu : il y a maintenant 9 séries pures de 10 années, pour LUXe, CMB, BRUTES, NUTriments, AVIONS, M.Electriques, CHIMIE, TABAC, et MACHINES ; les 4 autres postes de la nomenclature M' fournissent des classes perturbées seulement par une ou deux exceptions par exemple la classe 260 se compose de la série 0-9V.Routier avec en plus 1CH.Fer ; la classe 262 contient toutes les années de OBJ, sauf 2OBJ (1972) qui avec 7NAV et 8 années de CH. de Fer (2-9CHF) forme la classe 250 ; etc. . Les marchés annuels du pétrole, début de période et fin de période : mais cela ne doit pas surprendre, si on se souvient de l'évolution rapide observée au § 2.2.

Dans la définition des marchés inscrite sur les branches de l'arbre, les noms des pays de l'OCDE reviennent plus souvent que ceux des pays de l'OPEP : on adit en effet au § 4.0 que les pays de l'OCDE sont plus distincts quant à leurs exportations (de marchandises) , que ne le sont les pays de l'OPEP quant à leurs importations. Ce fait sera confirmé dans la suite.

La définition de chaque marché est intéressante : par exemple, la classe 254 (0-9AVIONS) est notée US+++ ; IRan++ ; en amont on trouve de plus auprès du noeud 272 des indications complémentaires (valant pour toutes les classes qui dépendent de ce noeud) : JaPon-- , D.Land - on sait en effet que dans ces deux puissants pays industriels, la branche aéronautique avait complètement disparu après la 2-ème guerre mondiale. Au reste, il suffit de lire le graphique.

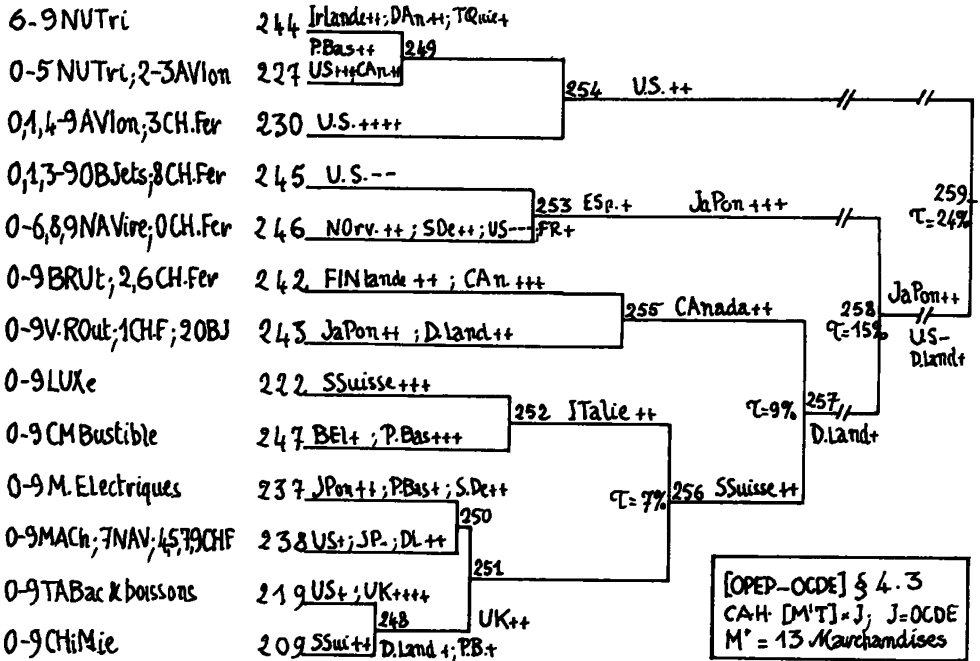


#### 4.3 Evolution temporelle de 13 classes de marchandises caractérisées par leur profil de vente par les pays de l'OCDE : CAH[M<sub>r</sub>·T] × J :

Il y a cinq classes pures de 10 profils : ce sont 0-9LUXE , (Suisse+++ ; ainsi qu'ITalie++ , en amont sur le noeud 252) ; 0-9CMBustible (Pays-Bas+++ ; ainsi qu'ITalie++ sur 252) ; 0-9M.Electriques (JaPon++ ; Suède++ ; et Suisse++ , à lire sur le noeud 256, qui comprend la classe 237) ; 0-9TABac & boissons (UK+++ ) ; et enfin 0-9CHimie (Suisse++ et UK++).

En outre quelques classes ne sont gâtées que par deux exceptions ; NUTriment est scindé en deux parce que, en fin de décennie, des pays exportateurs européens (IRlande, DANemark) sont particulièrement actifs sur le marché ; 0-9VROUTier apparaît associé à JaPon, D.Land (et aussi Canada). Etc. .



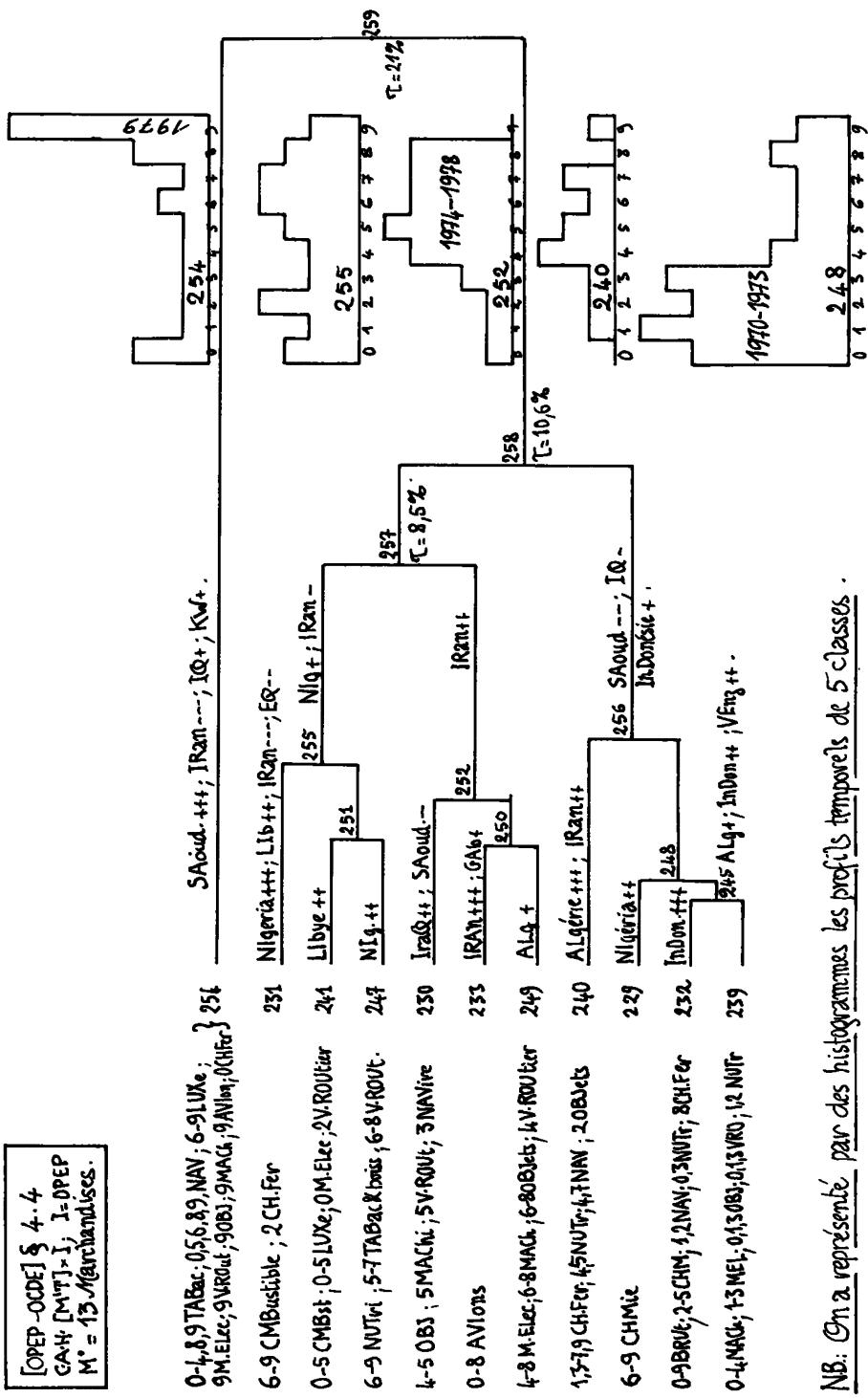


4.4 Evolution temporelle de 13 classes de marchandises caractérisées par leur profil d'achat par les pays de l'OPEP : CAH[M' × T] × I :

La lecture d'un arbre de CAH sur un ensemble de 130 points (Card M' = 13 ; Card T = 10) peut laisser perplexe, quand il n'apparaît pas de classes interprétables : en descendant l'arbre on ne trouve ici aucune classe pure formée des 10 profils annuels d'une même marchandise ; il y a seulement quelques classes pures (ou quasi pures) incomplètes : la plus notable étant 0-8 AVIONS, associée à l'IRAN. Considérons cependant la partition de l'ensemble M' × T en 5 classes, obtenue en retenant les 4 noeuds les plus hauts (259, 258, 257, 256) : plusieurs de ces classes, hétérogènes quant aux marchandises, ont une distribution temporelle remarquable : la classe 254 associée à l'Arabie SAoudite et opposée à l'IRAN comprend 8 des 13 profils de l'année 1979 ; avec 14 autres profils étalés de 1970 à 1978. La classe 255 nous paraît avoir un histogramme temporel plat. Mais la classe 252 dont la caractéristique majeure est IRAN++, n'a aucun profil de 1979, et culmine de 1974 à 1978. La classe 240 est plate. Enfin la classe 248 culmine nettement de 1970 à 1973 : elle est caractérisée par l'absence de l'Arabie SAoudite (SA--) voire de l'Iraq (IQ-) avec une certaine présence de l'Indonésie (ID+).

Ainsi alors que les pays de l'OCDE se caractérisent dans leurs exportations par des spécialités relativement constantes, qui dans les analyses antérieures ont souvent contribué à former des classes pures de 10 profils annuels afférents à une même marchandise, les pays de l'OPEP offrent un marché mouvant relativement peu différencié quant aux produits qu'ils absorbent, mais dont le centre de gravité se déplace notablement au cours du temps. Ces caractères nous sont apparus dès le § 1.2 ; ils sont confirmés aux §§ 5 et 6.

[OPEP - OCDE] § 4.4  
 GAN4 (M+T)-I, I=DPEP  
 M° = 13 Merchandises.



NB: On a représenté par des histogrammes les profils temporels de 5 classes.

5 Evolution temporelle des pays de l'OCDE dans leurs relations avec l'OPEP du triple point de vue des classes de marchandises exportées, des acheteurs de ces marchandises et des fournisseurs de pétrole

Le présent § complète à la fois les §§ 3 et 4.3 : il complète le § 3 en ce que, par la distinction des classes de marchandises, il fournit pour les pays de l'OCDE des caractéristiques stables que ne donnait pas au § 3 la seule répartition des exportations et importations sur l'ensemble des pays de l'OPEP ; il complète le § 4.3 en considérant la correspondance entre l'ensemble J des pays de l'OCDE et l'ensemble M des classes de marchandises, non comme au § 4.3, quant à la mobilité des profils sur J des éléments de M, mais quant à la mobilité des profils sur M des éléments de J.

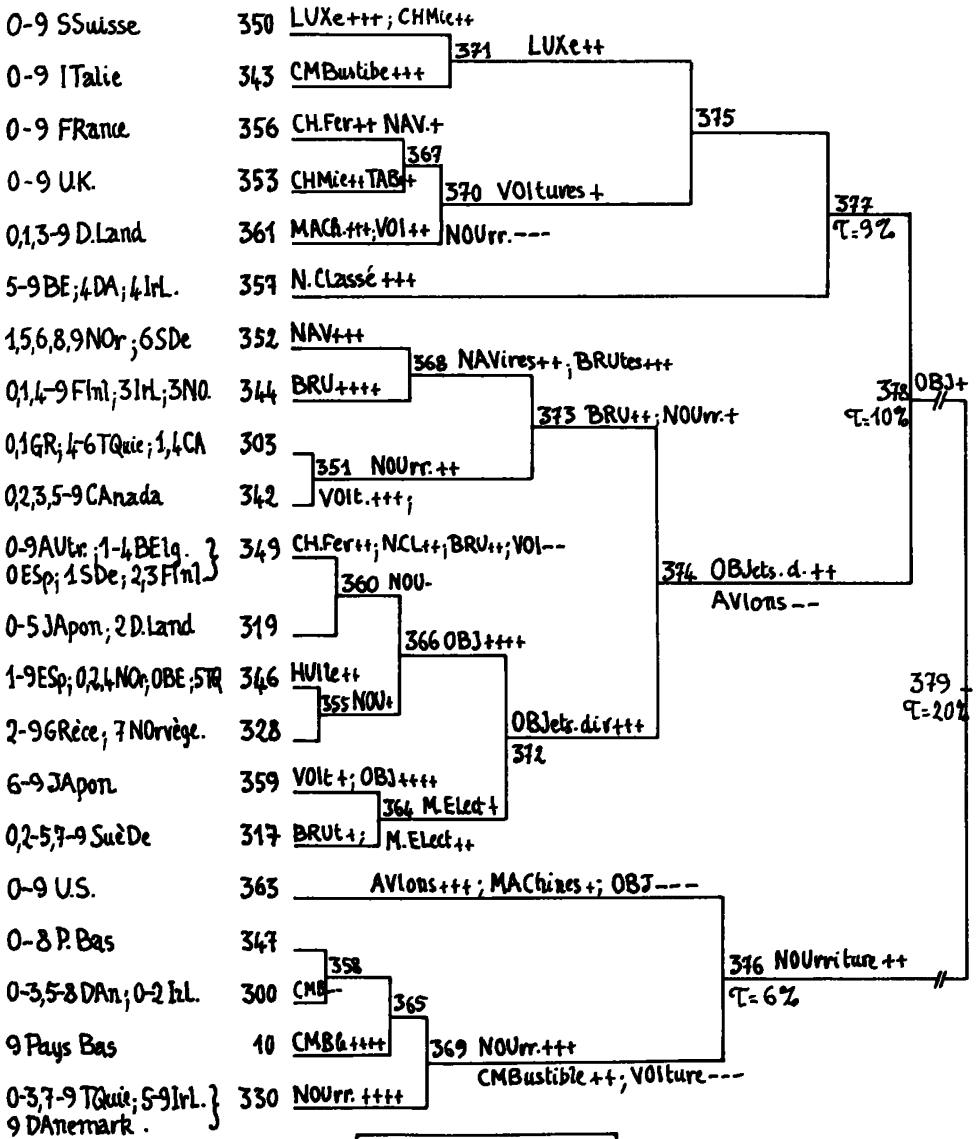
5.1 Evolution temporelle des pays de l'OCDE caractérisés chacun par les marchandises qu'ils vendent à l'ensemble des pays de l'OPEP :

CAH:[J × T] × M : Le tableau de marge ternaire  $kM(J, M, T)$  (obtenu à partir du tableau quaternaire  $kM(I, J, M, T)$  par cumul sur I) est ici considéré comme un tableau binaire  $kM(JT, M)$  d'après lequel on effectue une CAH sur  $J \times T$ .

Pour la caractérisation des pays cette CAH fournit des résultats beaucoup plus distincts que celle du § 3.1 (la CAH:[JT](IMuIP)). Ici 5 pays (Suisse, l'Italie, France, UK, US) fournissent une classe pure de 10 profils ; 4 autres fournissent une classe de 9 profils (D.Land, Pays-Bas), ou 8 profils (Canada, Suède) ; pour d'autres encore (Grèce, Danemark, Finlande) on a une classe presque pure contenant presque tous les profils. Le Japon montre une évolution temporelle : on a d'une part la classe 319(0-5Japon et 2D.Land) caractérisée par OBJ+++ (et AVions--) ; et d'autre part la classe 359 (6-9Japon) qui outre les OBJets divers (OBJ+++), a pour caractéristique les ventes de voitures (VOI+) : marché où le Japon a grandement pénétré au cours de la décennie 1970-79.

On notera que 0-9Suisse et 0-9Italie sont réunis dans la classe 371(LUXe++). De même que France et UK dans la 367 ; classe qu'il est difficile de caractériser (sinon par des ventes de VOitures dépassant la moyenne) car elle est très proche du profil moyen (cf. *infra* § 5.3). Il n'est pas surprenant que VOitures, NOUrriture et AVions servent souvent à caractériser des classes : l'industrie aéronautique est un quasi monopole de certains pays, elle est totalement absente de la plupart des autres. Certains pays européens n'ont pas d'industrie automobile ; les exportations de nourriture sont une spécialité de certains pays européens (P.-Bas, Danemark pour les produits laitiers) et des pays d'Amérique du Nord (US, Canada pour les céréales). On notera encore que les 10 profils de l'Espagne sont dans la classe 346 caractérisée par OBJ+++ (comme tout le noeud 366 ou 346 est incluse) AVions-- (comme 374), NOU+ (niveau 355) et HUIle++. La présence dans 346 de 0,2,4Norvège et OBElgique nous rappelle que le poste HUIle (dont le libellé exact est : huiles, graisses et cires d'origine animale ou végétale) doit évoquer non seulement l'huile d'olive, mais l'huile de baleine ou l'huile de colza !

Au reste d'après les marchandises qui étiquettent les noeuds et classes de l'arbre qu'on a figuré, on pourrait répéter tout ce qui a été dit au § 4.3 quant aux spécialités des pays de l'OCDE. D'autre part le § 5.3 donne par l'analyse factorielle une vue spatiale des associations entre J (exportateurs) et M (marchandises) et de leur évolution temporelle.

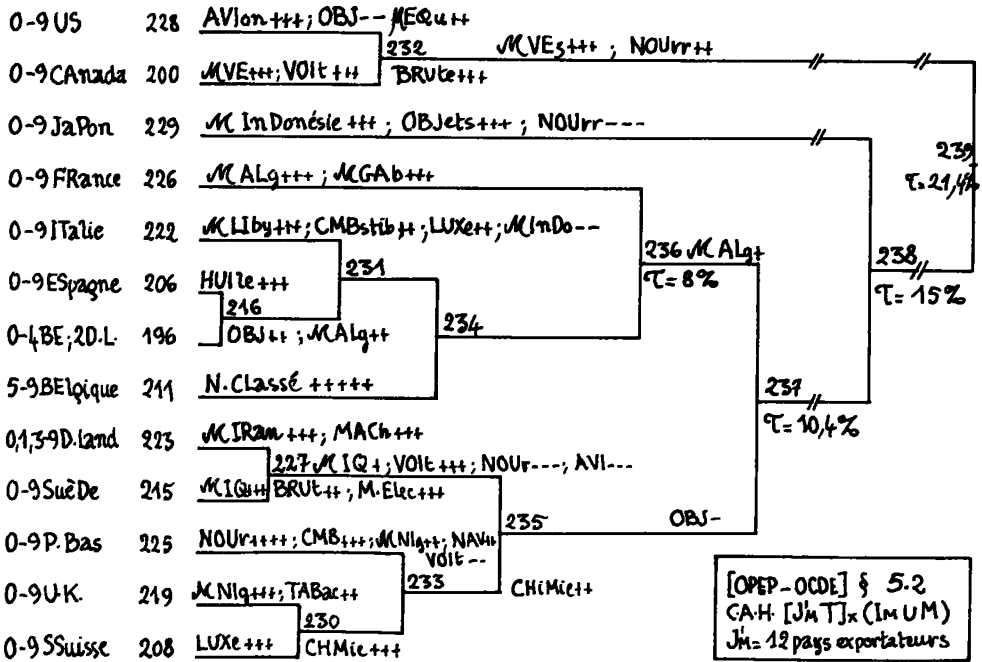


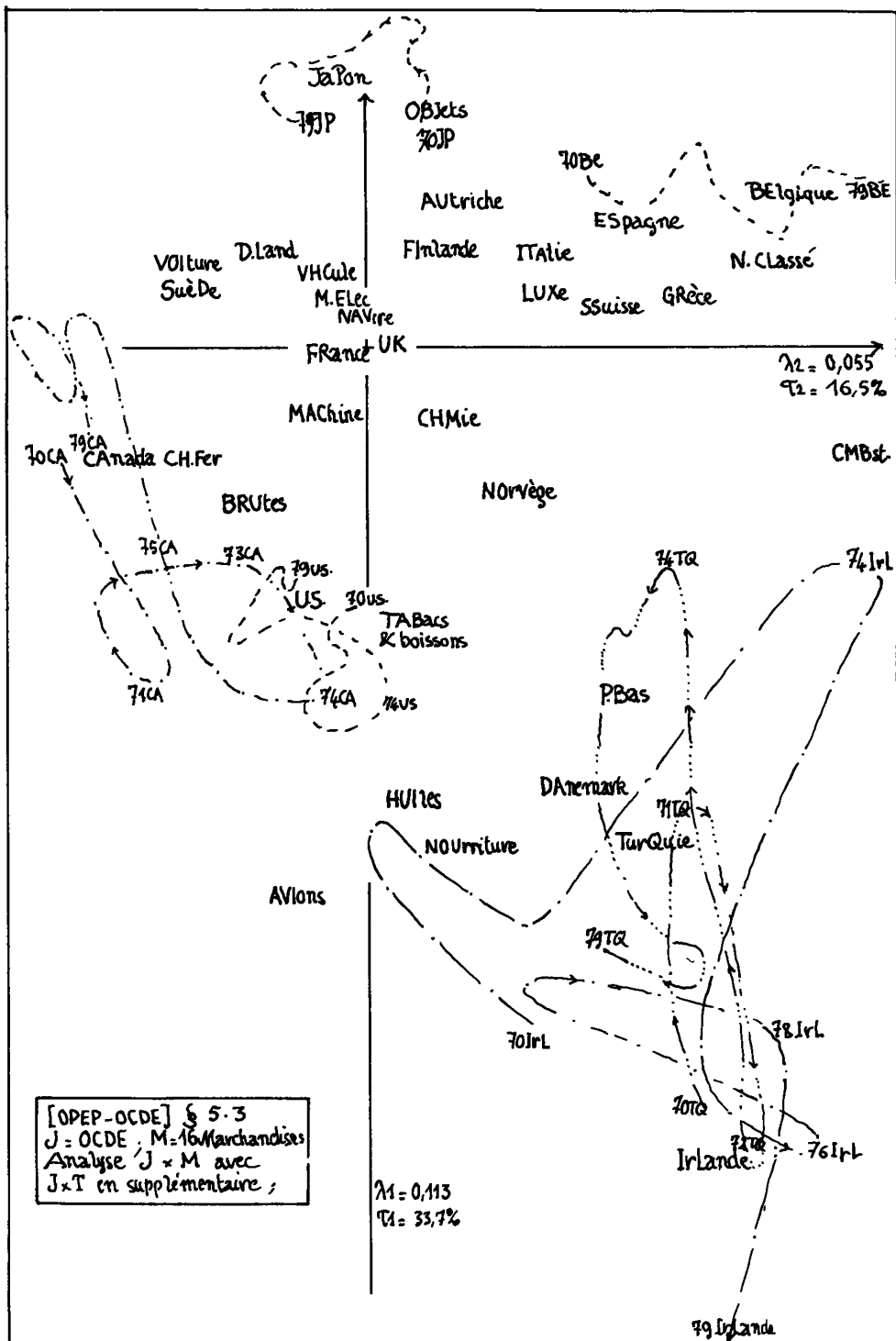
[OPEP-OCDE] § 5.1  
 CA+ [J.T.]M, J=OCDE  
 M = 16 Marchandises

5.2 Evolution temporelle des 12 principaux pays exportateurs de l'OCDE, caractérisés simultanément par les marchandises qu'ils vendent et les pays acheteurs : CAH:[J' x T](I<sub>M</sub> u M) :

Même s'il est impossible de définir par des caractères stables les pays de l'OCDE tant qu'on ne distingue pas les diverses classes de marchandises (cf. § 3), la considération des pays destinataires (voire des pays fournisseurs de pétrole) peut perfectionner la typologie obtenue au § précédent (§ 5.1). En effet outre le tableau ternaire kM(J,M,T) deux autres tableaux ternaires kM(I,J,T) et kP(I,J,T) peuvent être regardés comme des tableaux binaires dont l'ensemble des lignes est J x T, l'ensemble des colonnes étant respectivement M, IM, IP (i.e. I, l'OPEP, comme importateur de marchandises ou exportateur de pétrole) Au § 5.4 on donnera un exemple de résultats issus de l'analyse de trois tableaux juxtaposés (analyse J x (M u IM u IP) avec J x T en supplémentaire); ici on se borne à la juxtaposition de deux tableaux : ce qui fournit la meilleure séparation des pays de l'OCDE en classes distinctes ; de plus afin de donner un exemple de classification aussi claire que possible, on considère non l'ensemble J de 19 pays de l'OCDE, mais le sous-ensemble J' des 12 pays dont le volume d'exportation est le plus fort.

Ainsi 10 pays sur 12 fournissent une classe pure de 10 profils. Comme au § 5.1, l'année 2DL (1972 Deutschland) se sépare des 9 autres années du même pays qui forment une classe pure. La Belgique est partagée entre deux classes : d'une part 196(0-4BE ; 2DL); d'autre part 211(5-9 BELgique), caractérisée par N.Classé++++ ; on a déjà vu au § 4.1, 5-9 N.Classé caractérisé par BEL+++ ; le terme de N.Classé n'est certes pas précis ; répétons toutefois qu'il pourrait s'agir de diamants achetés à Anvers en pétro-dollars. (On a rencontré dans une autre analyse de données cette spécialisation de la Belgique : cf. T. Gopalan : [EXPORT. INDE] § 4.4 ; in C.A.D. Vol V n° 4 ; 1980).





Sur le dessin de l'arbre, les caractères des classes sont soit des noms de marchandises soit des noms de pays de l'OPEP, précédés de la lettre  $\mathcal{M}$  qui rappelle que ces pays sont ici considérés comme importateurs. Il vaut la peine de comparer l'importance relative de ces deux types de caractères. Un pays comme le France qui quant aux classes de marchandises est proche du centre de gravité (cf. §§ 5.1 et 5.3) se distingue ici par des liens commerciaux avec l'ALgérie et le GABon ; pour caractériser UK, on trouve à la fois  $\mathcal{M}$ NIgéria+++; TABac++ ; CHiMie+++ . Au § 5.4 l'analyse factorielle du tableau rectangulaire  $J \times (M \cup IM \cup IP)$  permet de chiffrer la part relative qu'ont dans l'inertie totale du nuage, c'est-à-dire dans la variance de J, les trois types de variables M, IM, IP.

Le lecteur qui cherche les spécificités de chaque pays de l'OCDE, les lira sans phrases sur l'arbre ; attirons toutefois son attention sur la partition géographique en 4 classes que fournit la partie supérieure de la hiérarchie

232 = US, CA ; 229 = Japon ;

236 = FR, IT, ESP, BELgique (avec 2DL) ;

235 = UK, P.-Bas ; Suisse ; SUède ; D.Land (sauf 2DL).

5.3 La correspondance entre pays de l'OCDE et classes de marchandises, dans son évolution temporelle : On analyse le tableau rectangulaire  $kM(J,M)$  avec en supplémentaire le tableau  $kM(JT,M)$  : les informations traitées sont donc les mêmes qu'au § 5.1.

Nous présentons les 4 premiers axes qui totalisent 75% de l'inertie du nuage.

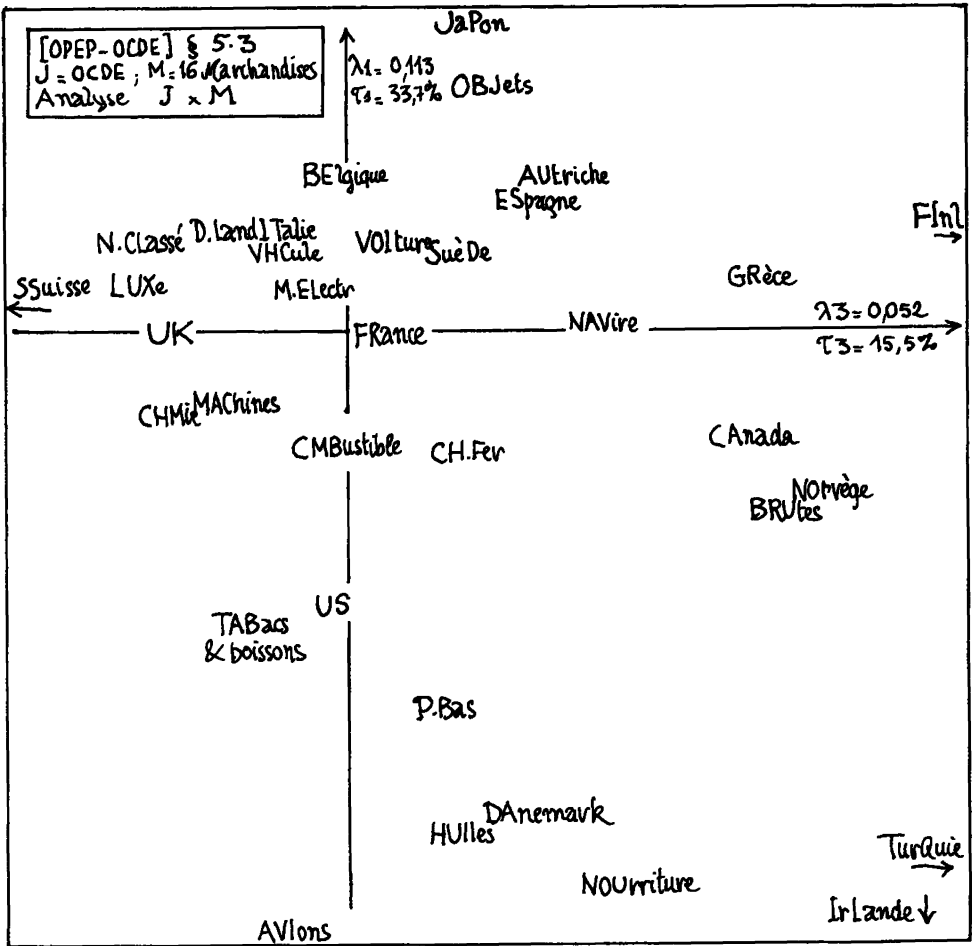
L'axe 1 est dominé par les USA et le Japon : ces deux pays sont les principaux exportateurs de marchandises vers l'OPEP (US = 21% ; JP = 17%) ; et leurs produits sont dans une large mesure complémentaires : AVIONS ; NOURriture (et HUILES) ainsi que MACHINES non électriques pour les US, - et au contraire pour le Japon : OBJets divers, Machines ELectriques, VOItures...

Sur l'axe 2 COMbustible s'oppose à VOItures : parmi les principaux exportateurs de produits raffinés (IT, PB, BE), il y en a deux, les Pays-Bas et la BELgique, qui ne produisent guère de VOItures.

Sur l'axe 3 la Suisse associée aux articles de LUXE et à la CHiMie, s'oppose au Canada, associé aux matières BRUTES et à la NOURriture (Blé).

Sur l'axe 4 (non figuré) la BELgique (CTR4(BE) = 612) est fortement associée aux transactions Non CLassées (CTR4(NCL) = 729).

Selon nous le plan  $1 \times 3$  offre l'image globale la plus fidèle, tandis que les axes 2 et 4 sont liés à des faits particuliers. On notera dans le plan  $1 \times 2$  la grande stabilité temporelle des US et du Japon opposée à la mobilité d'exportateurs moins puissants. Toutefois tandis que la trajectoire nouée de US se referme presque (79US # 70US) le Japon par un mouvement sinueux gagne le quadrant du point VOItures ; ce qu'on rapprochera des faits notés au § 5.1.

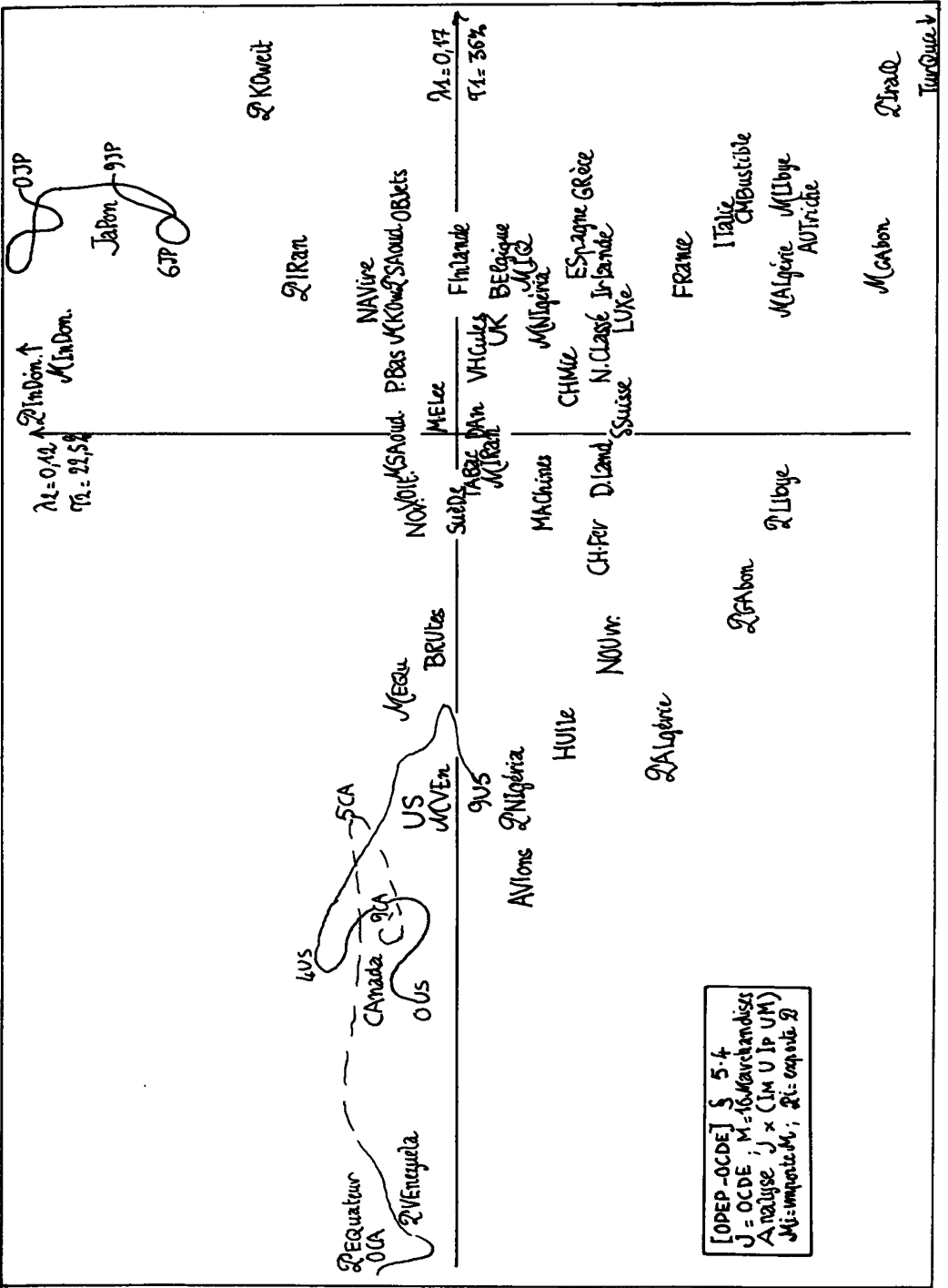


5.4 Les pays de l'OCDE caractérisés par les classes de marchandises exportées, les acheteurs de ces marchandises et les fournisseurs de pétrole : Sous ce titre on rend compte de l'analyse du tableau principal  $J \times (M \cup IM \cup IP)$  avec en supplémentaires (JT)  $(M \cup IM \cup IP)$ .

Sur le plan  $1 \times 2$ , seul figuré ici, on trouve les sigles de pays de l'OCDE, éventuellement accompagnés d'une ligne temporelle; les sigles des classes de marchandises; et ceux des pays de l'OPEP, d'une part avec l'initiale  $M$  (importateurs de marchandises) et d'autre part avec l'initiale  $P$  (exportateurs de pétrole). Les proximités que montre ce plan nous sont déjà connues. Mais l'analyse offre diverses vues originales.

Quant à la réciprocité des échanges la comparaison déjà faite au § 2.4 entre les profils sur  $J$  (OCDE) des pays de l'OPEP considérés d'une part comme importateurs de marchandises (e.g.  $M$ AL) et d'autre part comme exportateurs de pétrole (e.g.  $P$ AL), se retrouve ici: ainsi  $M$ ALGérie,  $M$ GABon, et  $M$ LIBye sont dans le





même quadrant que France et Italie ; tandis que *Algérie*, *Gabon* et *Libye* s'en écartent en direction de US. Sur l'axe 1 *Nigéria* proche de UK ( $F1 > 0$ ) s'oppose à *Nigéria* proche de US ( $F1 < 0$ ) ; *Equateur* et *Vénézuéla* sont beaucoup plus excentriques du côté de US, que ne le sont *VE* et *EQ*, (l'Equateur, on le sait reçoit quelques importations du Japon : cf. § 2.1.2). De même *Indonésie* est encore plus exclusif que *Indonésie* dans son association avec le Japon.

Un autre intérêt de cette analyse est dans les tableaux de valeurs numériques. Prenons pour l'ensemble des variables principales les colonnes POID et INR ; faisons les totaux partiels pour les trois sous-ensembles de variables M, IM, IP ; on a :

$$\text{POID}(M) = \text{POID}(IM) = 260 \quad ; \quad \text{POID}(IP) = 480 \quad ;$$

$$\text{INR}(M) = 176 \quad ; \quad \text{INR}(IM) = 194 \quad ; \quad \text{INR}(IP) = 630.$$

L'égalité de POID entre M et IM ne surprendra pas : il s'agit du même flux de Marchandises ; ventilé deux fois suivant des partitions différentes : aussi le flux de Pétrole qui en valeur est presque double ( $480 \# 2 \times 260$ ) reçoit presque la moitié du POID. Quant à l'inertie, les parts de M et IM diffèrent peu ; mais celle de IP proche des  $2/3$ , est 1,3 fois sa masse ( $630/480 = 1,31$ ) les plus fortes contributions viennent du Vénézuéla ( $\text{INR}(VE) = 150$ ) ; de l'Iraq ( $\text{INR}(IQ) = 107$ ) et de l'Indonésie ( $\text{INR}(ID) = 94$ ) : il s'agit respectivement d'association avec US, d'exclusion de US, d'association avec le Japon. Malgré ces contributions massives, on a vu aux §§ 3, 5.1 et 5.2, que c'est sur la distinction des classes de marchandises (M) que se fonde une caractérisation des pays de l'OCDE ; les destinataires de ces marchandises (IM) jouant ensuite un rôle plus important que l'origine des importations de pétrole (IP) : ce que l'on rapprochera de ce que plus de la moitié de l'inertie de IP vient de trois faits ( $US \sim VE$  ;  $US \neq IQ$  ;  $JP \sim ID$ ) déjà visibles au niveau de IM.

Quant à la dispersion temporelle des profils des pays de l'OCDE, le listage mérite également d'être consulté : la colonne INR de l'ensemble J des éléments principaux a pour total 1000 ; le total de la colonne INR de l'ensemble JT des él. supplémentaires étant 1304 : donc le rapport de l'inertie totale à l'inertie interclasse (i.e. inter-pays) est 1,304 ; et le rapport de l'inertie intra-classe (ou intra-pays) à l'inertie inter-pays est 0,304. Il s'agit ici de l'inertie dans tout l'espace ; quant à l'inertie sur chaque axe on prendra de même les colonnes CTR : on trouvera respectivement sur les axes 1 à 7 les rapports suivants de l'inertie intra-pays à l'inertie inter-pays.

$$R1 = 0,046 \quad ; \quad R2 = 0,051 \quad ; \quad R3 = 0,140 \quad ; \quad R4 = 0,109$$

$$R5 = 0,305 \quad ; \quad R6 = 0,274 \quad ; \quad R7 = 0,455.$$

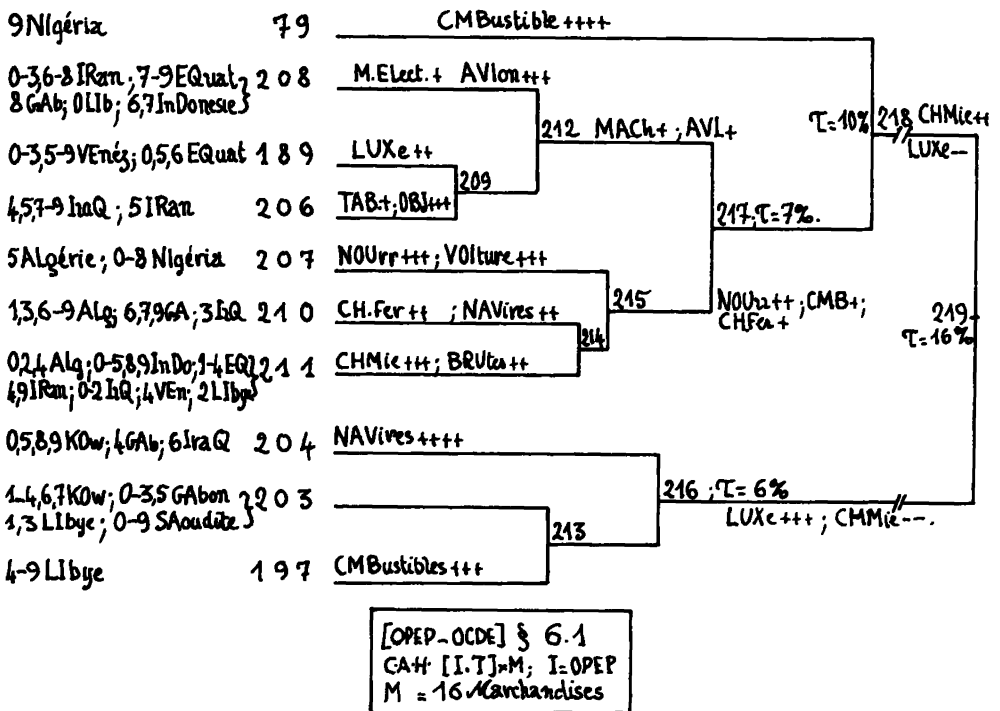
Ces rapports croissent lentement : les plus faibles valeurs sont sur les axes 1 et 2 : le plan  $1 \times 2$  est donc celui où on a la meilleure concentration de chacune des classes de 10 profils afférentes aux pays de l'OCDE ; donc aussi vraisemblablement la meilleure séparation entre ces classes.

6 Evolution temporelle des pays de l'OPEP dans leurs relations avec l'OCDE du triple point de vue des classes de marchandises importées, des fournisseurs de ces marchandises et des acheteurs de pétrole : Formellement le présent § ne diffère du § 5 qu'en ce que les rôles de l'OPEP et de l'OCDE sont échangés ; il complète à la fois les §§ 2 et 4.4 Mais tandis que la

distinction des classes de marchandises est essentielle pour caractériser les pays de l'OCDE, elle n'ajoute que des détails à la caractérisation des pays de l'OPEP déjà obtenue clairement au § 2.

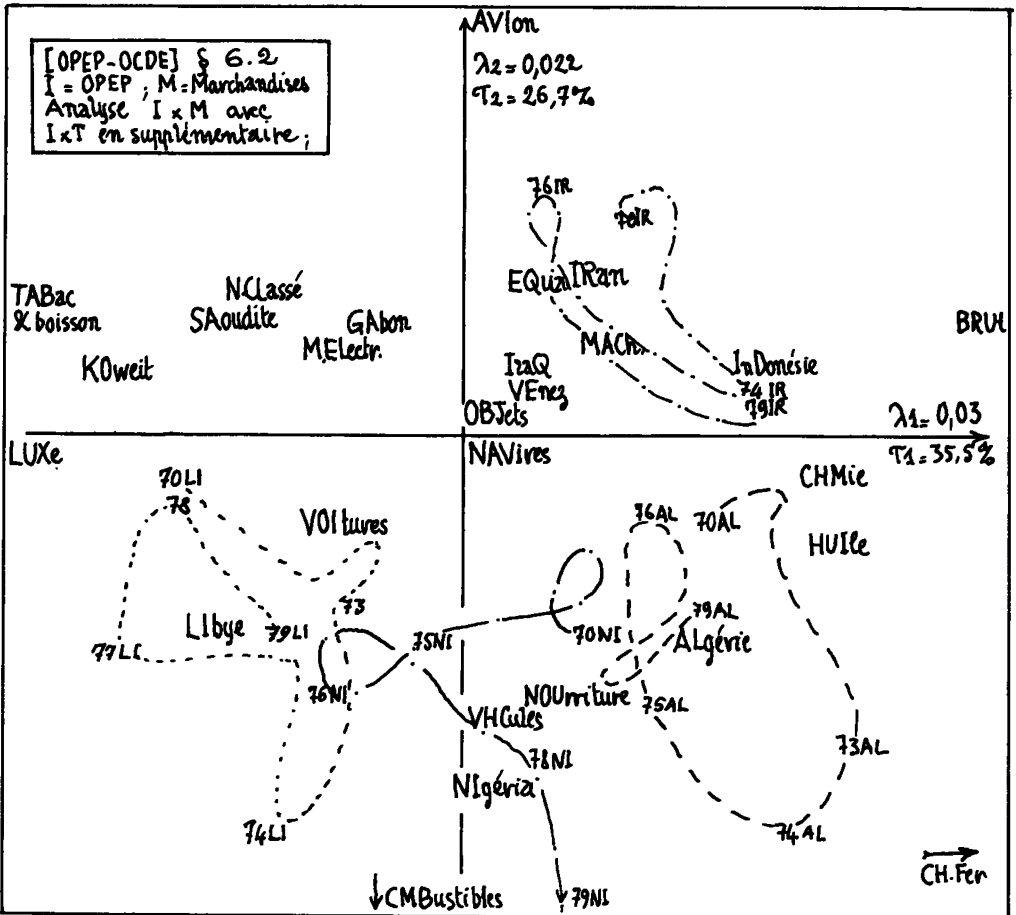
6.1 Profils annuels des pays de l'OPEP caractérisés chacun par les marchandises qu'ils achètent à l'ensemble des pays de

l'OCDE : CAH:[I x T] x M : En descendant l'arbre taxinomique on ne rencontre presque aucune classe susceptible d'une interprétation simple. Dans la partition en dix classes qu'on a figurée, on remarque toutefois 197 (4-9 Libye) ; 189 (0-3,5-9Vénézuéla ; 0,5,6 Equateur) ; 207 (5 Algérie ; 0-8 Nigéria) etc ; mais il n'y a aucune classe pure de 10 profils, alors qu'on en a trouvé 5 au § 5.1 dans l'étude analogue sur l'OCDE.



6.2 La correspondance entre pays de l'OPEP et classes de marchandises, dans son évolution temporelle : On analyse le tableau rectangulaire km(I,M) avec en supplémentaire le tableau km(IT,M) : les informations traitées sont donc les mêmes qu'au § 6.1.

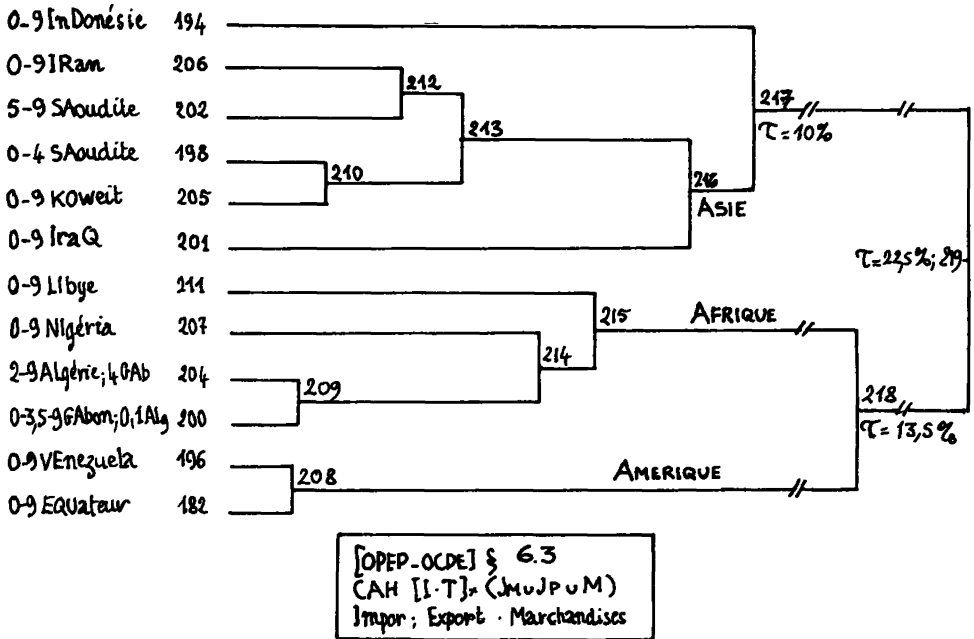
Les deux premiers axes totalisent 62% de l'inertie ; et leur interprétation est claire. Sur l'axe 1, LUXe et TABacs et boissons, associés à KOWeit, Arabie SAoudite et Libye (du côté négatif) s'opposent à BRUte, CHiMie HUIle (et CH. de Fer) associés à ALGérie, InDonesie (du côté positif) : ce facteur caractérise donc les dépenses des pays de l'OPEP en fonction du revenu par tête d'habitant : très fort du côté négatif ; modéré du côté positif. Sur l'axe 2 CMBustibles associés du côté négatif à trois pays africains dont la capacité de raffinage est insuffisante (Nigéria,



Algérie, Libye) s'oppose à AVions qui marque l'extrémité positive. Bien que certaines soient de grande amplitude, les trajectoires des pays restent dans une même zone du plan  $1 \times 2$  : par exemple l'Algérie est sur le quadrant ( $F_1 > 0$ ,  $F_2 < 0$ ), où on remarque le point CH. de Fer ; Nigéria évolue au voisinage du demi-axe 2 négatif ; Libye, dans le quadrant ( $F_1 < 0$ ,  $F_2 < 0$ ) ; etc. . Sur la colonne INR du listage, on lit que l'inertie de  $I \times T$  est 1,916 celle de  $I$  (car le total pour  $I$  de la colonne INR est 1000 ; tandis qu'il est 1916 pour les éléments supplémentaires de IT). Le rapport de l'inertie intra-pays à l'inertie inter-pays est donc 0,916 : rapport 3 fois plus élevé que celui trouvé ci-dessus au § 5.4.

6.3 Classification des profils annuels des pays de l'OPEP caractérisés par les classes de marchandises importées, les fournisseurs de ces marchandises et les acheteurs de pétrole :

CAH:  $[I \times T] \times (M \cup J_M \cup J_P)$  : L'intérêt de cette C.A.H. est qu'elle fournit le même résultat que celle sur  $[I \times T] \times (J_M \cup J_P)$  commentée au § 2.3 : non seulement on a la même partition en 12 classes quasi parfaites mais les numéros mêmes des classes, dans la partie



supérieure de l'arbre ne sont pas modifiés par l'adjonction des données relatives à M (types de marchandises) : ce qui prouve que les classes groupées suivant les mêmes affinités géographiques se subdivisent aussi à des niveaux qui s'ordonnent semblablement. Le rôle mineur de M dans la constitution de cette hiérarchie apparaît aussi sur le listage VACOR des aides à l'interprétation de la CAH : dans les colonnes COR (cosinus carré de l'angle formé avec l'axe d'une variable par le rayon joignant le centre du nuage au centre d'une classe ; ou contribution relative de la variable à l'écart de la classe) afférentes aux variables du groupe M, il apparaît une seule valeur supérieure à 50/1000, pour les 30 classes supérieures de la hiérarchie : il s'agit de la COR de Combustible pour la classe 207 (Nigéria).

## 7 Conclusion

Ainsi qu'on l'a dit au § 0.2 l'ensemble des données analysées ici peut être regardé comme un tableau quaternaire unique  $I \times J \times Mp \times T$ , contenant  $11 \times 19 \times 17 \times 10$  nombres : soit 35.530 nombres ; ou encore si on range ces données en tableaux rectangulaires partiels J. Mp donnant chacun pour un pays i et une année t l'ensemble des échanges avec l'OCDE par pays et matière, on dira qu'il s'agit de 110 tableaux  $19 \times 17$ . Nous ne croyons pas qu'aucun économiste, fût-il statisticien et avide de nombres, puisse lire avec une attention soutenue l'ensemble de ces 110 tableaux. Elaborées sous forme d'arbres de classifications et de cartes planes, dont un commentaire concis signale les points remarquables, ces données deviennent lisibles. Reste à s'interroger sur l'intérêt d'une telle lecture ?

Reconnaissons d'abord que la réponse à une question comme : l'Algérie a-t-elle acheté du matériel ferroviaire allemand en 1977?, ne se trouve de façon certaine que dans les tableaux initiaux eux-mêmes auxquels on ne sera jamais dispensé de revenir.

Cependant la synthèse effectuée par l'analyse des données ne se borne pas à des généralités, connues de tous les spécialistes ; telles que : les relations économiques entre l'Iraq et les USA sont peu intenses ; ou encore : les USA cherchent à s'approvisionner en pétrole en Amérique (Vénézuéla ; Equateur) ou en Afrique (Nigéria ; Algérie ; Libye) plutôt que dans le Moyen-Orient ; etc.. L'analyse donne pour chaque pays ou chaque classe de marchandises des caractères spécifiques et en précise la stabilité temporelle ; ce qu'un spécialiste a de la peine à découvrir par sa seule intuition.

S'ils ne répondent pas à des questions ponctuelles (cf. *supra*), les arbres et plans publiés ici sont d'une consultation facile : s'interroge-t-on sur les relations de l'Allemagne Fédérale avec l'OPEP ? Les arbres des §§ 3.1 et 3.2 indiquent que ce pays vend à l'Iran, ainsi qu'à l'Algérie ; mais non à l'Arabie Saoudite ; et achète du pétrole libyen, puis algérien, mais non saoudien.

Enfin on s'interrogera sur la contribution de l'analyse des données aux modèles quantitatifs et aux prévisions.

La décennie 1970-79 est marquée par deux chocs pétroliers ; le premier (1973) est lié à une guerre dans le Proche-Orient ; le second (1979) à la politique intérieure de l'Iran. Il s'agit là d'événements politiques qu'un expert pouvait regarder comme possibles voire comme inéluctables, mais dont rien humainement ne permettait de fixer la date. Aucune méthode mathématique ne maîtrise de tels faits, pourtant essentiels. En revanche, *a posteriori* l'analyse des données reconnaît les profils stables et les points sensibles. Un modèle pourra supposer constant ce qui est stable, ou en extrapoler l'évolution ; il devra quant à ce qui est sensible envisager plusieurs hypothèses différentes, et donner des prédictions selon chacune de celles-ci. D'ailleurs un modèle ne sert pas qu'à prédire : plutôt que sur de véritables prédictions, la stratégie se fonde sur une vue de la situation présente, où les mouvements sont rapidement saisis.

Par la formule de reconstitution des données, l'analyse des correspondances constitue elle-même un modèle. Rappelons cette formule :

$$k(i,j) = (k(i)k(j)/k) (1 + \sum_{\alpha} \lambda_{\alpha}^{-1/2} F_{\alpha}(i) G_{\alpha}(j)) ;$$

interviennent d'une part les marges  $k(i)$ ,  $k(j)$  dont les variations temporelles sont souvent de grande amplitude et imprévisibles ; d'autre part les facteurs qui dérivent en général plus lentement.

Une autre formule, moins familière au non spécialiste, est sous-jacente à la description simplifiée des correspondances multiples (ici ternaires, ou quaternaires) : c'est la formule de décomposition des interactions. Si par exemple on suppose que sont nulles les interactions d'ordre supérieur à 2, un tableau multiple peut être reconstitué en fonction de ses seules marges binaires (rectangulaires) : voici la formule pour le cas ternaire :

$$k(i,j,t) \approx$$

$$(1/k) (k(i,j)k(t) + k(i,t)k(j) + k(j,t)k(i) - 2(k(i)k(j)k(t)/k)) ;$$

et dans le cas quaternaire on a :

$$k(i,j,m,t) \approx$$

$$(1/k^2) (k(i,j)k(m)k(t) + \text{sym...} - 5(k(i)k(j)k(m)k(t)/k)) ;$$

où on a noté "+sym..." pour indiquer qu'il y a une suite de six termes construits symétriquement et dont seul le premier est écrit.

L'analyse des correspondances ne traite directement que des tableaux rectangulaires ; toutefois une analyse telle que celle de  $(I \times T) \times J$  traite toute l'information contenue dans un tableau ternaire : elle incorpore donc dans ses résultats sous une certaine forme le terme d'interaction ternaire. Ce terme est-il apparu ici ? Autrement dit a-t-on vu une différence entre le tableau réel  $(I \times T) \times J$  et ce qu'aurait été ce tableau reconstitué en fonction des seules marges binaires ? La réponse nous paraît être : oui. Reportons-nous au plan 1 x 2 issu de l'analyse  $(I \times T) \times JP$  (§ 2.2.1). Plusieurs pays de l'OPEP (AL, LI, GA, NI) ont des profils qui se déplacent vers US : un tel mouvement doit nécessairement se produire en dehors de toute interaction ternaire, du seul fait que  $kP(US,t) / \bar{K}P(t)$  augmente avec le temps : si la part de US dans les importations croît, la formule barycentrique demande qu'en moyenne les pays exportateurs (de l'OPEP) aient des profils plus proches de US. Mais ce mouvement n'affecte pas l'Iraq : pour des raisons particulières  $kP(US,t)/\bar{K}P(t)$  croît sans que croisse  $kP(IQ,US,t)/kP(t)$ . C'est là un fait d'interaction ternaire ( le relâchement des relations entre ces deux pays au cours de la décennie...).

Ira-t-on jusqu'aux interactions quaternaires ? Une analyse du tableau  $k((M_p \times T)), (I \times J)$  ne les montre-t-elle pas ? Ce tableau binaire contient en effet toute l'information du tableau quaternaire. La structure en est claire, chaque ligne  $(m,t)$  décrit toutes les transactions sur une marchandise  $m$  pendant l'année  $t$  : c'est en plus précis, ce qu'au § 4 on a appelé un "marché" : on considérerait alors le tableau  $(M_p T)(I \cup J)$ . Mais que gagne-t-on à traiter des informations plus complètes ? L'ordinateur analyse aisément un tableau  $170 \times 176$  ; mais d'une part la lecture des résultats est difficile ; d'autre part entre les relations déjà contenues dans le tableau  $(M_p T)(I \cup J)$  et les faits ponctuels (contrat de tel pays avec tel autre ou telle année pour tel matériel) nous ne savons pas encore quelles structures générales chercher (ce pourrait être des faits tels que : relativement à un tableau reconstitué jusqu'aux interactions ternaires, les transactions entre le pays  $i$  et le pays  $j$  tendent à porter moins sur des produits primaires que sur des produits de technologie avancée...).

Nous croyons la présente étude utile ; mais il reste place à des recherches ultérieures.