

M. MBUYI

**Évolution et répartition géographique de
la consommation des produits raffinés en
Europe de 1950 à 1979**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 8, n° 4 (1983),
p. 425-438

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1983__8_4_425_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/>

ÉVOLUTION ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA CONSOMMATION DES PRODUITS RAFFINÉS EN EUROPE DE 1950 A 1979

[PETRO EUROPE]

par M. Mbuyi (1)

0 Introduction

Les annuaires de statistique que publie chaque année le comité professionnel du pétrole de France (C.P.D.P.) figurent parmi les ouvrages les plus complets de statistiques pétrolières.

Pour la présente étude, nous en avons extrait un remarquable tableau donnant en milliers de tonnes, la consommation de 12 produits pétroliers dans 17 pays d'Europe pendant 30 années successives (de 1950 à 1979).

L'Europe Occidentale est, après les Etats-Unis, le plus grand centre de consommation des produits pétroliers dans le monde. Les années considérées vont de la période du pétrole bon marché jusqu'à celle de la crise. D'où l'intérêt de notre étude rétrospective, susceptible également d'aider à la prospective.

1 Présentation des données

Les données que nous analysons constituent un tableau ternaire.

$$K_{IJT} = \{K(i,j,t) \mid i \in I ; j \in J ; t \in T\} ; \text{ où }$$

I = ensemble des pays

J = ensemble des produits

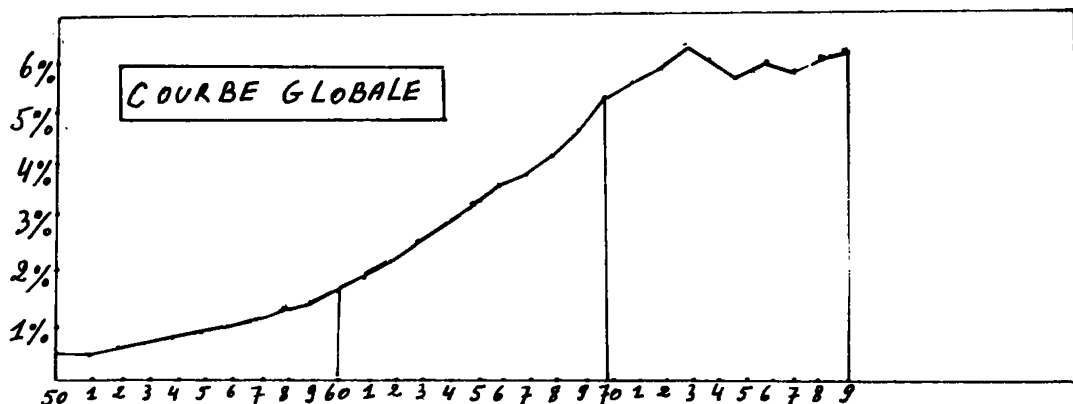
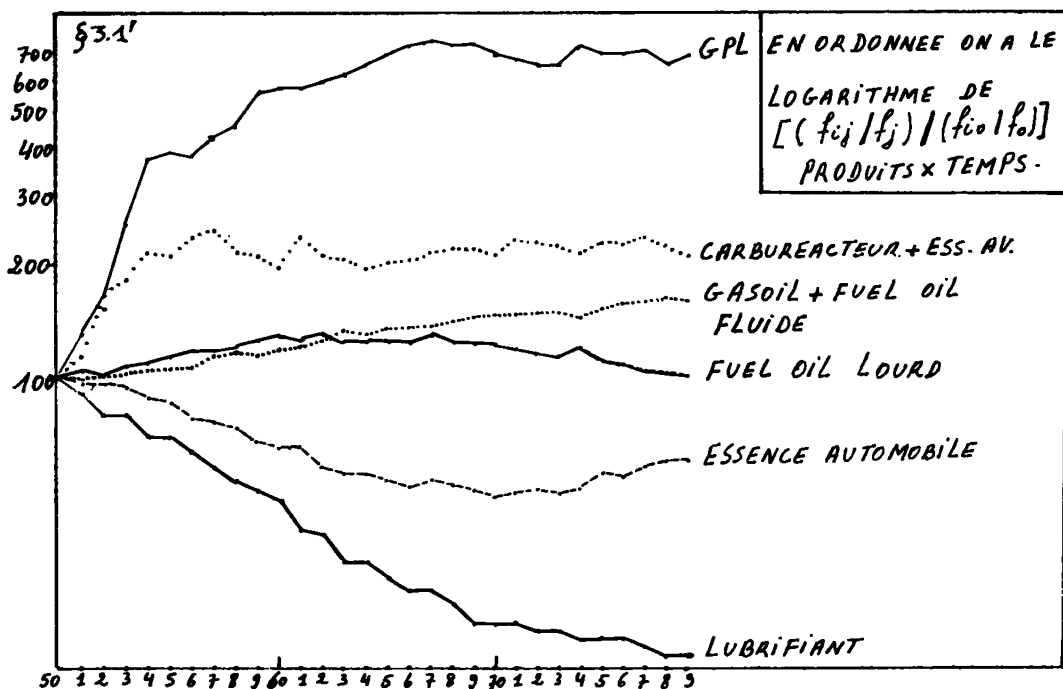
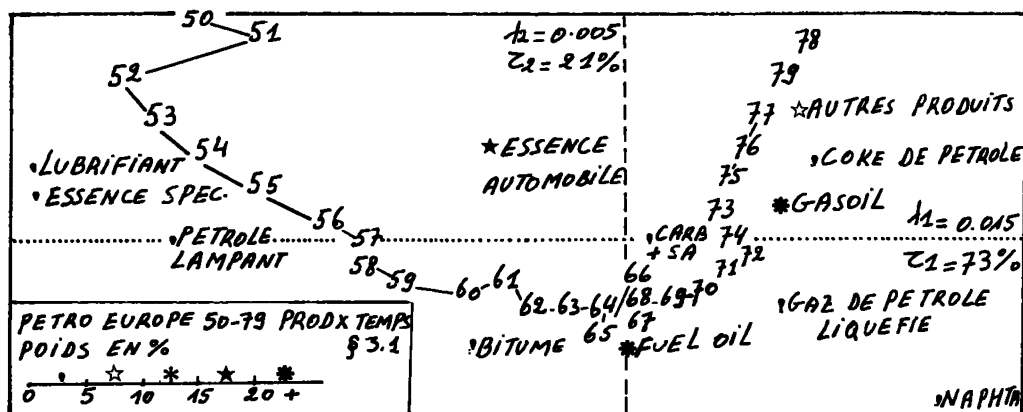
T = ensemble des années de 1950 à 1979 ;

$K(i,j,t)$ = consommation en milliers de tonnes dans le pays i , du produit j pendant l'année t .

Pour les produits pétroliers, on énonce le nom sous lequel le produit est consommé dans chaque pays. Nous donnons ci-dessous la nomenclature des produits ainsi que les sigles correspondants.

GPL : Gaz de pétrole liquéfié
SA : Carburéacteur + essence aviation
ST : Essence automobile (super carburant + essence ordinaire)
SS : Essence spéciale + white spirit
PL : pétrole lampant
GO : gas oil + fuel oil fluide
FO : Fuel oil lourd
LF : Lubrifiant
BT : Bitume
NF : Naphta
CO : Coke de pétrole
OT : Autres produits

(1) Docteur 3° cycle en statistique ; le présent article est extrait de la thèse de l'auteur. (Paris 1983).



Remarque

"Carburéacteur + essence aviation", il s'agit de deux produits différents quant à la composition chimique mais consommés tous deux dans le transport aérien. Le carburéacteur pour les avions à réaction et l'essence aviation pour les avions à moteur à piston.

"Autres produits" contient principalement les vaselines, les paraffines, le soufre, les gaz de raffineries et autres résidus de distillation.

2 Les analyses effectuées

On a déjà publié dans "Les Cahiers de l'Analyse des Données" plusieurs études sur les analyses de tableaux ternaires et la construction des différents tableaux binaires qui sont soumis à l'analyse factorielle (cf. V. Cholakian : [MULTINAT.] ; C.A.D. Vol V n° 1, 1980, T. Gopalan : [EXPORT. INDE] ; C.A.D. Vol V n° 4, 1980, V. Gouvêa : [BRESIL II] ; C.A.D. Vol III n° 3, 1978, etc.).

Dans la présente étude, nous avons construit les différents tableaux binaires associés au tableau ternaire K_{IJT} :

- Ce sont les tableaux cumulés $K(J,T)$, $K(I,T)$, $K(I,J)$ qui fournissent respectivement l'évolution temporelle des produits (sans distinction des pays), l'évolution temporelle des pays (sans distinction des produits), la répartition géographique des produits en Europe.

- Le tableau $K(I \times T, J)$ avec $K(T, J)$ et $K(I, J)$ en éléments supplémentaires qui fournit le mouvement des profils des pays pendant les 30 années.

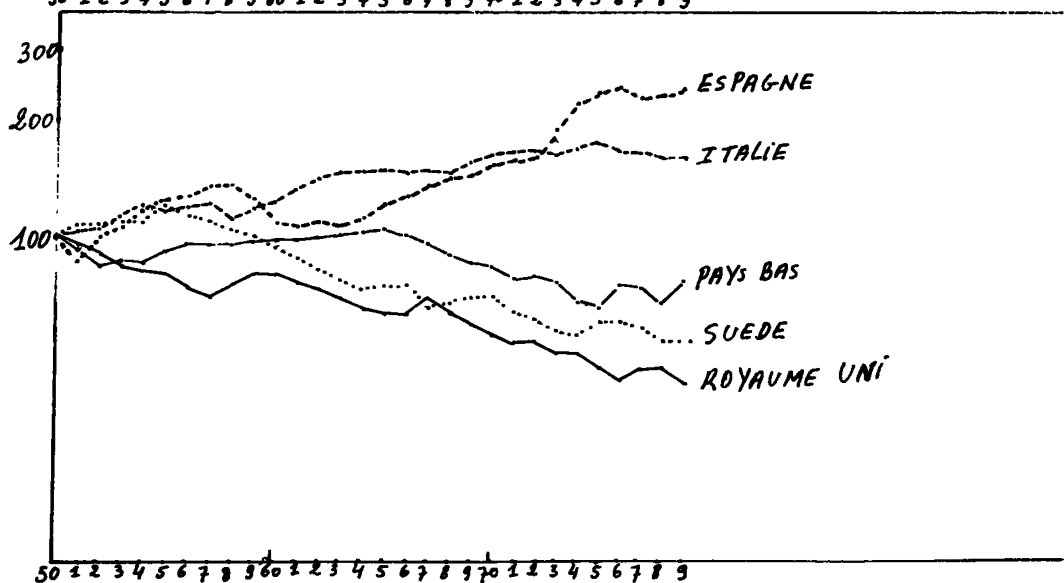
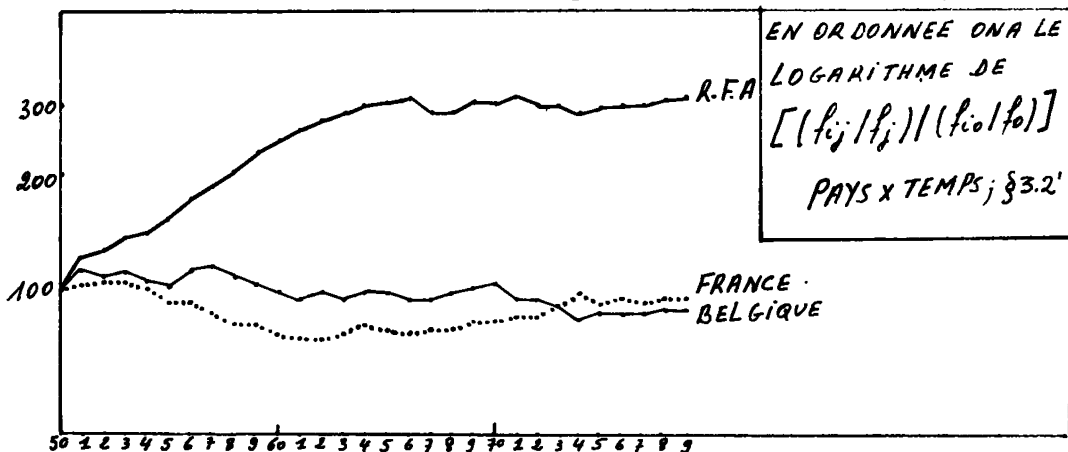
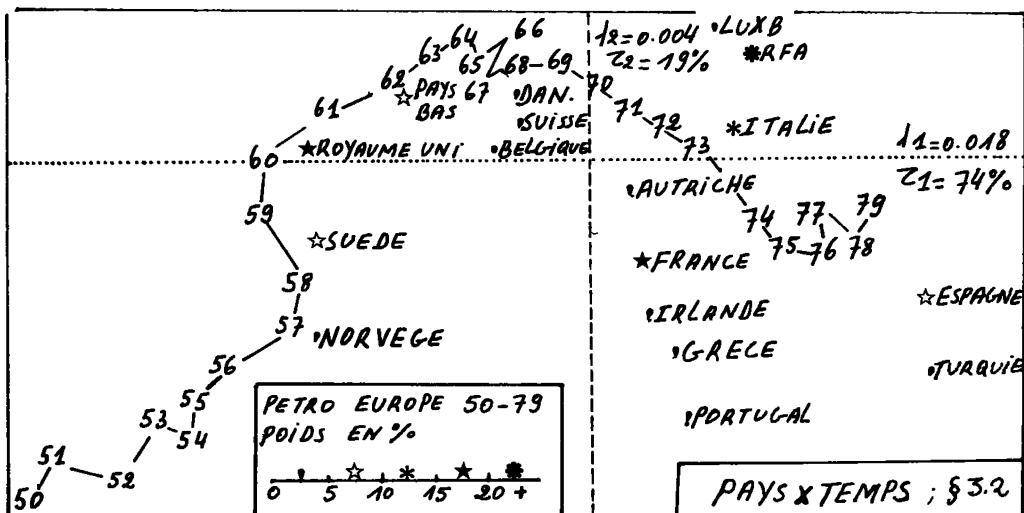
- Le tableau $K(J \times T, I)$ qui permet de suivre le mouvement des profils des produits au cours de la période étudiée.

- Afin de disposer du maximum de références aidant à l'interprétation des résultats, nous avons adjoint au tableau $K(I, J)$ les tableaux $K(T, J)$ et $K(I \times T, J)$ en lignes supplémentaires et les tableaux $K(I, T)$, $K(I, J \times T)$ en colonnes supplémentaires.

- Dans le présent article, nous présentons ~~au § 4~~ les analyses ayant fourni les principaux résultats de l'étude. Nous exposerons au § 3 les résultats des analyses de trois tableaux cumulés. Pour les deux premières analyses, § 3.1 et 3.2, le lecteur pourra confirmer les résultats de l'analyse factorielle en les comparant aux courbes représentatives des logarithmes des profils $[(f_{ij}/f_j)/f_{i0}/f_0]$ pour les principaux produits et pays. Pour avoir une vue d'ensemble de l'évolution des produits et pays sur la période 1950-1979, nous avons tracé l'ensemble de ces courbes à partir du profil de l'année 1950 pris comme origine.

3 Analyse des sous-tableaux cumulés

3.1 Analyse du tableau $K\{\text{Produits, années}\}$: L'analyse factorielle donne une première valeur propre $\lambda_1 = 0.015$; les profils sont donc stables. Le premier facteur qui explique 73% de l'inertie totale du nuage est dominé sur l'ensemble des années par la période 1952-1956 et sur l'ensemble des produits par l'essence automobile, le pétrole lampant, le gas oil et le lubrifiant. Le premier axe est temporel, les produits dont la consommation s'est accrue comme le gas oil + fuel oil fluide, le carburéacteur + essence aviation se projettent du côté positif ($F_1 > 0$) et sont en association avec la période finale (75-79). Par contre les produits dont la consommation est en décroissance relative comme l'essence automobile, le pétrole lampant



et le lubrifiant se projettent du côté négatif ($F_1 < 0$) en association avec la période initiale (50-68). Les raisons principales de l'accroissement de la consommation du gas oil sont les suivantes : tendances de plusieurs pays à utiliser le moteur diesel, développement de l'agriculture mécanisée, utilisation dans le chauffage de foyers domestiques (fuel oil fluide).

L'accroissement de la consommation du carburéacteur est lié au développement du transport aérien. Il faut préciser que la consommation de l'essence à moteur à piston (exemple A100/130, etc.) décroît très rapidement.

Les raisons principales de la décroissance relative de la consommation de l'essence automobile sont les suivantes : concurrence des véhicules à moteur diesel et de l'avion, amélioration de la qualité des carburants et du rendement des moteurs d'automobiles, mais la raison primordiale doit être le prix excessif et la surtaxation.

Le pétrole lampant a été remplacé progressivement par l'électricité dans l'éclairage et par le gas oil dans l'agriculture.

Sur cet axe, le pétrole lampant est à gauche de l'essence automobile ce qui signifie une décroissance relative plus importante du pétrole lampant que de l'essence automobile. De même il apparaît que le lubrifiant décroît plus vite que l'essence automobile.

Sur l'axe 2, l'année 1979 qui contribue à plus de 54% à sa création s'oppose au bitume et au fuel oil lourd.

3.1' Evolution des principaux produits d'après les courbes logarithmiques de leurs profils temporels

- La consommation du gaz de pétrole liquéfié (GPL) avait beaucoup crû pendant la période 60-74 à cause des progrès de la pétrochimie. L'accroissement de la demande de ce produit est lente pendant les dernières années par suite de la concurrence du gaz naturel liquéfié (GNL).

- La consommation du carburéacteur + essence aviation avait beaucoup crû pendant les périodes 1955-1957, 1960-1961 (surtout au Royaume-Uni) à cause du développement du trafic aérien qui utilise surtout le carburéacteur par suite de la substitution progressive du moteur à piston dans l'aviation commerciale depuis environ 1955. Malgré diverses fluctuations, il y a tendance à la hausse de la consommation de ce produit en fin de période.

- La consommation du gas oil + fuel oil fluide croît régulièrement avec le temps à cause des raisons déjà citées au § 3.1.

- Le mouvement de la consommation de l'essence automobile et du lubrifiant confirme les résultats obtenus en analyse factorielle du tableau Produits x années (§ 3.1).

Ainsi l'examen des courbes concorde avec les résultats que l'analyse factorielle présente sous une forme plus synthétique.

3.2 Analyse du tableau K(Pays, années) : Cette analyse factorielle montre l'évolution au cours du temps, de la consommation pétrolière européenne. Les valeurs propres obtenues sont très faibles $\lambda_1 = 0.018$; ce fait témoigne de la stabilité des profils au cours du temps.

Sur le premier axe, les profils des années se projettent dans l'ordre chronologique. Les années initiales 50-69, s'opposent aux années

finales 70-79. Le premier axe est temporel : les pays dont la consommation pétrolière représente une fonction décroissante de la consommation totale des 17 pays considérés, se projettent du côté négatif de l'axe avec la période initiale ; ce sont la Suède, la Norvège, le Royaume-Uni, la Belgique, les Pays-Bas, le Danemark et la Suisse. Par contre, on trouve sur le côté positif de l'axe 1 les pays dont la consommation pétrolière est relativement plus importante à la fin de la période étudiée qu'elle ne l'était au début de celle-ci. Ce sont la R.F.A., la France, l'Italie, l'Autriche, l'Espagne, la Grèce, l'Irlande, le Portugal et la Turquie. Du côté $F_1 > 0$ on note entre 1973 et 1974 un espace assez large qu'on retrouve dans plusieurs analyses des données économiques et qui s'explique par le renchérissement des produits pétroliers. Pendant la période finale caractérisée par la recherche d'économies dans l'utilisation des produits pétroliers devenus denrées rares et précieuses, il y a un effort particulier des pays européens à diminuer leur consommation pétrolière. Et celle-ci s'est stabilisée, c'est la raison pour laquelle les projections des années 74-79 sont très resserrées.

Sur l'axe 2, la R.F.A. qui contribue à plus de 48% à sa création est attirée par l'année 1973. Pendant cette année, la consommation européenne des produits raffinés a atteint son maximum, la part de ce pays était très importante surtout en gas oil à cause du haut niveau général de l'activité industrielle en Allemagne Fédérale.

Par la suite l'Allemagne a pu diminuer sa consommation en produits pétroliers d'autant plus facilement qu'elle a d'abondantes ressources en charbon.

3.2' Examen des courbes logarithmiques des profils temporels des pays

- On note une forte croissance de la consommation des produits pétroliers en R.F.A. pendant la période 50-65 à cause du progrès général d'industrialisation du pays. Malgré une baisse pendant les années 66-67, il y a tendance à la hausse de la consommation en fin de période.

- Le mouvement de la France et de la Belgique confirme les résultats obtenus en analyse du tableau Pays x années. Il en est de même pour l'Italie, le Royaume-Uni et la Suède.

- La consommation des produits raffinés aux Pays-Bas avait beaucoup crû vers les années 1960-1965. On remarque qu'elle est très irrégulière à partir des années 1974, 1977 par suite de la politique d'économie et de substitution des énergies.

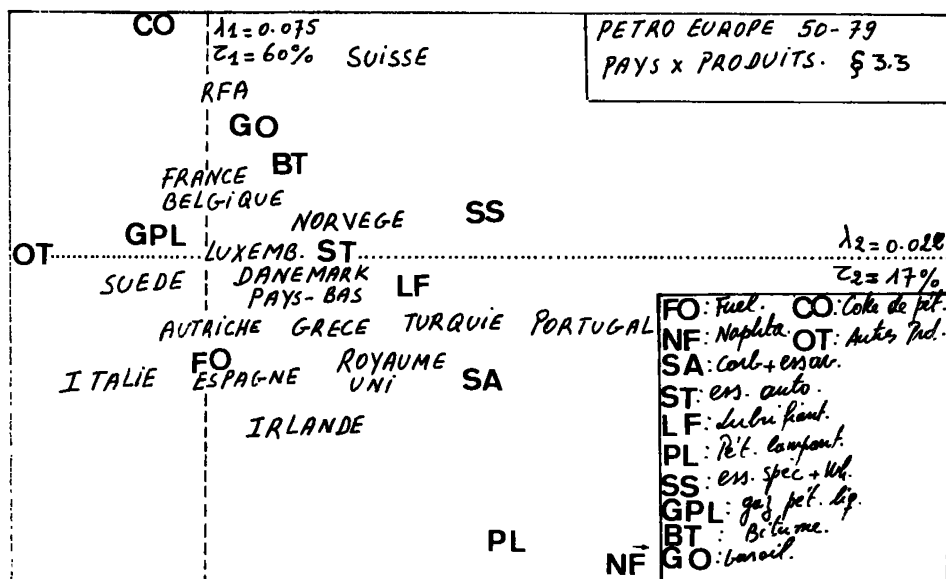
- La consommation espagnole des produits raffinés a beaucoup crû pendant la dernière période de l'étude à cause du fait que 67% de l'énergie consommée dans ce pays est d'origine pétrolière (d'après les statistiques du Comité professionnel du pétrole de France 1970-1980).

- Ainsi l'examen des courbes représentatives des logarithmes des profils confirment les résultats obtenus par l'analyse factorielle.

3.3 Analyse du tableau $K(\text{Pays}, \text{Produits})$

Le but de cette analyse est de préciser la répartition géographique de la consommation des différents produits pétroliers en Europe. Le premier facteur explique 66% de l'inertie totale du nuage.

Du côté $f_1 > 0$ on a : La R.F.A., la France, la Belgique, la Suisse et la Norvège en association avec le gas oil, le GPL, le Coke de pétrole et le bitume.



Du côté $F1 < 0$ on a : L'Italie, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, l'Espagne en association avec le fuel oil, l'essence automobile, le carburéacteur + essence aviation, le lubrifiant et le pétrole lampant.

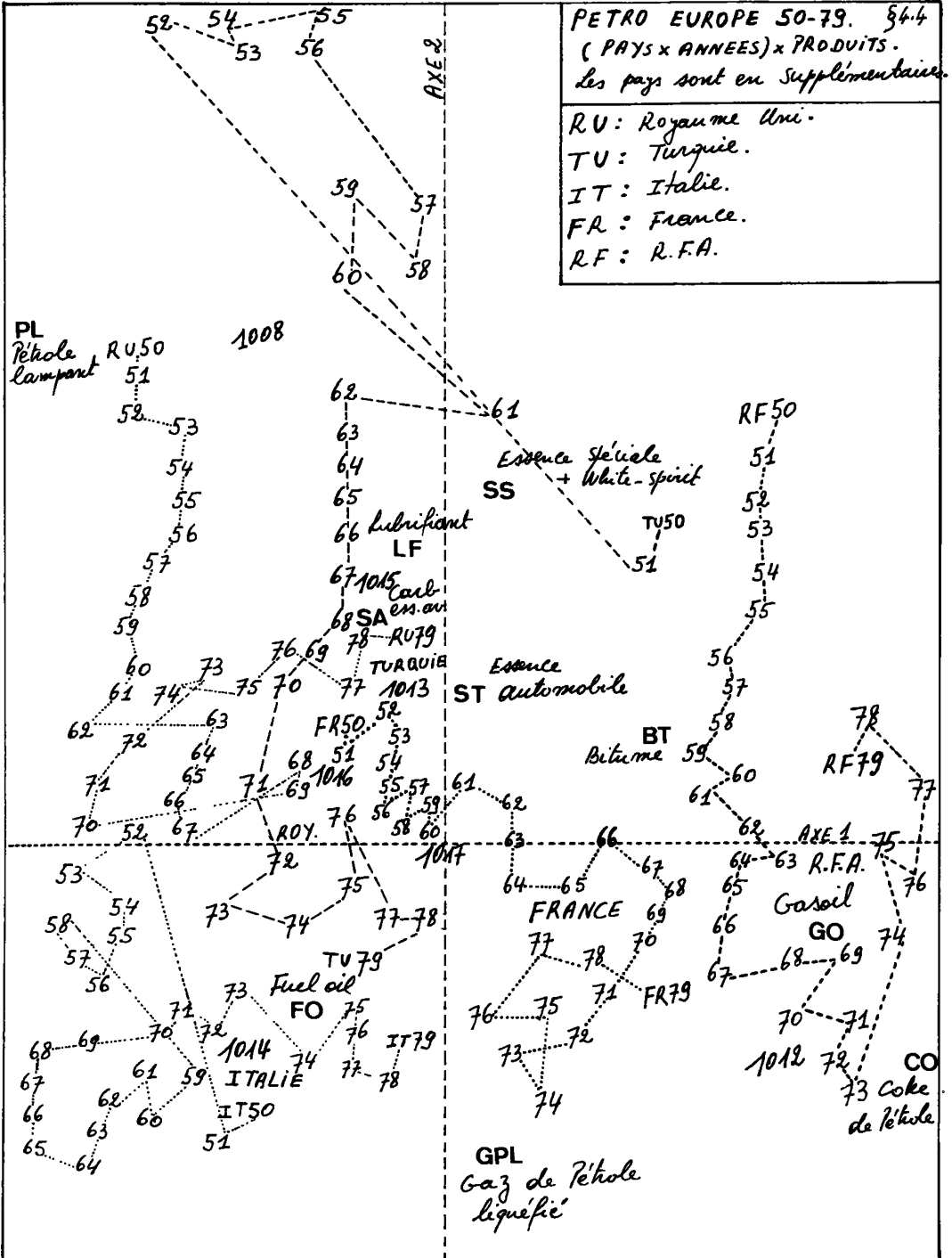
Nous soumettons au lecteur le plan 1×2 de l'analyse qui fournit 76% de l'information pour suivre la répartition géographique de la consommation des produits. On notera l'importance accessoire de deux produits secondaires "Naphta" et "autres produits" qui apportent à l'axe 1 une contribution totale de 14% ($CTR1(NA) + CTR1(OT) = 140$) et à l'axe 2 de plus de 69% ($CTR2(NA) + CTR2(OT) = 697$). Dans l'analyse de mouvement des profils des pays, au § 4, ces produits seront mis en éléments supplémentaires.

4 Analyse du tableau $K(\text{Pays} \times \text{années}, \text{Produits})$

4.1 Tableau des données : $K(I \times T, J) = K(510, 12)$: Le tableau que nous soumettons à l'analyse factorielle contient à la croisée de la ligne it et de la colonne j , le nombre $K(it, j)$ qui représente la consommation dans le pays i du produit j pendant l'année t . Deux produits qui perturbent l'analyse ont été mis en éléments supplémentaires : "Naphta" et "autres produits".

4.2 Résultats de l'analyse : Les trois premiers facteurs expliquent 80% de l'inertie totale du nuage :

	1	2	3
τ	52%	20%	8%
λ	0.088	0.034	0.014



4.3 Interprétation des axes

4.3.1 Le premier axe : cet axe nous montre l'opposition entre le gas oil (côté $G1 > 0$) et le fuel oil lourd (côté $G1 < 0$). Les deux produits apportent respectivement une contribution de 47% et 38% à sa création.

Quant aux pays $\times$ années, voici ceux qui contribuent à la création de l'axe :

- Du côté positif (Gas oil) : R.F.A. (1962-1974), France (1977-1979).
- Du côté négatif (Fuel oil) : Royaume-Uni (1958-1974), Italie (1960-1974).

Il est intéressant de noter que les profils de la R.F.A. et de la France vont avec le gas oil, produit dont ces pays sont respectivement premier et deuxième consommateurs européens. De même, le fuel oil, va avec ses deux grands consommateurs : l'Italie et le Royaume-Uni.

4.3.2 Le deuxième axe : Cet axe est caractérisé par un seul produit, le pétrole lampant (côté $G2 > 0$) qui apporte une contribution de plus de 40% à sa création. Ce produit dont la consommation est en déclin en Europe (cf. § 3.1) s'oppose sur cet axe aux produits dont la consommation croît régulièrement : gaz de pétrole liquéfié et gas oil.

On relève les points (pays $\times$ années) qui dominent cet axe :

- Du côté positif (pétrole lampant) : Royaume-Uni (1950-1961 et 1975-1979), Turquie (1953-1965), Pays-Bas (1972-1977).
- Du côté négatif (fuel oil) : Italie (1964-1970), Espagne (1970-1979).

On retiendra que le deuxième axe est un axe géographique, mais il est aussi lié au temps (cf. § 4.5) car il oppose les premières années des Pays-Bas, de l'Espagne, de la Turquie (côté $F2 > 0$) aux dernières années de ces pays (côté $F2 < 0$). De même pour la France.

4.3.3 Le troisième axe : Cet axe manifeste l'opposition entre l'essence automobile (côté $G3 > 0$) et la gas oil (côté $G3 < 0$). Quant aux profils des pays, ceux de la R.F.A. et de la France contribuent à sa création.

Nous allons faire un commentaire sur le plan (1,2) pour mieux suivre le mouvement des profils des pays.

4.4 Examen du plan (1,2) : Ce plan fournit la meilleure représentation du mouvement des profils des principaux consommateurs européens.

Considérons la division du plan (1,2) en quatre quadrants :

1 : (+,+), 2 : (-,+), 3 : (-,-), 4 : (+,-)

Le quadrant 1 est celui de la R.F.A., du Luxembourg et de la Suisse en association avec l'essence automobile, le bitume et l'essence spéciale. Plusieurs raisons expliquent ces associations : accroissement de parcs automobiles, réalisation des projets de construction d'autoroutes, développement des industries utilisant l'essence spéciale et le white spirit. Le mouvement des profils de la R.F.A. est dans l'ordre chronologique jusqu'en 1973, mais les profils

des années 1963-1973 sont attirés par le gas oil dans le quadrant 4.

Dans le quadrant 2 on trouve tous les profils du Royaume-Uni en association avec le pétrole lampant, le carburéacteur + essence aviation et le lubrifiant. La faible contribution des années 62-74 apportée à la création de l'axe 2 par les profils de ce pays s'explique par un mouvement des profils vers le centre, du fait de l'effacement progressif du pétrole lampant. Les profils des Pays-Bas pour la période 50-71 sont dans ce quadrant en association avec le pétrole lampant, le carburéacteur + essence aviation et le lubrifiant. Les autres profils de ce pays (72-79) sont attirés par l'essence automobile dans le quadrant 1. Ce quadrant nous permet aussi de suivre le mouvement de l'Espagne, de la France et de la Turquie. En effet, Espagne (50-63), France (50-61) et Turquie (52-71) sont en association avec le pétrole lampant, le lubrifiant et le carburéacteur + essence aviation.

Par suite de la substitution progressive du pétrole lampant par le gas oil dans l'agriculture, on remarque que les profils de la France pour les années 62-79 sont attirés par le gas oil dans le quadrant 4. Ceux de l'Espagne pour la période 64-79 et de la Turquie pour la période 71-79 sont attirés par le fuel oil dans le quadrant 3.

Tous les profils de l'Italie se projettent dans le quadrant 3 en association avec le fuel oil lourd, dont ce pays dépourvu de charbon est premier consommateur européen.

4.5 Calculs des variances inter-Pays et inter-années : Dans le souci de comparer les dispersions à l'intérieur des classes, on s'intéresse aux calculs des variances inter-Pays et inter-années. On étudiera aussi l'importance de la variance intra-pays ou mouvement temporel des profils de chaque pays sur les axes.

Rappelons que les variances inter-Pays et inter-années ne sont autres que les sommes de CTR pour tout $i \in I$ et $t \in T$ des tableaux supplémentaires $K(I, J)$ et $K(T, J)$.

Voici les résultats obtenus :

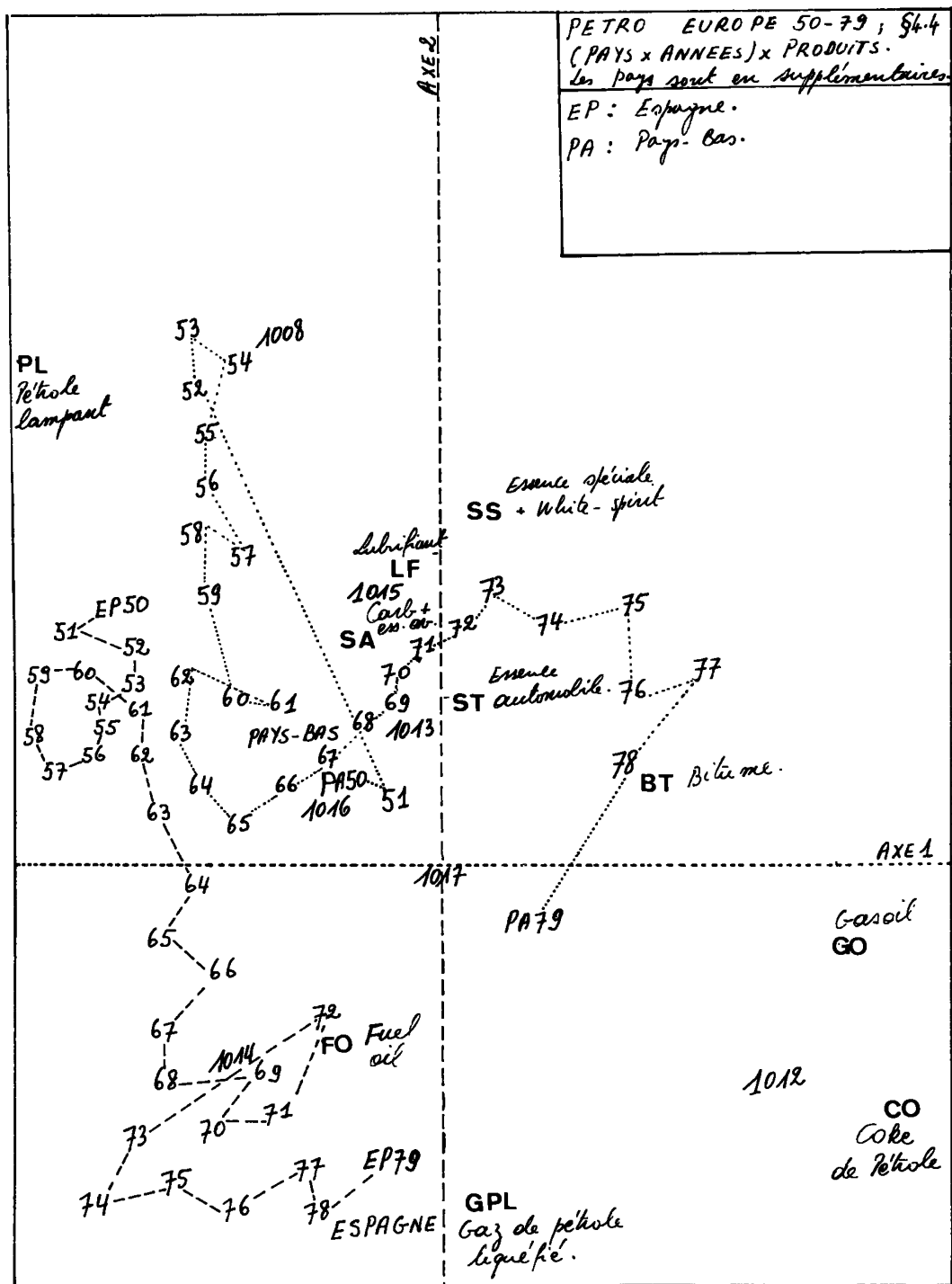
	INR	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
I somme	710	892	504	471	503	642	611	321
T somme	117	62	256	168	69	59	50	260

Malgré un grand nombre d'années, nous constatons pour l'Europe que la répartition des produits pétroliers a été influencée surtout par les différences géographiques qui séparent les 17 pays bien que sur les axes 2 et 7 on note un effet temporel non négligeable. Par contre la variance intra-pays (ou mouvement temporel des profils de chaque pays considéré séparément), a une importance inégale sur les axes ; cette importance, exprimée en millièmes (pour 1000- I somme), est minima sur l'axe 1 (108×10^{-3}), mais représente sur l'axe 7 plus de 67% de l'inertie (679×10^{-3}).

La classification automatique qui fait l'objet du § 5 confirme ce résultat.

5 Classification sur pays*années d'après (pays*années)*Produits

Nous avons appliqué l'algorithme de classification ascendante hiérarchique (C.A.H.) au tableau K(509,10) des éléments principaux



de l'analyse factorielle.

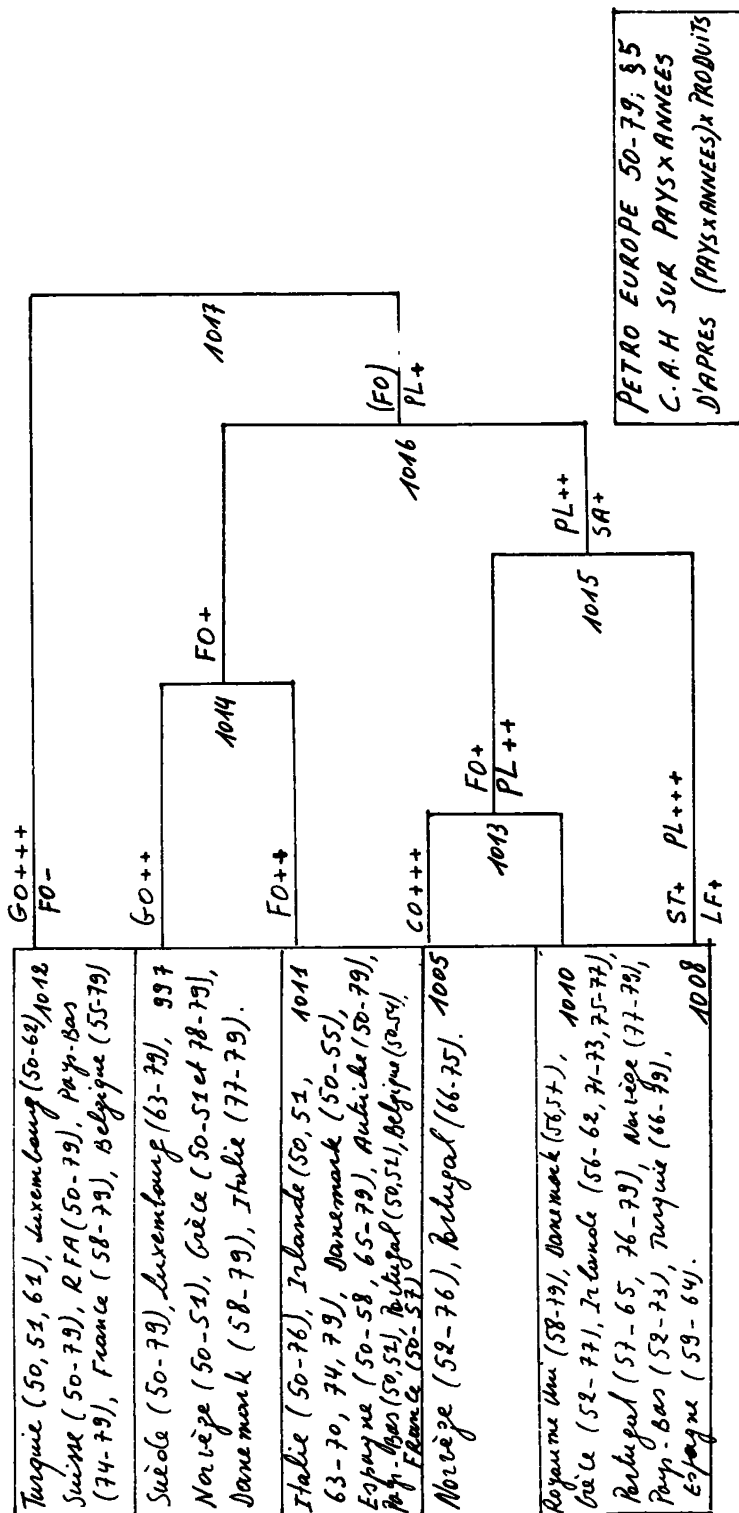
Les noeuds sont numérotés de $n+1$ à $2n-1$ où n est le nombre des éléments à classer. Dans cette étude il y a 509 éléments, par conséquent les noeuds sont numérotés de 510 à 1017. Voici les taux d'inertie pour les 5 premiers noeuds de la hiérarchie.

n° du noeud :	1017	1016	1015	1014	1013
taux :	0,007	0,001	0,0008	0,0008	0,0006

On remarque que les indices de niveau deviennent très faibles à partir du 5-ème noeud.

Le dépouillement de l'arbre hiérarchique sera fait à l'aide des programmes VACOR et FACOR.

- Au premier niveau, le noeud (1017) sépare les classes (1012) et (1016). Le fuel oil lourd et le pétrole lampant sont en bonne association avec la classe (1016) qui contient tous les profils de l'Italie et du Royaume-Uni. Quant au gas oil, il est associé à la classe (1012) à cause de la présence de la R.F.A. (50-79) première consommatrice de ce produit. Le noeud (1017) se scinde suivant le 1-er axe factoriel car le programme FACOR nous informe que (COD = 0.937, CDT = 0.780). Réciproquement, l'opposition entre les deux classes (1012 et 1016) apporte à l'axe 1 78% de son inertie. Du côté $F1 > 0$ se trouve la classe (1012) tandis que la classe (1016) est du côté $F1 < 0$.
- Au deuxième niveau de séparation, le noeud (1016) se scinde en les classes (1014) et (1015). Le fuel oil lourd va avec la classe (1014) à cause de la présence de l'Italie (50-79) qui est le premier consommateur de ce produit. Le pétrole lampant et le carburacteur + essence aviation sont associés à la classe (1015) car elle contient le Royaume-Uni (50-79), premier consommateur de ces produits. Le noeud (1016) se scinde suivant le deuxième axe factoriel (COD = 0.913 ; CTD = 0.416) avec du côté $F2 > 0$ la classe (1015) et du côté $F2 < 0$ la classe (1014).
- Le noeud (1015) au troisième niveau, sépare la classe (1013) de la classe (1008). Cette séparation se fait dans l'espace de quatre produits. L'essence automobile, le pétrole lampant et le lubrifiant vont avec la classe (1008) à cause de la présence du Royaume-Uni. Le fuel oil lourd est en association avec la classe (1013) qui se justifie par la présence de l'Espagne et de la Turquie. Le noeud (1015) (comme le noeud (1016)) se scinde suivant le deuxième axe factoriel (COD = 0.975 ; CTD = 0.240). On remarquera que $CTD2(1016) + CTD2(1015) = 0,416 + 0,240 = 0,656$ ce qui signifie qu'en projection sur l'axe 2, les deux noeuds 1016 et 1015 rendent compte de près des 2/3 de l'inertie.
- Le noeud (1014) est le quatrième niveau de séparation, il scinde les classes (997) et (1011). Le gas oil est en parfaite association avec la classe (997) qui se justifie par la présence du Luxembourg et de la Norvège. Le fuel oil va avec la classe (1011) à cause de la présence de l'Italie et de l'Espagne. La subdivision du noeud (1014) se fait principalement suivant le premier axe (COD = 0.525 ; CTD = 0.050) et à un moindre degré suivant le troisième (COD = 0.221 ; CTD = 0.132), du côté $F3 > 0$ se trouve la classe (1011) tandis que la classe (997) est du côté $F3 < 0$.
- Au cinquième niveau, le noeud (1013) se scinde en les classes (1005) et (1010). Il en résulte une association entre la classe (1005) et le Coke de pétrole qui se justifie par la présence dans cette classe de la Norvège. La scission de ce noeud correspond d'abord au 4-ème axe factoriel (COD = 0.365 ; CTD = 0.222), mais aussi



au 6-ème (COD = 0.203 ; CTD = 0.194), la classe (1010) se trouve du côté F6 < 0 et la classe (1005) du côté F6 > 0.

Sur le 4-ème axe, on trouve les deux classes du côté F4 < 0.

6 Conclusion

Bien que l'observation porte sur un grand nombre d'années, nous avons constaté que la répartition de la consommation des produits pétroliers en Europe a été influencée par les différences géographiques qui séparent les 17 pays, beaucoup plus que par les différences temporelles.

D'une façon générale on peut conclure que, jusqu'en 1973, le mouvement de la consommation des produits raffinés a été régulier, dessinant en projection sur les plans, des chapelets de points suivant l'ordre chronologique. Après 1973 le mouvement devient irrégulier par suite de la récession entraînant les mesures d'économies d'énergie et le recours à des énergie de substitution.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 . Comité professionnel du pétrole de France "suppléments aux bulletins analytiques pétroliers" Paris, 1950-1982.
- 2 . Petroleum Economist.
- 3 . Statistiques pétrolières de l'O.C.D.E. .