

L. ALAWIEH-JABER

Le marché mondial de la houille de 1969 à 1979

Les cahiers de l'analyse des données, tome 9, n° 3 (1984),
p. 259-282

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1984__9_3_259_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1984, 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/>

LE MARCHÉ MONDIAL DE LA HOUILLE DE 1969 à 1979

[HOUILLE]

par L. Alawieh-Jaber ⁽¹⁾

0 La Houille : Après un aperçu historique des utilisations de la houille (§ 0.1) nous délimiterons les sources de données récentes auxquelles nous avons eu recours (§ 0.2), et donnerons le plan du présent travail (§ 0.3).

0.1 Histoire de l'exploitation et de l'utilisation de la houille :

Découvert dans des affleurements superficiels et utilisé occasionnellement dès la plus haute antiquité, le charbon de terre n'a acquis un rôle majeur dans l'économie humaine qu'au cours du XVIII^e-ème siècle. Selon G. Tiffon (*in* Que Sais-Je, n° 193, Le charbon ; P.U.F. ; 3^e-ème éd. 1983), l'exploitation minière systématique de la houille est attestée dès l'an 1000 en Europe Occidentale et plus particulièrement en Angleterre ; pays, où la production annuelle aurait atteint, à la fin du XVII^e-ème, 3 millions de tonnes : "chiffre énorme pour l'époque". Dans ce même pays, naît au XVIII^e-ème siècle la métallurgie du fer par le coke et la houille, et se perfectionne la machine à vapeur, communément alimentée en houille. C'est sur la houille qu'est fondée l'hégémonie industrielle britannique, laquelle atteint son apogée au milieu du XIX^e-ème siècle. Alors selon Victor Bérard (*in* l'Angleterre et l'Impérialisme, Paris, A. Colin 1900) "La Grande-Bretagne n'étant plus qu'une ville industrielle, le monde entier [en] est devenu comme la campagne suburbaine..." Et, comme matière première également, la houille anglaise est partout : "la houille allemande... ne pouvait suppléer en Allemagne même, ni aux envois de Durham pour les cornues, ni aux envois de Galles pour les chaudières." Les chaudières, non seulement des machines industrielles, mais des locomotives (invention anglaise) et des navires ; les cornues (ou les fours) qui élaborent le coke métallurgique, et le gaz d'éclairage (invention française, utilisée pour la 1^{ère} fois à Londres en 1807). Mais déjà naît la carbochimie : "la houille allemande [était] impure, grossière... Les laboratoires allemands prirent cette houille et, l'unissant à l'alcool, ils la changèrent en or" (V.B. *op. laud.*). Le développement de l'énergie électrique, d'abord produite quasi exclusivement dans des centrales thermiques alimentées en houille accrût encore le domaine de la houille, dont la production suivit jusqu'au seuil de la 1^{ère} guerre mondiale, une courbe exponentielle faisant plus que doubler tous les vingt ans (cf. G. Tiffon). Aux vicissitudes économiques qui suivirent, le charbon ne fit pas exception : "Le niveau de 1939 est encore inférieur de 6% au niveau de 1913" (G.T.). Quant, au lendemain de la 2^e-ème guerre mondiale, l'activité industrielle mondiale connut une vive croissance, le charbon y participa : mais il avait à ses côtés

(1) Docteur 3^o cycle en statistique. Université Pierre et Marie Curie.

un partenaire : les hydrocarbures. En 16 ans, ceux-ci prirent la première place sur le marché de l'énergie, et se substituèrent totalement au charbon comme matière première de base de la chimie organique. En 1970, particulièrement en Europe Occidentale, certains prévoient que le pétrole (avec le gaz naturel) serait la source quasi unique d'énergie, éliminant le charbon et différant, *sine die*, le développement des centrales nucléaires ; l'hydrogène (électrolytique) pouvant même remplacer le coke, comme agent réducteur en métallurgie. La hausse des produits pétroliers a montré la fragilité de ces prévisions. Bien que moins commode que les hydrocarbures quant à l'extraction (même dans les mines à ciel ouvert) et au transport, le charbon pourrait accroître sa part dans la consommation en énergie primaire des pays de l'OCDE de moins de (1/5) en 1977 à plus de (1/4) en l'an 2000 (G.T. ; p. 88). En France même, la crise pétrolière a seulement ralenti la baisse de la production des houillères ; et si de 1972 à 1979 les importations de combustibles solides ont été multipliées par 2,3, l'accroissement spectaculaire du parc des grandes centrales nucléaires se fait au dépens des centrales thermiques brûlant du charbon. Sans parler avec Georges Tiffon d'un "nouvel âge du charbon", on s'intéressera à l'histoire récente du marché de la houille, objet du présent article.

0.2 *Les données analysées* : De la tourbe aux meilleurs anthracites, en passant par le lignite, la qualité du combustible solide varie par degrés de façon à peu près continue. Les statistiques utilisées par nous (Annuaire des statistiques mondiales de l'énergie; tableau 14) comprennent sous le nom de houille toutes les sortes d'anthracites ou de charbon bitumeux, de pouvoir calorifique brut supérieur à 5700 cal/gr, mesuré sans cendre, mais sur base humide, y compris les poussières qui viennent d'être produits, les fins, les mixtes et les schlamms. Notre objet principal étant l'étude du commerce mondial, il n'y a pas lieu de regretter l'absence de données relatives à la tourbe ou même au lignite, quasi-exclusivement utilisés sur les lieux de production. En revanche la diversité des qualités de houille, non retenue ici, est importante, surtout en métallurgie. De même les conditions d'exploitation (profondeur et puissance des veines) déterminantes pour le prix de revient, n'entreront pas dans nos analyses.

Outre des statistiques assez détaillées des échanges de houille entre les principaux importateurs et exportateurs, un autre annuaire* donne, par pays les productions, importations, exportations et consommations séparées en houille, coke et briquettes. Nous ne dirons rien ici des briquettes, plutôt réservées aux usages domestiques (mais quelques analyses leur sont consacrées dans la thèse). En revanche le coke est une matière première essentielle de la sidérurgie : mais il existe des cokes impropres à cet usage, résidus de la distillation du gaz de ville (aujourd'hui généralement remplacé par le gaz naturel ou le gaz à l'eau). Nous ne connaissons pas le détail des transactions par qualité de coke : mais il est probable que celles-ci concernent quasi exclusivement le coke métallurgique.

Cherchant à étudier un marché mondial, nous devons nous interroger sur l'exhaustivité des données analysées ; aux quatre niveaux des exportations, des importations, de la production et de la consommation.

Il semble que la quasi-totalité des exportations soit le fait d'un petit nombre de très grands producteurs, dûment recensés. Le volume annuel des exportations de chacun d'eux est publié, et nous acceptons les chiffres officiels, sans prétendre qu'ils soient sans erreur. La destination des exportations est moins bien connue, car outre les importateurs majeurs, de nombreux importateurs mineurs

(*) *Annuaire du commerce mondial, Vol II (ONU).*

utilisent la houille soit comme source d'énergie, soit pour alimenter une sidérurgie parfois très moderne, mais de capacité inférieure au million de tonnes/an. Il est symptomatique que le total des importations pour les pays considérés au § 1.1, soit de 15% inférieur au total des exportations, alors que les deux totaux, sur l'ensemble du monde, doivent être égaux. Si on se restreint aux flux ventilés à la fois par origine et destination, on trouve par exemple, que le total des importations du Japon provenant de 7 exportateurs majeurs (cf. § 3) est inférieur de 5,8% au total général des importations de ce pays ; le déficit n'est que de 4,3% si l'on tient compte de deux exportateurs de second ordre : la CHINE et le Viet-Nam. En revanche le total des exportations des USA vers 7 importateurs majeurs est inférieur de 22% au total général des exportations de ce pays ; le déficit tombant à 12% si l'on tient compte de 12 autres importateurs. Ceci confirme qu'on recense mieux les origines des importations d'un grand importateur (ici le JAPON) qu'on ne retrouve les destinations des exportations d'un grand exportateur (les USA). Quant à la production, il ne fait pas de doute qu'un grand nombre d'exploitations d'intérêt local échappent aux statistiques : le volume total extrait est toutefois faible, et il influe peu sur le marché mondial. Enfin, comme on le rappelle au § 1.1, la consommation est estimée par différence en fonction de la production des importations et exportations, sans égard aux variations de stock non publiées.

0.3 Plan de l'étude : Le § 1 considère pour 35 pays leurs production, importation, exportation et consommation en houille, coke (et subsidiairement acier) sur l'ensemble de la période 1969-1979.

Le § 2 présente l'évolution temporelle de ces quatre activités pour chaque pays ; d'après l'analyse de tableaux, dont l'ensemble des colonnes est l'ensemble T des 11 années retenues, et chaque ligne donne la variation d'une activité pour un pays (e.g. : la suite des 11 valeurs, en milliers de tonnes, des exportations annuelles de coke par la Tchécoslovaquie).

Le § 3 concerne le commerce proprement dit : on soumet à l'analyse factorielle un tableau principal croisant l'ensemble des exportateurs principaux de houille, et l'ensemble des importateurs principaux ; avec en lignes et colonnes supplémentaires, les exportateurs et importateurs secondaires, ou le détail par année des importations et exportations.

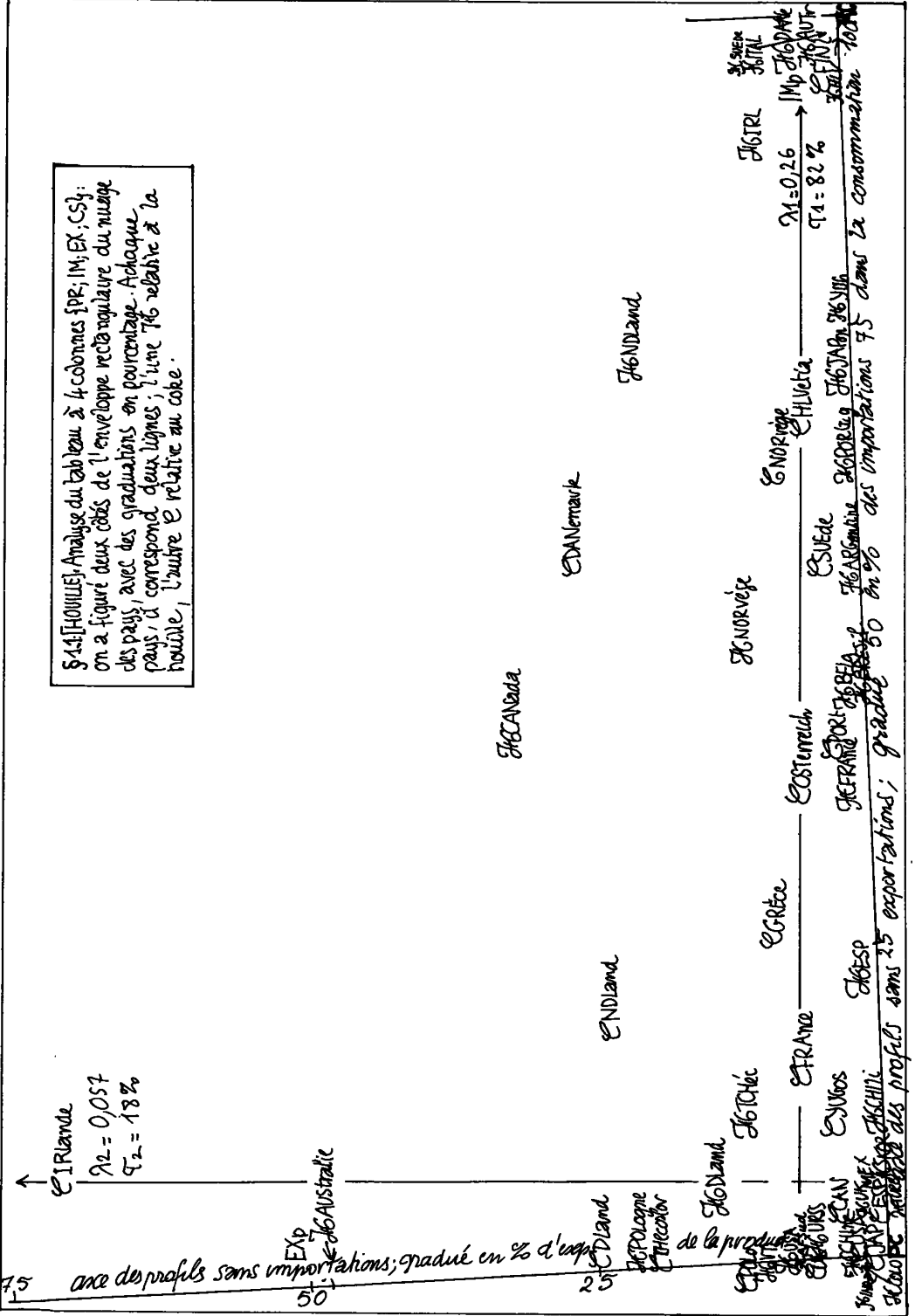
Le § 4 soumet à la classification ascendante hiérarchique (C.A.H.) les données analysées au § 3 : ce qui permet une lecture à la fois synthétique et précise de l'ensemble des données du commerce de la houille de 1969 à 1979.

1 Production, Importation, Exportation, Consommation

Le § 1.1 traite exclusivement de la Houille et du Coke ; aux §§ 1.2 et 1.3, on introduit les données relatives à l'acier ; le but ultime étant de construire une typologie des économies nationales, réduite ici aux dépenses d'énergie en houille et à la sidérurgie.

1.1 PR, IM, EX, CS de houille et de coke : Utilisée d'abord par S. Maïza dans l'étude du marché mondial des phosphates (cf. C.A.D. Vol IX n° 1, 1984), appliquée ensuite au Blé, au Riz, à l'Acier, et ici, au Charbon, l'analyse des tableaux à 4 colonnes a fait l'objet d'un article séparé (cf. C.A.D., Vol IX n° 2, 1984). On se bornera à rappeler ici quel est le tableau analysé, et comment les résultats de l'analyse s'inscrivent dans un diagramme rectangulaire.

S-14 [HOUILLE] Analyse du tableau à 4 colonnes (PE; IM; EX; CS); on a figuré deux côtés de l'enveloppe rectangulaire du nuage des pays, avec des graduations en pourcentage. Chaque pays a correspond deux lignes; l'une T6 relative à la houille, l'autre E relative au coke.



Soit I un ensemble de pays : M un ensemble de matières (ici ; $M = \{H, C\}$, la Houille et le Coke) ; $J = \{PR, IM, EX, CS\}$ l'ensemble des quatre mouvements considérés. On prend pour tableau principal : $(IM) \times J$; avec e.g. :

$M \times J \times I$ (IM) = Importation de la France en Houille de 1969 à 1979 ; ainsi un même pays fournit deux lignes, l'une afférente à la Houille, l'autre au Coke. On aurait pu analyser deux tableaux séparés, H et C : mais l'important étant, non l'orientation des axes, mais le diagramme rectangulaire, on a préféré concentrer toute l'information sur un seul plan. Comme de règle, les statistiques ne donnent que PR, IM, EX : la consommation a donc été calculée suivant la formule de conservation de la matière :

Production + Importation + = Exportation + Consommation ;
formule vraie seulement si on néglige les variations de stocks (ce qui est loisible sur une période longue).

Les 4 colonnes étant reliées par une relation linéaire, l'analyse fournit seulement deux facteurs non-triviaux. Dans le plan 1×2 tout point mi (couple matière-pays) tombe nécessairement à l'intérieur d'un rectangle dont les quatre sommets représentent les profils d'activité de complexité minima, comprenant seulement deux mouvements complémentaires : "PC" (PR et CS : autarcie sans aucun commerce) ; "MC" (Consommation alimentée exclusivement par l'Importation) ; "PX" (Production destinée exclusivement à l'Exportation) ; "MX" (Commerce pur : Importations destinées exclusivement à être réexportées).

Sur la figure un grand nombre de points s'accroissent au voisinage du sommet PC (autarcie) : certains points superposés à d'autres ont été déplacés (Chine, Colombie...). Il en est de même au sommet MC (Importation - Consommation) ; où on trouve l'Italie, la Suède, la Hongrie, la Grèce. Le côté (PC, MC) est gradué de 0 à 100, suivant le pourcentage m de la consommation couvert par les importations. (Pour un point intérieur au rectangle, la coordonnée m représente plus généralement le rapport $IM / (CS + EX)$).

Les deux autres sommets PX et MX sortent des limites de la figure : ils ne représentent aucun profil réel : aucun pays n'exporte la totalité ou la quasi-totalité de sa production en Houille ou en Coke. Sur le côté (PC, PX), gradué suivant le même principe que le côté (PC, MC), on voit le pourcentage x de la production consacré à l'exportation qui atteint son maximum pour l'Australie, au voisinage de 50. Quant au Coke, aucun des gros exportateurs, l'Allemagne, la Tchécoslovaquie, la Pologne, ne dépasse 25.

Quelques points tombent franchement à l'intérieur du rectangle : le Canada, le Danemark, le Danemark. Le Canada ayant avec les USA une longue frontière profite de la liberté des échanges pour s'approvisionner selon les besoins locaux, dans ce dernier pays ; simultanément, par l'Océan Pacifique le Canada fournit au Japon des tonnages croissants de Houille (cf. § 3). Le cas de la Hollande (NDL) et du Danemark doit être commenté : au sein d'une économie européenne intégrée, pour des pays de faible superficie placés sur les grandes voies maritimes ou fluviales, les notions communes d'Importation et d'Exportation disparaissent : il faudrait considérer les échanges entre grandes unités de production et de consommation (bassins miniers, complexes sidérurgiques...) plutôt qu'entre pays : mais à ce niveau, il n'y a point encore de statistiques publiées.

Les trois plus gros producteurs de Houille sont les USA, suivis de l'URSS et de la Chine ; ces pays sont également les premiers consommateurs ; les USA sont également, au cours de la période le 1-er

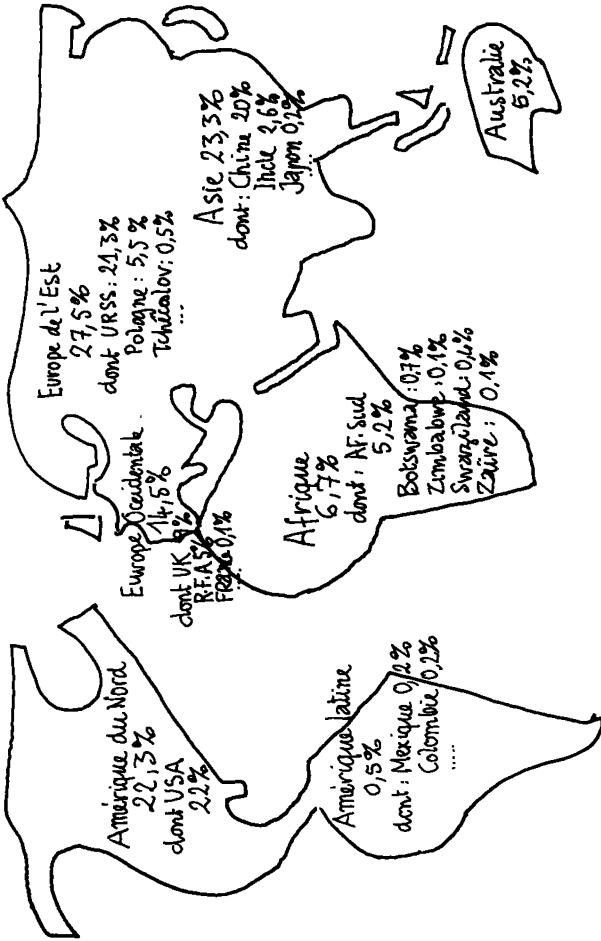
Données en milliers de tonnes (kT), cumulées sur la période étudiée (1969 - 1979)

PRODUIT PAYS	Huile				Coke				Acier.			
	PR	IM	EX	CS	PR	IM	EX	CS	PR	IM	EX	CS
AUSTRALIE	650994	140	316649	333985	55821	75	2776	53120	79875	5697	18650	66222
GRECE	0	5320	0	5320	2714	1080	311	3483	8237	11402	3273	16366
JAPON	234150	628163	436	861877	528573	1103	8185	521491	1122370	1243	294492	829121
USA	6224665	9860	590061	5635472	629768	18469	15686	632551	1330826	143017	37556	1436287
FINLANDE	0	39106	0	39106	506	9439	58	9887	17727	7206	6915	18018
CHINE	5142000	0	7565	5134335	283910	0	2760	281150	275670	44538	0	322208
CANADA	206113	172214	113117	205210	57519	4781	2265	60035	144370	20923	17397	147896
IRLANDE	872	10151	603	10470	368	58	312	114	868	3524	355	4037
NORVEGE	4672	5019	709	8782	3388	6750	620	9518	9689	13300	6195	16884
YUGOSL.	6337	24121	148	30310	17298	3061	758	19601	28815	16545	4206	41154
DANEMARK	0	44500	0	44500	1159	1837	697	2299	6410	15707	3941	18176
SUEDE	130	16943	479	16594	9030	12048	481	20597	56820	21251	19708	58363
ITALIE	1014	136135	80	137059	83218	1607	6336	78449	232921	47748	52895	227774
ALL. Féd.	1069909	84425	166180	988154	384475	10425	99199	295701	486239	106316	175953	416602
UK	1428472	39773	24061	1443584	187576	244	10630	177190	258085	32079	45522	244842
BELUK	97405	85332	4364	178373	0	0	0	0	202089	27729	148900	80918
AF. SUD.	773825	1461	65187	710169	49238	0	0	49238	68705	4769	10934	62340
TCHÉCOS.	312536	56833	38381	330988	117308	1109	24865	93552	148639	5249	34364	119524
FRANCE	301737	189806	8116	483427	132511	31898	9297	155112	258547	79476	93781	244282
URSS	5166726	100933	280943	4085816	899791	8107	47862	860036	1476593	60330	81934	1454989
ESPAGNE	120774	39407	1565	158616	46813	2989	516	49286	109813	16576	20347	106042
SUISSE	0	2292	133	2199	829	1967	122	2674	4362	20548	2692	24218
PORTUGAL	2481	4573	26	7028	1785	1464	4327	3207	4327	6313	470	10170
AUTRICHE	0	30711	0	30711	17927	11350	467	28810	46363	6724	19367	33720
POLYME	1827883	12341	392912	1447312	195931	0	26165	169766	160207	21086	17526	163767
P. BAS	17661	48177	11501	54537	26141	7456	7446	26151	58229	41633	46554	53308
VICT. MAR.	46938	124	5160	41902	0	0	0	0	0	2625	0	2625
INDE	957931	12	4660	953283	105068	13	341	105340	87335	11111	6472	91974
KORÉANAL	166252	14049	1413	178888	7276	821	17	8050	18737	16479	0	35216
TURQUIE	50572	1964	308	52142	16525	159	16684	16684	15256	8855	185	23926
BRESIL	34240	29049	0	63289	27151	2101	0	29252	90461	13819	0	104280
COLUMBIE	37154	0	104	37050	4931	0	138	4793	2737	3341	0	6078
MEXIQUE	53524	3436	12	56948	21778	1351	0	23129	54624	7266	0	61890
CHILI	14307	2766	1	17072	3334	253	0	3587	6017	999	0	7016
ARGENTINE	6411	8891	15	15287	6397	78	77	6398	23692	13221	0	36913

Année 1979

Production de Charbon, répartition par continents & pays en millions de tonnes et en %

RÉGION	MT	%
AMÉRIQUE DU NORD dont ÉTATS-UNIS CANADA	731,8 703,8 28,0	26,5 25,5 1,0
AMÉRIQUE LATINE	152	0,5
AFRIQUE dont AFRIQUE du SUD	1084 1034	3,9 3,7
ASIE dont CHINE INDE CORÉE du NORD CORÉE du SUD JAPON	853,8 863,2 103,8 350 181 176	30,7 23,9 3,7 1,3 0,7 0,6
OCEANIE dont AUSTRALIE	85,0 83,1	3,1 3,0
EUROPE dont CEE dont UK R.F.A. AL. FRANCE	985,8 288,7 120,6 93,3 18,6	35,5 10,6 4,3 3,4 0,7
Reste de l'EUROPE dont URSS POLOGNE TCHÉCOSL.	747,1 49,8 201,0 28,5	26,9 1,8 7,2 1,0
TOTAL MONDIAL	2 779,5	100



Réerves Mondiales de Charbon : Estimation à 500 milliards de t.e.c

Répartition Géographique en % des réserves estimées de charbon (à l'exclusion des lignites)

SOURCE : Les chiffres clés : ENERGIE 1981 : Ministère de l'Industrie & DUNOD éd.

On comparera les données de cette page, d'une part au tableau cumulé de la page précédente, d'autre part aux courbes de variations temporelles qui illustrent le § 2.0, ci-dessous

exportateur mondial ; l'URSS vient au 4-ème rang après la Pologne et l'Australie ; la Chine exporte très peu. Les relations entre exportateurs et importateurs apparaîtront dans la suite (§ 3), après leur évolution temporelle très marquée au cours de la période 69-79 ; à tel point que les classements calculés globalement sur 11 ans perdent leur intérêt (cf. § 2).

Comme de règle, l'origine des axes factoriels n'est autre que le centre de gravité du nuage $N(I)$ des pays : c'est-à-dire qu'elle se place au sein du diagramme rectangulaire avec pour coordonnées m et x :

$$m = k(IM)/(k(PR) + k(IM)) ; x = k(EX)/(k(PR) + k(IM)) ;$$

(cf. [PR,IM,EX,CS] in C.A.D. ; *loc. cit.*). Ainsi qu'on l'a rappelé au § 0.2, on doit avoir pour le monde entier l'égalité $k(IM) = k(EX)$ entre le total général des Importations et des Exportations (le diagramme rectangulaire étant alors exactement au carré) ; en fait on a ici : $m = 6,4\%$ et $x = 7,6\%$, ce qui confirme que le total général des Exportations est saisi avec plus de précision que celui des Importations.

1.2 Charbon et Sidérurgie : On analyse ici un tableau $I \times J$ où I est un ensemble de 35 pays, et J l'ensemble { $\%CS, \%PR, \%CS, \%PR, \%CS$ }, i.e. consommation de Houille, et production et consommation de Coke et d'Acier ; les autres activités (Production de Houille et Importation et Exportation des trois produits) fournissant des colonnes supplémentaires. Il faut justifier le choix des colonnes principales. On a voulu caractériser l'industrie d'un pays au niveau du secteur secondaire : "transformation" ; de ce point de vue on a éliminé la production de Houille (secteur primaire) et les échanges (secteur tertiaire).

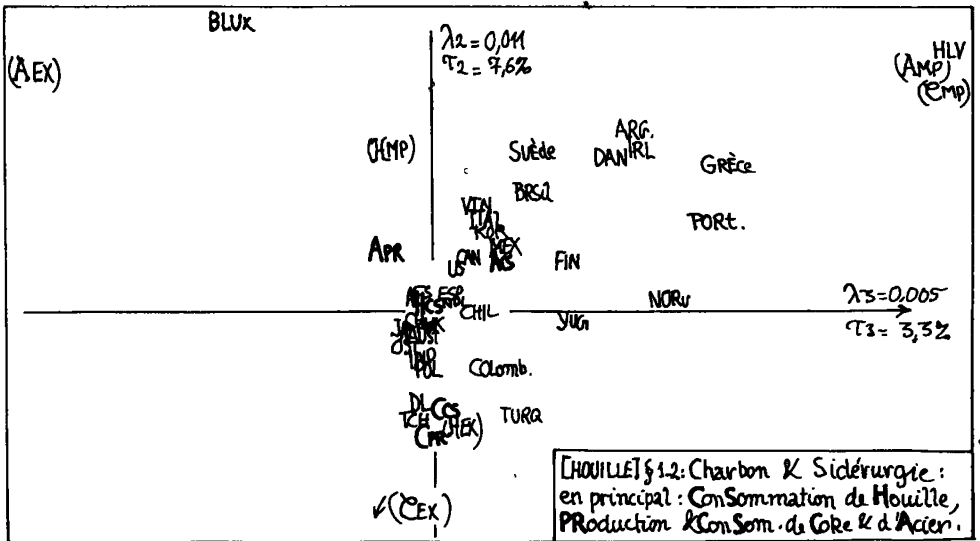
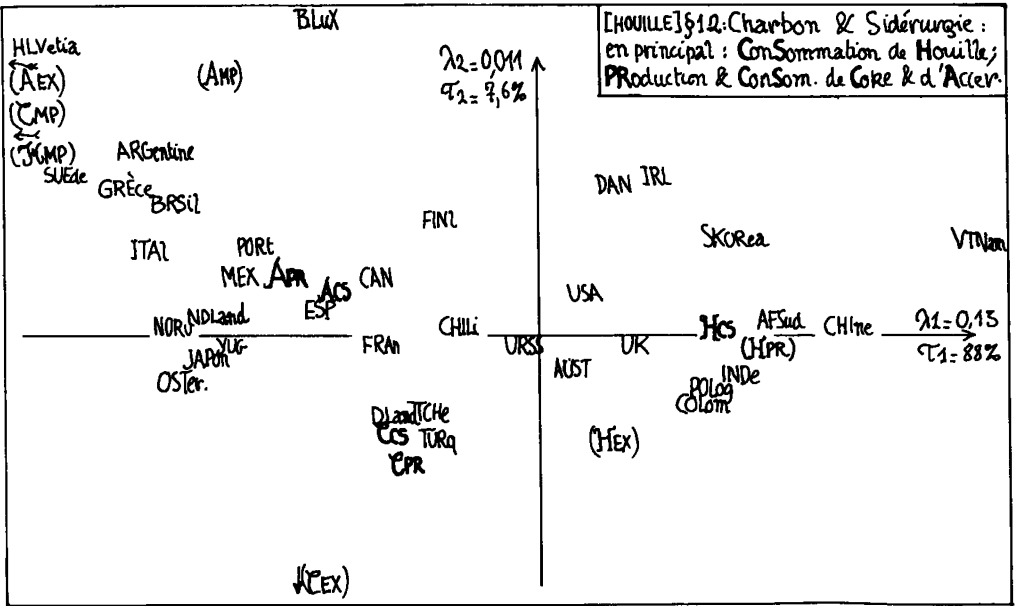
Sur l'axe 1 la consommation de Houille ($\%CS$) s'oppose aux 4 modalités principales relatives au Coke et à l'Acier, c'est-à-dire la sidérurgie et la métallurgie. Le point supplémentaire production de Houille ($\%PR$) est proche de $\%CS$: on trouve là quelques pays Chine, AFSud... très gros producteurs de Houille et dont la sidérurgie est relativement peu développée. Cependant les USA et l'URSS, richement pourvus en Houille, sont proches du centre de gravité, le secteur énergétique alimenté au charbon équilibrant chez ces pays le poids de la sidérurgie.

Sur l'axe 2, l'Acier s'oppose au Coke : proche du Coke ($\%CS$ et $\%PR$) on remarque DLand et Tchécoslovaquie, déjà notés au § 1.1 pour être des exportateurs de Coke. Séparés du Coke sur l'axe 1 (ayant une sidérurgie relativement faible) mais associé à celui-ci sur l'axe 2, on a la Pologne, autre exportateur de Coke. Quant aux modalités supplémentaires, on a seulement sur l'axe 2 négatif, avec $\%CS$ et $\%PR$, les exportations de Houille et de Coke ($\%EX$ et $\%EX$). Du côté positif de l'axe 2, associés à l'Acier et opposés au Coke, on a d'une part des consommateurs d'Acier non-producteurs (ou faibles producteurs), donc étrangers à l'industrie du Coke, (le cas le plus remarquable étant la Suisse HLV), d'autre part un gros producteur d'Acier (l'Union Belgo-Luxembourgeoise), qui consomme du Coke mais n'en produit qu'une partie : ce qui en vertu du principe barycentrique, l'éloigne du pôle Coke, associant sur l'axe 2 PR et CS.

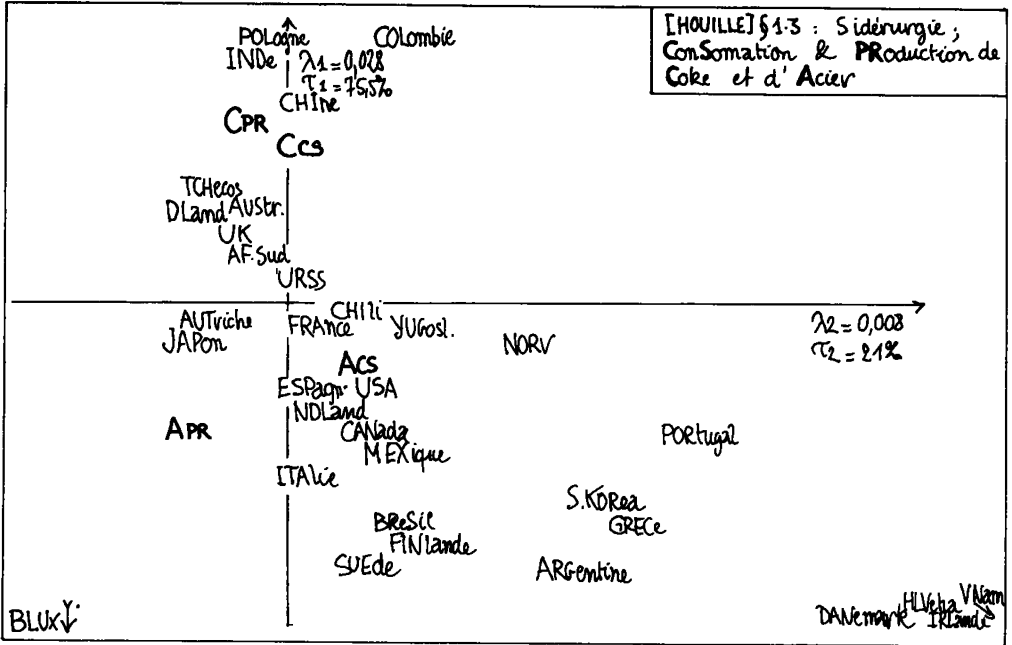
L'axe 3 montre précisément cette distinction entre Production et Consommation d'Acier et permet donc de classer comme on vient de le faire les pays se projetant sur le demi-axe 2 positif.

Ainsi la présente analyse montre à la fois le charbon comme source d'énergie, la sidérurgie et l'utilisation de l'Acier.

Il vaudrait la peine, dans la mesure où le but est de représenter le secteur secondaire, de substituer à la colonne MCS, une colonne "Consommation d'énergie, évaluée en équivalent-charbon" ; d'adjoindre à l'Acier d'autres secteurs de la métallurgie et des industries mécaniques ; enfin, de donner une échelle du développement du pays en plaçant une colonne représentative de sa population : par exemple la consommation en hydrates de carbone et féculents (céréales, manioc...) évaluée globalement en une unité convenable. Ce serait le thème d'une ample recherche, dont on a seulement voulu ici découvrir les abords. Au contraire dans l'analyse suivante on éliminera le secteur énergétique.



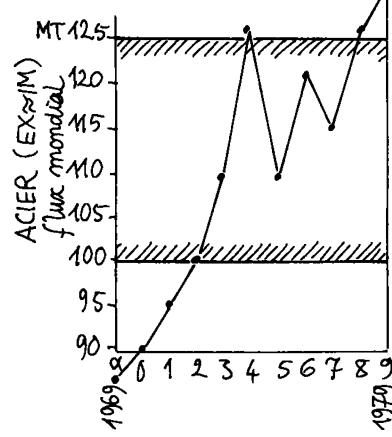
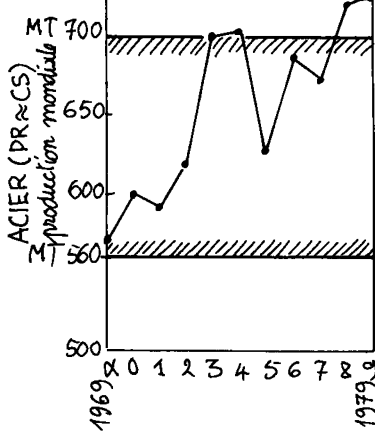
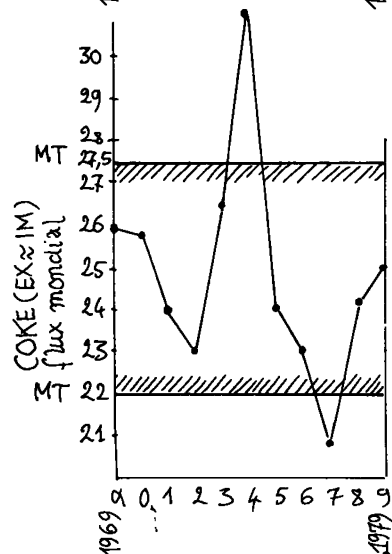
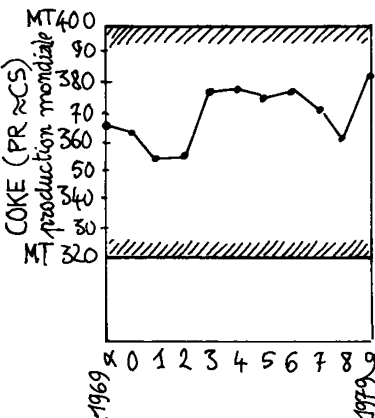
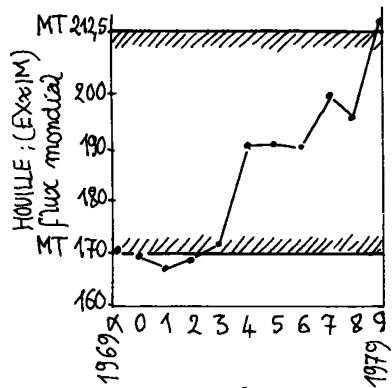
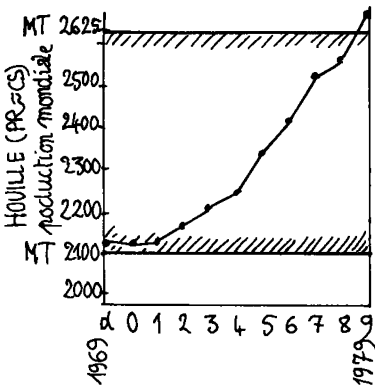
1.3 Sidérurgie : Ici I est un ensemble de pays ; et J = C_{PR}, C_{CS}, A_{PR}, A_{CS} ; PRoduction et ConSommmation de Coke et d'A-cier. On a dans le plan 1 x 2 une image analogue à celle du plan 2 x 3 de l'analyse précédente ; mais plus lisible du fait d'un meilleur étalement du nuage des pays. Dans le quadrant F₂ > 0, F₁ < 0, on a avec le point A_{CS} des pays pour lesquels la production nationale ne suffit pas à la consommation d'acier (e.g. HLVétia). Dans le quadrant F₂ < 0, F₁ < 0, se détache seul BLUX associé A_{PR} : BLUX, on l'a dit, utilise beaucoup de Coke importé. Enfin le long de l'axe 1 positif, on a des exportateurs de coke, suivis plus près de l'origine de pays qui sans exporter se suffisent à eux-mêmes. La place de l'INDE et de la CHINE, à l'extrémité positive de l'axe 1 surprend, car ces pays n'exportent pas de Coke : on peut conjecturer que leur sidérurgie a un rendement moyen faible, utilise pour produire une masse d'acier, plus de coke qu'il n'en faut ailleurs ; ou peut-être produisent-ils beaucoup plus de coke non métallurgique.



2 Les courbes d'évolution temporelle : On considère successivement les 4 courbes de variation temporelle de la production et des flux mondiaux de la Houille et du Coke (§ 2.0) ; le tableau des courbes d'exportation des importateurs majeurs de Houille (§ 2.1) ; le tableau analogue afférent aux importateurs (§ 2.2) ; enfin un tableau dont les lignes sont d'une part celles des deux tableaux précédents, d'autre part les courbes de production et consommation de la Houille par pays (§ 2.3).

2.0 Evolution du total mondial: Ainsi qu'on l'a dit au § 0.2 les statistiques disponibles ne sont pas exhaustives. Cependant il vaut la peine de tracer des courbes globales, d'autant plus que les totaux calculés par nous s'accordent avec les valeurs citées par C. Tiffon.N.B

On voit que la production mondiale de la Houille, minima en 1971, est déjà croissante en 1973, année où l'on fixe le début de la crise pétrolière ; la hausse des prix des hydrocarbures ayant toutefois débuté avant cette date. Les échanges de houille ont des variations très semblables, mais un peu plus amples. Pour le coke, les courbes ne montrent pas de tendance temporelle nette ; en effet, tandis que la houille progresse constamment comme source d'énergie,

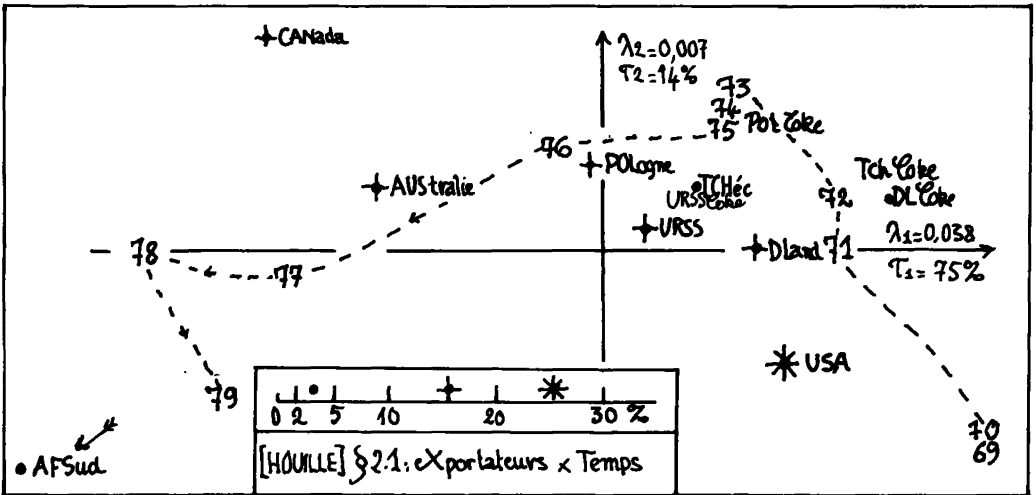


[HOUILLE ; COKE ; ACIER] : Production et flux totaux annuels estimés de 1969 à 1979 : Afin de donner l'échelle des variations relatives, on a marqué sur chaque graphique deux niveaux dont le plus haut dépasse d'un quart le plus bas : e.g. pour la production mondiale d'ACIER : 700 MT = (5/4) 560 MT.

le coke devrait plutôt être lié au marché fluctuant de l'acier. En fait la production mondiale de coke est de toutes les variables considérées, celle dont les variations relatives sont les plus faibles entre 1969 et 1979 ; et cela malgré une production d'acier en croissance irrégulière mais nette. L'explication est peut-être à chercher d'une part dans la régression du coke non sidérurgique, d'autre part dans un rendement accru de la sidérurgie impliquant une moindre consommation de coke par tonne d'acier produite. Quant aux échanges de coke, ils montrent au contraire des variations relatives maxima, sans tendance nette sur la période ; mais avec en 1974 un maximum dû notamment aux exportations de l'Allemagne Féd. (DL) et aussi de UK ; et aux imp. des USA, de la France, et secondairement de la Suède) qui se retrouve sur le flux de l'acier.

Nota Bene : Pour tous les graphiques les échelles en ordonnée ont été choisies de telle sorte que dans les limites d'amplitude des courbes, une même variation relative (de 80 à 100) corresponde à un intervalle constant compris entre deux axes horizontaux que nous avons tracés : par exemple une même distance sépare les valeurs (2100 MT, 2625 MT) de l'échelle de production de la Houille, et les valeurs (170 MT, 212,5 MT) de l'échelle des flux de Houille : ainsi sans recourir à une échelle logarithmique, on peut comparer des variations relatives, entre elles.

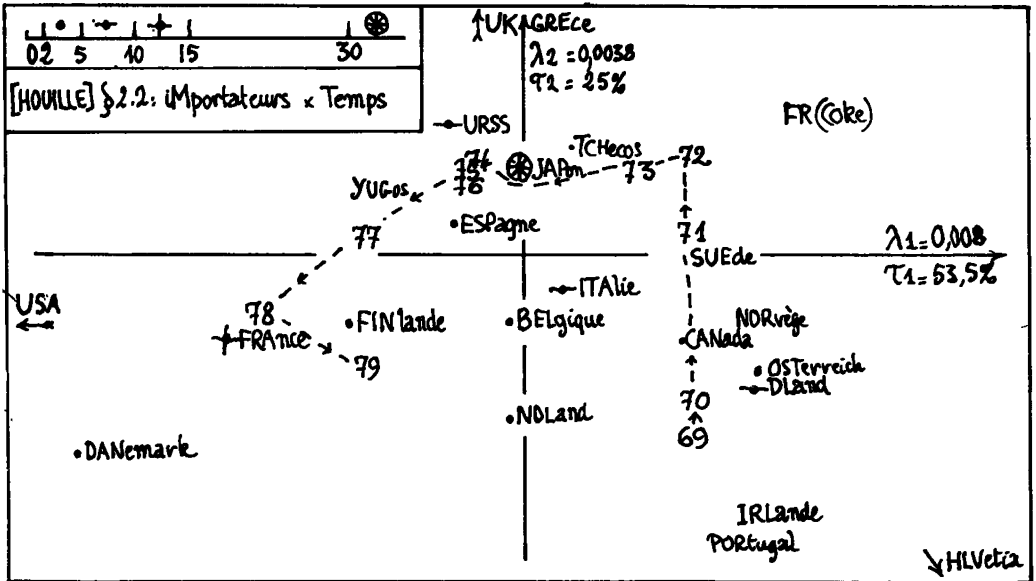
2.1 Profil temporel des exportations : On analyse le tableau I x T, avec I ensemble de pays, T ensemble des 11 années 69-79 ; $k(i,t)$ = exportations en houille du pays i pendant l'année t. En lignes supplémentaires on a les 4 principaux exportateurs de Coke ; et l'Espagne (exportateur mineur), mise en él. suppl. parce que, dans une première analyse elle apportait une forte CTR à l'axe 2 (sans toutefois perturber l'orientation des axes).



Dans le plan (1,2) la succession des années est nette : avec la fin de la période sont associés trois exportateurs majeurs qui ont connu une très forte croissance, la Canada, l'Australie, et surtout l'Afrique du Sud (dont les exportations de 1979 sont plus de 9 fois celles de 1969) l'AFSud à elle seule apporte à l'axe 1 plus de la moitié de son inertie (CTR1(AFS) = 529). La courbe des années se replie toutefois de 1978 à 1979 : on a entre ces deux années une nette augmentation du volume global à laquelle contribue tout par-

ticulièrement une hausse des exportations des USA, plutôt associés au début de la période ($F1 > 0$) vers lequel ils attirent l'année 79. On notera que les profils des exportateurs de Coke sont tous vers la période initiale : ce qui correspond à un fait déjà signalé au § 2.0 : à la différence de la Houille, le Coke n'a pas eu de croissance nette.

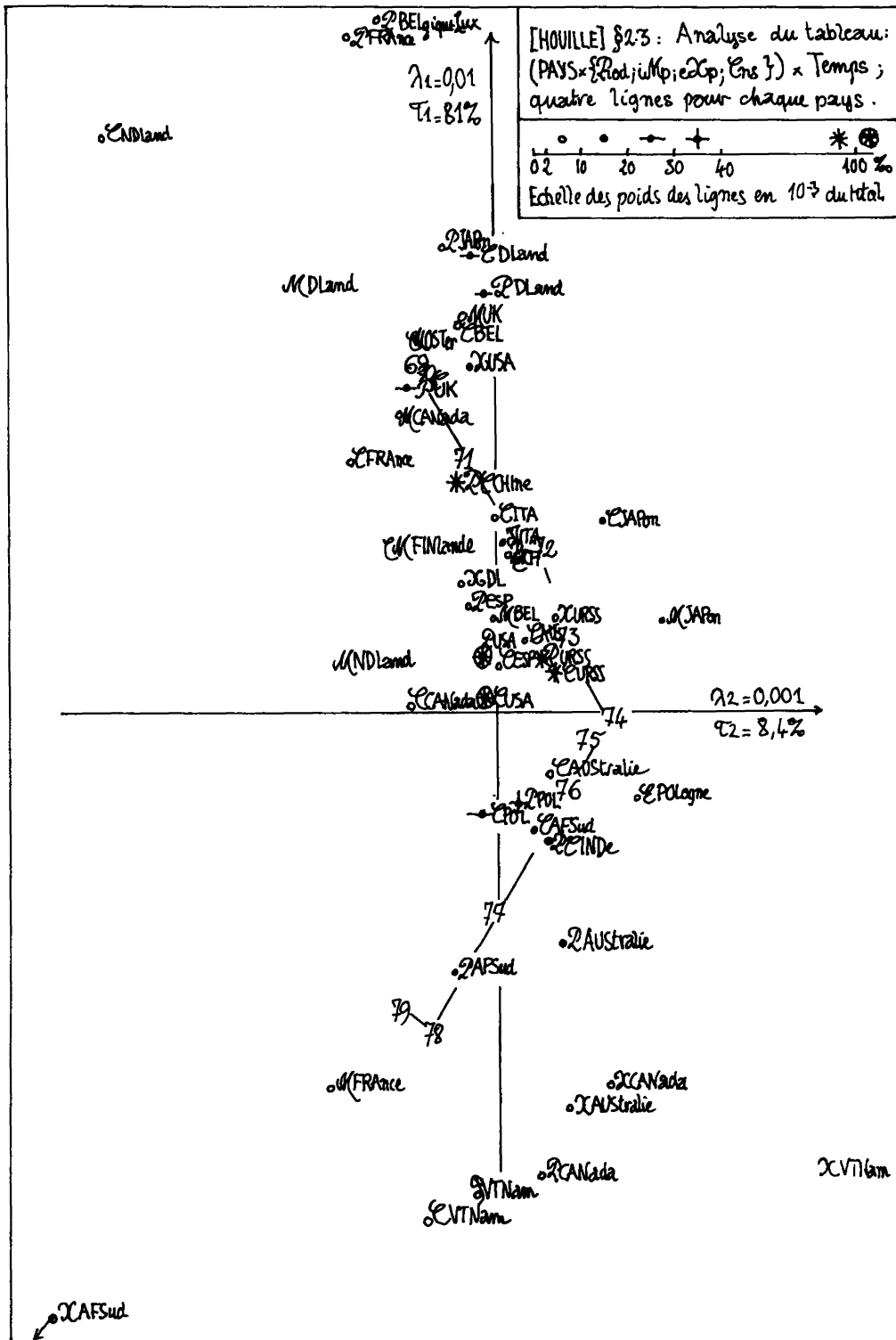
2.2 *Profils temporels des importateurs* : Cette analyse est tout analogue à la précédente à ceci près que les valeurs propres sont nettement plus faibles, ce qui atteste une plus grande stabilité temporelle. Se signale particulièrement du côté des années, la fin de période ($F1 < 0$), les importations croissantes de la France en Houille ; à l'opposé on a le profil FR(Coke), marqué par des fluctuations temporelles sans croissance nette. Le point USA, très écarté du côté $F1 < 0$ (fin de période) est en élément supplémentaire : les importations des USA en Houille (provenant quasi totalement du Canada ; cf. §§ 3 et 4) n'ont qu'un rôle marginal. De même UK (importateur) est en élément supplémentaire.



Comme pour les exportations, la courbe des années marque un rebroussement de 78 à 79 : il apparaît qu'en 1979 les importations mondiales, en croissance nette, se sont rapprochées du profil moyen (centre du graphique).

2.3 *Analyse globale de tous les profils temporels* : Le tableau analysé croise avec T (période 69-79) un ensemble $(I \times \{Prod, Imp, Exp, Cnsm\})$ avec par exemple, $k(\mathcal{L}FR, 73) = eXportations$ de la FRANCE en Houille en 1973 ; $k(\mathcal{L}AFS, 77) = Production$ de l'AFRIQUE du Sud en 1977 ; etc..

Ici encore la tendance temporelle apparaît nette : il est cu-



rieux que la ligne des années consiste en deux segments à peu près rectilignes faisant un angle en 1974 ; année qui est précisément celle où se dessine une nouvelle politique énergétique. D'autre part on retrouve le rebroussement de 78 à 79. Dans le nuage des pays considérés quant aux quatre activités P, M, X, C, on remarque principalement du côté $F1 < 0$ quelques points, déjà signalés : la Production et les exportations nettement croissantes du Canada, de l'Australie et de l'AFSud ; les importateurs de la France ; et de plus l'activité accrue du Viet-Nam (Production et Consommation ; les exportations étant très faibles). Il est curieux de suivre quelques alignements : L'Australie est au milieu du segment joignant l'Australie à l'Australie ; ce qui correspond au fait que l'Australie n'importe pas de Houille, et que sa Production est exportée à environ 50% (cf. § 1.1). Pour l'AFSud, le point \mathcal{C} est 11 fois plus éloigné de \mathcal{Q} que ne l'est \mathcal{C} : car en moyenne, de 1969 à 1979, le taux d'exportation est de 9% : mais il approche de 20% en 1979, la production ayant dans l'intervalle presque doublé.

3 Analyse factorielle du tableau des flux

3.1 Le tableau analysé : En bref, les données colligées constituent un tableau de correspondance ternaire : $M \times X \times T$; où M et X sont respectivement des ensembles de pays considérés comme importateurs et exportateurs ; et T est l'ensemble des 11 années retenues (de 1969 à 1979 ; abrégées au besoin en $\alpha, 0, 1, 2, \dots, 8, 9$) ; avec :

$k(m, x, t)$ = flux de Houille de l'exportateur x vers l'importateur m, en l'année t.

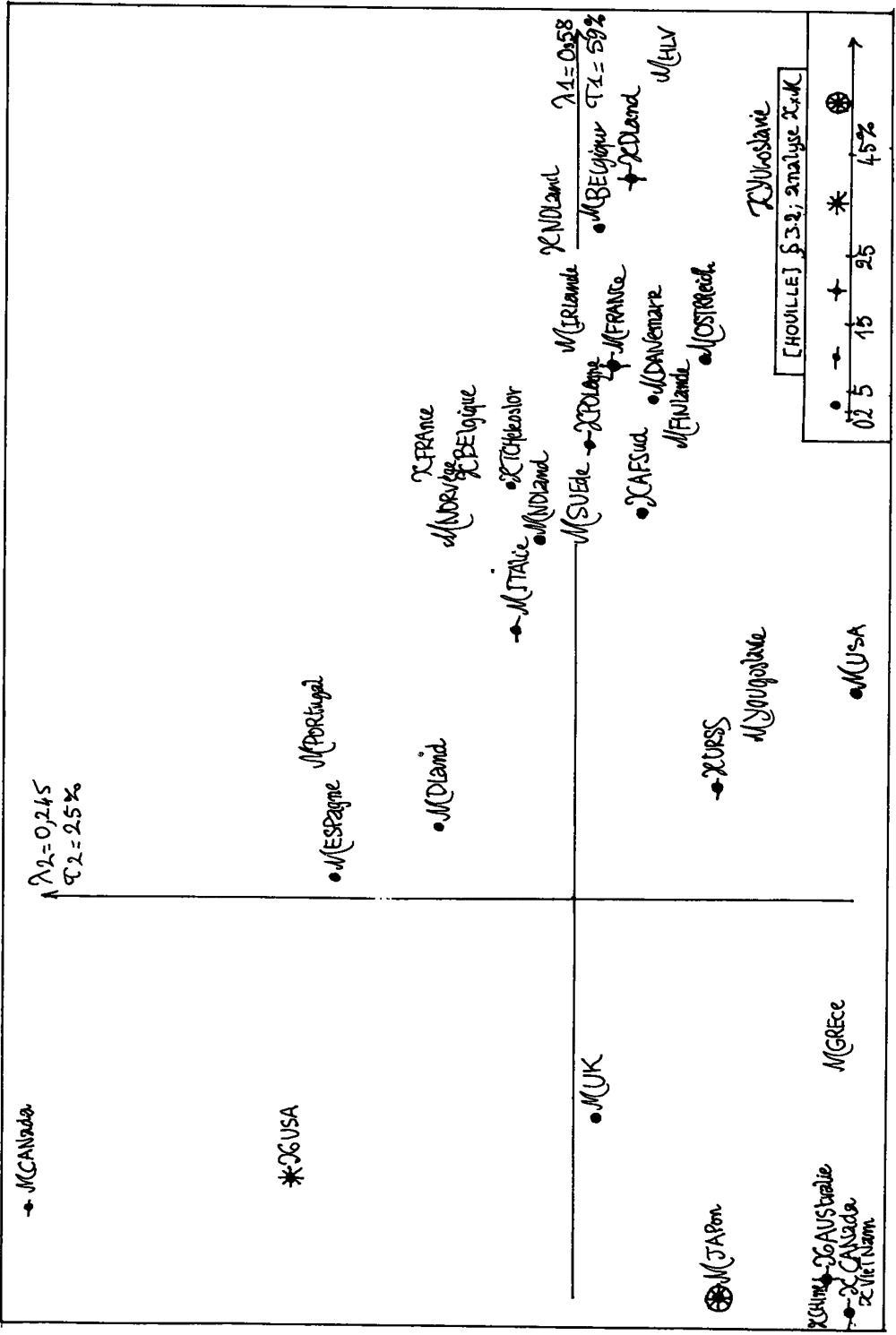
L'analyse de telles données se fait suivant la forme classique :

1°) On choisit deux ensembles M_1 et X_1 d'importateurs et d'exportateurs principaux ; ici :

$M_1 = \{ \text{JAPON ; FRANCE ; CANADA ; ITALIE ; BELGIQUE (avec Luxembourg) ; Deutschland (Allemagne Fédérale) ; Osterreich (Autriche)} \}$

$X_1 = \{ \text{USA ; AUSTRALIE ; DLand ; Pologne ; URSS ; CANADA ; Afrique du Sud} \}$.

Les 7 exportateurs principaux ont été choisis sans hésitation : chacun des 6 premiers représente plus de 5% du marché mondial ; l'Afrique du Sud est en dessous de ce seuil, sur l'ensemble de la période étudiée, mais on sait (cf. §§ 2.1 et 2.3) qu'elle a doublé sa part de 1969 à 1979 ; et elle possède de puissantes réserves de Houille aisément exploitables. Parmi les 7 pays de M_1 en revanche, seuls le JAPON suivi de la France, de l'Italie et de la Belgique ont une industrie importante nettement déficitaire en houille ; l'Autriche est nettement déficitaire, mais ce n'est pas une puissance sidérurgique importante ; le Canada et l'Allemagne sont de grandes puissances, mais ces pays disposent de grandes ressources en Houille, et leurs importations n'ont que le caractère d'échanges locaux, certes importants en volume. D'autres pays ont des importations de houille du même ordre de grandeur que l'Autriche : notamment NDland, UK et même USA. On a écarté NDland à cause de son rôle particulier d'intermédiaire de transactions ; et UK et USA parce que les importations de ces grandes puissances charbonnières pour grand qu'en soit le volume, ne jouent qu'un rôle marginal. D'ailleurs le choix de M_1 ne compromet pas l'ensemble de l'analyse factorielle et de la CAH, dans la mesure où les pays écartés se retrouvent en éléments supplémentaires, en sorte que leur profil de transaction n'est pas ignoré ; (seuls ne sont pas pris en compte les échanges entre deux pays x et m dont l'un est exclu de X_1 et l'autre de M_1). Il faut seulement veiller à ce qu'aucun pays de faible poids ne perturbe l'analyse factorielle en apportant des contributions majeures à un ou plu-



sieurs axes, du fait des particularités de son profil.

2°) On analyse comme tableau principal le tableau $M1 \times X1$; avec $k(m,x)$ = flux total de x vers m sur la période T .

3°) On adjoint à ce tableau respectivement en lignes et colonnes supplémentaires, les ensembles $M \times T$ et $X \times T$ des profils annuels d'achat et de vente de tous les pays considérés (principaux ou secondaires). Les pays dont l'activité est faible et fluctuante étant toutefois représentés par un seul vecteur cumul de toute la période T .

4°) Comme il est généralement difficile de saisir d'après des graphiques plans la complexité multidimensionnelle du nuage des éléments supplémentaires, et que d'ailleurs ces graphiques surchargés ne peuvent être publiés à petite échelle, on effectue deux CAH, l'une sur l'ensemble des lignes supplémentaires (ici des couples importateur-année ; cf. § 4.1), l'autre sur les colonnes supplémentaires (couples exportateur-année ; cf. § 4.2). Et les calculs d'aide à l'interprétation permettent d'étiqueter les arbres issus des CAH de telle sorte qu'ils offrent une lecture ordonnée et précise de l'essentiel des données traitées.

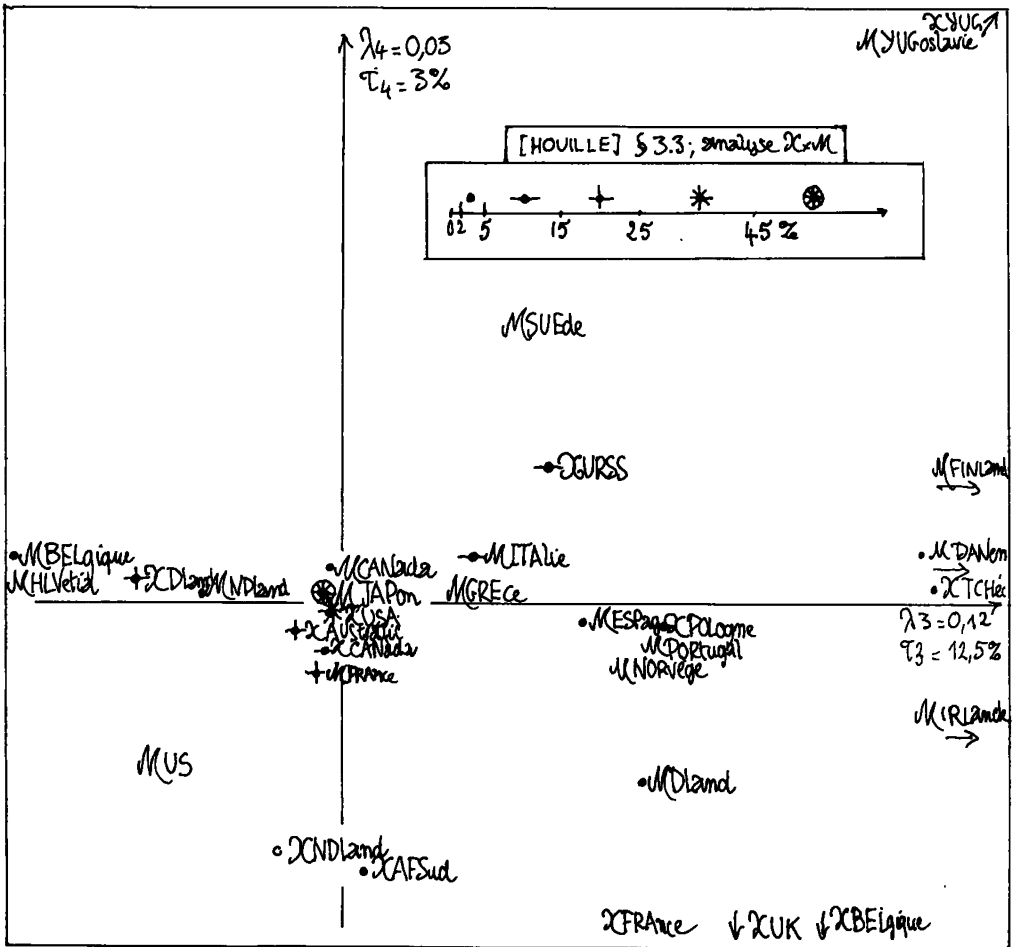
Dans le présent § 3, l'analyse factorielle sera présentée en considérant exclusivement les profils des pays importateurs ou exportateurs sur l'ensemble de la période T , qu'il s'agisse d'éléments principaux ou supplémentaires. Le détail de l'évolution temporelle des profils apparaîtra au § 4. d'après la CAH.

3.2 Marché mondial et marché européen : A première vue, le plan (1,2) montre un amas dense de points, situé à l'extrémité positive de l'axe 1, opposé à un chapelet qui s'égrene dans le demi-plan $F1 < 0$, en suivant la direction de l'axe 2. Nous interpréterons donc d'une part l'opposition inscrite sur l'axe 1, d'autre part la structure du demi-plan $F1 < 0$; quant à l'amas du demi-axe $F1 > 0$, nous le trouverons expliqué dans le plan (3,4).

En bref sur l'axe 1, on trouve du côté négatif, les points exportateurs \mathcal{C} USA, \mathcal{C} AUSTRALIE, \mathcal{C} CANADA, avec les importateurs \mathcal{M} JAPON, et \mathcal{M} CANADA ; tandis que du côté positif on a les importateurs et exportateurs européens. C'est cette opposition qu'on a voulu résumer dans le titre du § 3.2. Restent à signaler quelques particularités ou exceptions. Avec l'Europe on a \mathcal{C} AFS, les exportations de l'AFRIQUE du Sud étant sur l'ensemble de la période, orientées non vers le JAPON, mais vers l'Europe Occidentale, surtout la France, les exportations de l'URSS apparaissent partagées entre le JAPON et l'Europe : ce qui ne surprendra pas, vu l'étendue de l'URSS et la large distribution géographique de ses ressources en Houille. Parmi les importateurs marginaux, on voit que \mathcal{M} USA tire vers l'Europe ; tandis que \mathcal{M} UK est du côté $F1 < 0$, attiré vers l'Australie et les USA d'où la Grande-Bretagne reçoit des tonnages importants de houille (cf. § 4.2). Enfin quelques pays européens (ESPAGNE, PORTUGAL, DLANDE) importent du charbon des USA.

L'axe 2 est dominé par la spécificité des importations du CANADA, issues à 99% des USA ; à l'opposé la place du JAPON s'explique parce que ce pays, tout en recevant des USA (1/3) de son charbon, a maintenant pour premier fournisseur l'Australie (45%) le reste venant du CANADA, de l'URSS etc. (cf. § 4.2). Réciproquement, l'Australie, le CANADA (et secondairement la CHINE et le Viet-Nam) ont pour principal client le JAPON (auquel ils envoient plus de 30% de leurs exportations ; cf. § 4.1).

3.3 Le marché européen : Sur le plan (3,4) seuls quatre exportateurs principaux s'écartent nettement de l'origine : ce sont d'une part \mathcal{X} DLand ($F_3 < 0$) et \mathcal{X} POLogne ($F_3 > 0$) qui s'opposent sur l'axe 3 ; et d'autre part \mathcal{X} AFSud, écarté sur l'axe 4 négatif et \mathcal{X} URSS dans le quadrant ($F_3 > 0, F_4 > 0$). Avec \mathcal{X} DL, on a \mathcal{M} BEL et \mathcal{M} HLV écartés sur l'axe 3 négatif : Belgique et Suisse reçoivent en effet d'Allemagne environ les (2/3) de leurs importations en Houille (cf. § 2). Avec \mathcal{X} POL on trouve \mathcal{M} ESP, \mathcal{M} PORT, \mathcal{M} NOR sur l'axe 3 positif : en effet après les USA, la Pologne est le 2-ème fournisseur de l'Espagne, du Portugal et de la Norvège. L'URSS fournit plus qu'aux (3/4) la Yougoslavie ; et est un fournisseur important pour les pays scandinaves autres que la Norvège. Outre les USA, la Pologne et l'Afrique du Sud exportent vers l'Allemagne. Enfin malgré

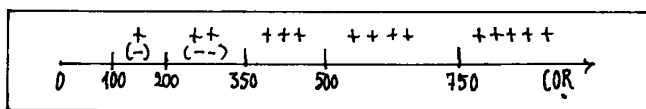


la position centrale de ce pays aux fournisseurs très divers, on note que l'Italie est associée à XURSS et la France à XAFSud.

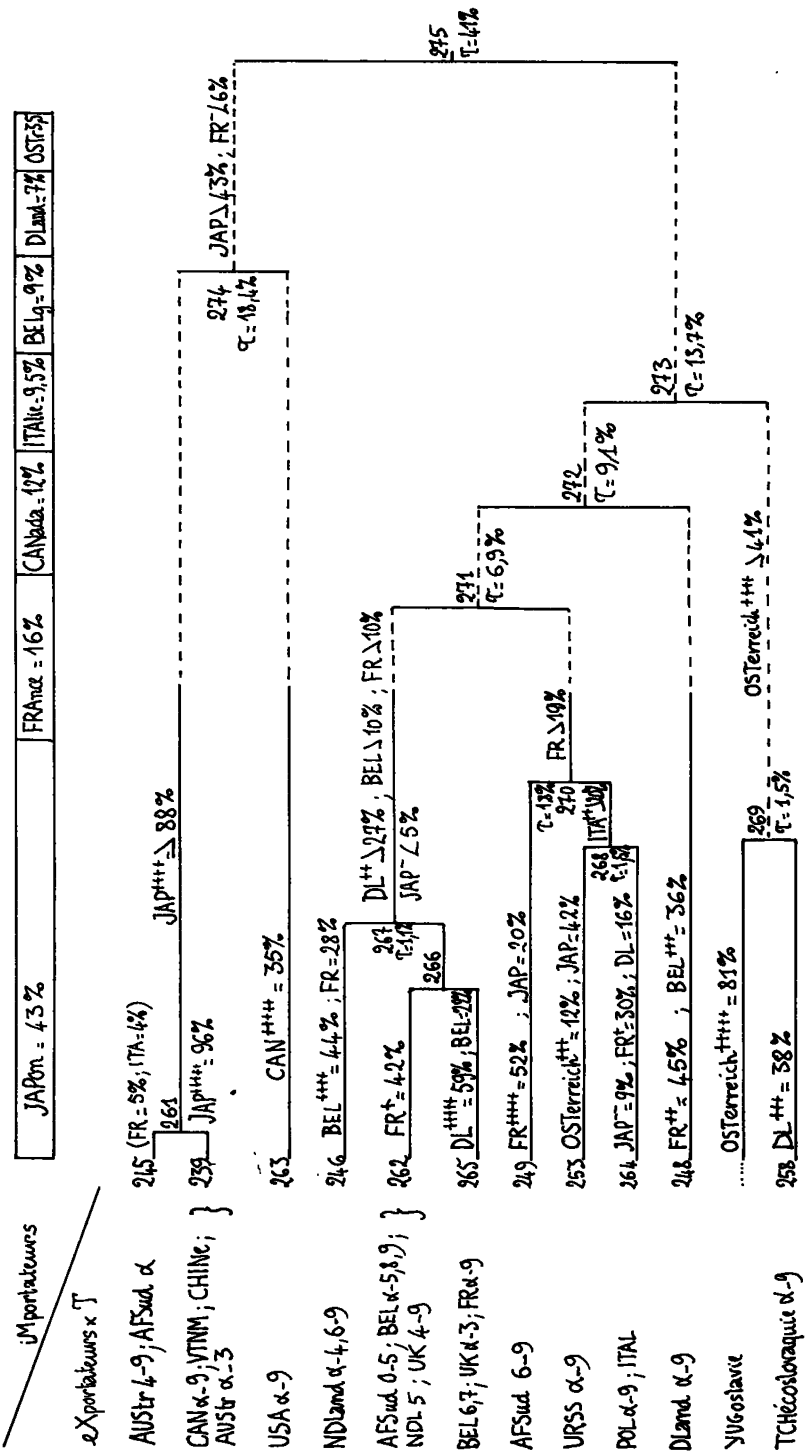
Nous ne poursuivrons pas ce commentaire au-delà des grandes lignes, car seule la classification (à laquelle nous avons déjà fait plusieurs références) permet de pénétrer avec ordre dans les détails.

4 Classifications ascendantes hiérarchiques

4.0 Conventions d'étiquetage des arbres : Afin d'inscrire sur l'arbre, une part aussi grande que possible des informations traitées, ainsi que les raisons de leur organisation hiérarchique on utilise ici les notions introduites et expliquées en détail dans l'étude [BLE] (cf. C.A.D. Vol XI n°4, 1984). D'une part on donne des valeurs précises de pourcentage (par exemple : AFS > 16%, sur le noeud 349 du § 4.2 ; noeud dont les deux descendants figurés sur l'arbre reçoivent plus de 16% de leur houille d'Afrique du Sud ; ce qui est nettement supérieur à la moyenne de 3,5% indiquée en marge supérieure au-dessus de l'arbre). D'autre part on ajoute des signes, (ici AFS++), si cette particularité contribue fortement à l'écart au centre de gravité du noeud considéré ; l'échelle d'intensité exprimée par les signes suivants étant celle figurée ici :



[HOUILLE] §4.0 Echelle pour l'étiquetage des arbres.



[HOUILLE] § 4-1 CA-H
 [EXportateurs x Temps] x Importateurs

4.1 Classification des profils des exportateurs : Dans cette classification, les profils annuels des exportateurs (ainsi que le profil global de quelques exportateurs ITAL, CHINE...) sont calculés sur l'ensemble des 7 importateurs principaux retenus au § 3 : on ne tient donc aucun compte ici des exportations vers d'autres destinations ; celles-ci (ou du moins les principales d'entre elles) figureront toutefois au § 4.2 comme des importations rapportées au pays destinataire.

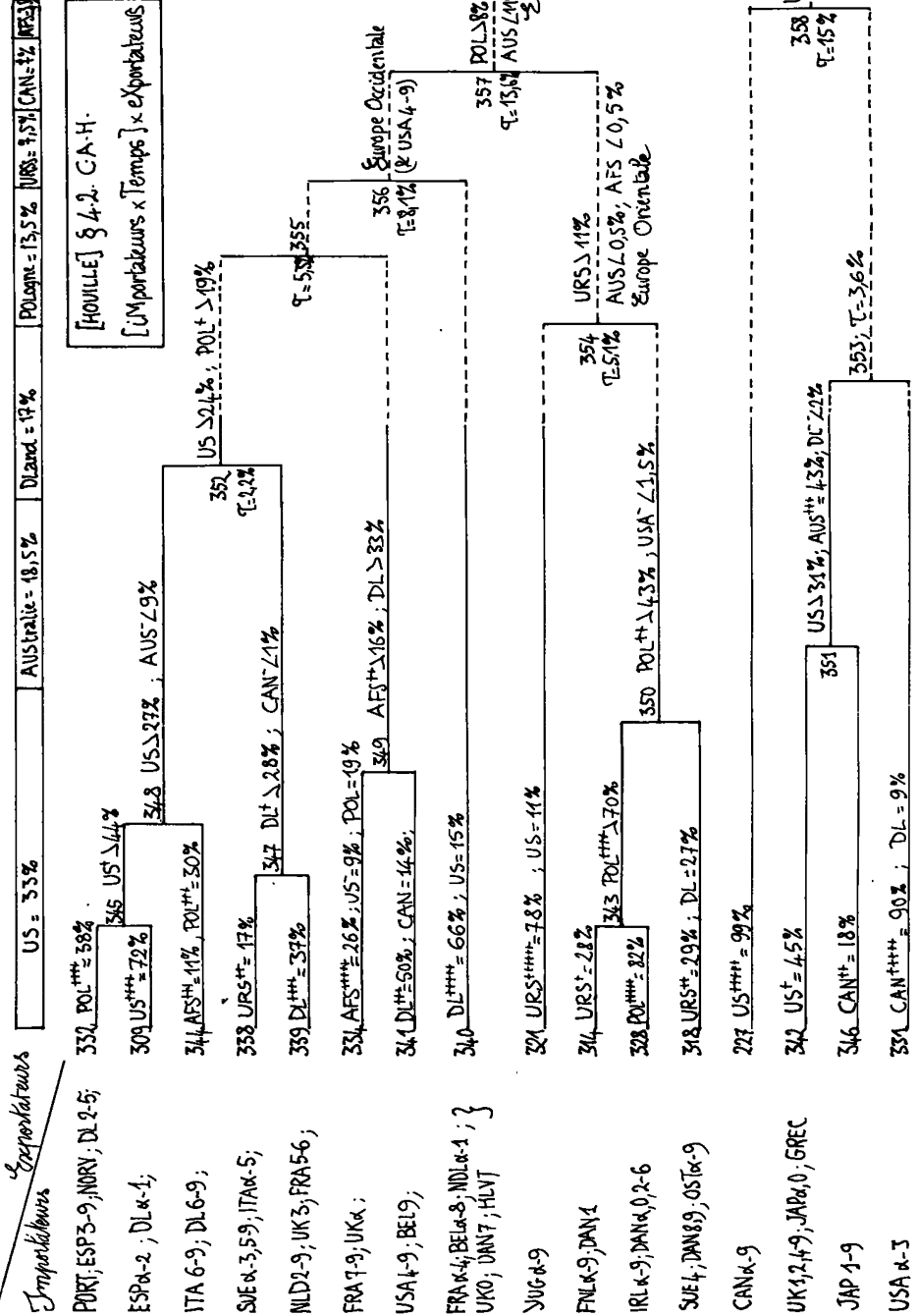
Au sommet (noeud 275), l'ensemble XT (des profils des exportateurs) se scinde en deux classes 273 et 274. Cette opposition a déjà été vue sur l'axe 1 au § 3.2. En effet avec la classe 274 on trouve les mentions JAP > 43% ; FR < 6% ; ce qui (cf. § 4.0) signifie que des sous-classes (245, 239, 263) qu'on a retenues au sein de la classe 274, chacune a un profil d'exportation de plus de 43% vers le JAPON (ce qui n'est en fait que la valeur moyenne indiquée en marge supérieure) et de moins de 6% vers la FRANCE ; ce qui est nettement inférieur à la moyenne globale de 16% afférente à ce pays et apporte une contribution COR d'au moins 100/1000 (cf. échelle ci-dessus) à l'écart des profils au centre de gravité du nuage.

La classe 274 comprend toutes les années des USA (cl. 263) caractérisées par plus d'un tiers d'exportation vers le CANADA (CAN+++++ > 35%) : en consultant le listage on voit que les taux d'exportations des USA vers CAN et JAP varient d'année en année, mais sans tendance globale nette, puisque 263 se scinde en deux sous-classes imbriquées : 257 US_{α,1,2,3,6,8,9} (vers CAN) et 256 = US_{0,4,5,7} (vers JAP).

Avec les USA (cl. 263), on trouve dans la cl. 274 une cl. 261 comprenant toutes les années du CAN et de l'Australie (exportateurs) avec les profils cumulés de la CHINE et du Viet-Nam, et l'année initiale de l'Afrique du Sud. Dans 261 le taux vers le JAPON dépasse 88%, il atteint même 96% dans la sous-classe 239.

Revenant au sommet de l'arbre, on trouve opposée à la cl. 274 qu'on vient d'étudier une cl. 273 qui représente ce qu'au § 3 on a appelé "le marché européen". Il s'agit d'une part d'exportateurs (voire de réexportateurs) européens, et d'autre part des 10 années 70-79 de l'AFRSud (la première allant on l'a vu avec le JAPON). Le cas de l'URSS est particulier : cette puissance assise sur deux continents exporte à la fois vers l'Europe (FR = (1/5) ; ITA = (1/5) ; OSTERREICH = 12%...) et vers le JAPON (40%). Dans l'ensemble les flux de charbon résultent d'une part, de la proximité géographique (e.g. la TCHÉCOSLOVAQUIE exporte vers l'Autriche et l'Allemagne ; la Yougoslavie quasi exclusivement vers l'Autriche...) d'autre part, des liens traditionnels ou récents entre gros exportateurs nettement excédentaires (Pologne, AFSud) et gros importateurs nettement déficitaires (FRANCE, ITALIE).

4.2 Classification des profils des importateurs : La classification porte sur l'ensemble MT des 11 profils annuels de chacun des 7 importateurs principaux qui constituent l'ensemble M1 (cf. § 3.1) ainsi que de 9 autres importateurs (ESPAGNE, SUÈDE, NÉDERLAND, DANEMARK, UK, USA, YOUgoslavie, IRLANDE, FINLANDE), avec les profils de 4 pays (PORTUGAL, NORVÈGE, HLVÉTI, GRECE) cumulés sur toutes la période T.



Au sommet (noeud 359) l'ensemble MT se scinde en deux classes 357 et 358 suivant l'opposition déjà vue aux §§ 3.2 & 4.1. La classe 358 comprend des importateurs qui reçoivent de la houille provenant en majorité de l'ensemble des trois pays USA, CAN, AUstralie : il s'agit principalement du JAPON qui reçoit de ces trois importateurs (la part des USA étant plus forte dans les deux premières années 1969 et 1970) et du CANada, approvisionné quasi exclusivement par les USA ; s'y ajoute la GREce (cumul sur T), 9 années de UK (font exception UKA marqué par de fortes importations en provenance d'AFSud, et UK3 plutôt associé à DLand) ; et les 5 premières années des USA (USA α -3), années au cours desquelles 90% du charbon reçu par ce pays provenait du CANada ; fait dont on ne s'étonnera aucunement ; la surprise étant plutôt de voir USA4-9 (six années 1974-79) constituer avec BEL9 une classe 341 recevant de l'Allemagne Fédérale la moitié de ses importations de Houille (DL+++ = 50%).

A la classe 358 qu'on vient d'étudier, s'oppose la classe 357 qu'on peut étiqueter globalement "Europe", bien qu'y manquent presque toutes les années de UK et qu'on en trouve 6 des USA (cf. *supra*). En bref les importateurs européens reçoivent principalement de la Houille de Pologne, DLand, URSS ; la part des USA étant variable et celle de l'Australie faible.

La classe 357 se scinde en 354 et 356, qu'on a étiquetés respectivement Europe Orientale et Occidentale, sans prétendre que la dichotomie s'explique totalement par la disposition des pays sur la carte.

La classe 354 se caractérise par des importations notables issues de l'URSS et des importations quasi nulles de l'Australie et l'AFSud ; dans la majorité des subdivisions de 354, la Pologne s'associe comme fournisseur, à l'URSS et même la Pologne prédomine (importation de l'IRlande, de la FINlande, parfois du DANemark).

La classe 356 comprend, outre l'Europe Occidentale proprement dite deux pays scandinaves, la SUEde (exception faite de SUE4) et la NORvège (cumul sur t) non inclus dans la classe 354. Nous ne tenterons pas de mettre en phrases l'ensemble des informations inscrites sur la branche formée par 356 et ses descendants. Il nous suffira d'inciter le lecteur par un exemple à lire lui-même ces informations. L'ensemble des 11 profils annuels de la FRANCE est partagé entre 3 des classes retenues par nous : FRA α -4 (i.e. de 69 à 74) dans 340; FRA(5,6), (75-76), dans 339; et FRA(7-9), (77 à 79), dans 334. Dans les premières années, prédominent les importations en provenance de l'Allemagne. En montant l'arbre à partie de 340 on lit les pourcentages suivants :

$$DL^{++++} = 66\% ; US = 15\% ; POL > 8\% ;$$

ce qui, au total, donne la provenance de 89% des importations (du moins de celles issues des 7 exportateurs principaux compris dans X1). Dans la classe 339, qui comprend les années 75 et 76 la part de l'Allemagne diminue ; on lit :

$$DL^{++++} = 37\% ; US > 24\% ; POL > 19\%$$

(soit 80% rapporté à 3 des 7 exportateurs de X1). Enfin pour les trois dernières années 77 à 79, comprises dans la classe 334, s'affirme l'importance de l'AFSud exportateur dont la forte croissance est apparue dès le début de la présente étude ; on a :

$$AFS^{++++} = 26\% ; US = 9\% ; POL = 19\% ; DL > 33\%$$

(soit 87% partagé entre les 4 exportateurs). Répétons le sens pré-

cis qu'ont ici les séries de signe + (cf. § 4.0) : la mention DL⁺⁺⁺⁺ signifie que l'écart de la classe 339 au centre de gravité du nuage (noeud 359) se fait dans la direction de l'axe DL avec un COR (cosinus carré) compris entre 500 et 750 millièmes. La mention AS⁺⁺⁺⁺ signifie que pour la classe 334 l'écart au centre (359) se fait dans la direction de AS avec COR compris entre 750 et 1000. Il ne faut pas s'étonner de ce que DL⁺⁺⁺⁺ = 37% tandis que AF⁺⁺⁺⁺ = 26% : une valeur de AFS égale à 26% représentant relativement à la moyenne générale de AFS (3,5% ; cf. marge supérieure) une singularité beaucoup plus remarquable que DL = 37% (relativement à la moyenne DL = 17%) ; d'autre part il faut distinguer entre la distance au centre de gravité (non représentée ici) et la direction dans laquelle une classe s'écarte du centre (l'écart étant réparti entre les différents axes en proportion des COR).

5. Conclusion

Concurrencé par les hydrocarbures et déjà par l'énergie nucléaire, le charbon reste une matière première essentielle de l'industrie contemporaine. En étudiant le marché mondial de la Houille, on rencontre donc nécessairement les principales puissances et les problèmes politiques les plus critiques.

En tête des grandes puissances déficitaires en Houille se détache le JAPON ; en Europe Occidentale la FRANCE, l'ITALIE, la BELGIQUE dépendent constamment d'apports extérieurs. Parmi les zones en voie de développement, l'AMÉRIQUE latine et l'AFRIQUE (AFSud mise à part) sont particulièrement mal dotées en Houille.

Trois puissances USA, URSS, CHINE disposent de ressources énergétiques quasi illimitées en Houille, et les utilisent largement. En Europe, la Grande-Bretagne fait de même ; tout en étant richement pourvue l'Allemagne Fédérale s'appuie moins nettement sur la Houille (sa consommation n'étant que les 2/3 de celle de UK, malgré une activité industrielle globale supérieure).

L'Australie, le Canada, l'Afrique du Sud, et, en Europe la Pologne tirent de leurs ressources en Houille d'importants revenus. Le 1-er exportateur de Houille reste toutefois les USA ; l'Allemagne et l'URSS étant également des exportateurs majeurs.

Présentement, un seul pays, l'AFRIQUE du Sud utilise sur une grande échelle le charbon pour la synthèse des hydrocarbures liquides.

Les flux de Houille ne s'expliquent pas seulement par les excédents et les déficits des diverses puissances, la compensation se faisant par la voie la plus directe ou la moins coûteuse (canaux à l'intérieur des continents, mer autour des continents ou entre ceux-ci). Il faut tenir compte des traditions commerciales, de la planification globale des transports, de l'inégalité des coûts d'extraction et des barrières douanières, de la multiplicité des produits compris sous le nom unique de houille mais inégalement propres aux usages énergétiques et métallurgiques. De tout cela résulte des effets parfois peu explicables pour nous : comme l'arrivée du charbon australien en Grande-Bretagne, ou Allemand aux USA. Enfin, au sein des grands ensembles industriels de l'Amérique du Nord (USA et CANADA) de l'Europe de l'Ouest et de l'URSS, on souhaiterait suivre le détail des flux de Houille non en terme de pays, mais de bassins et de complexes énergétiques ou sidérurgiques.