

## **ANALYSE DES FLUX DU COMMERCE INTERNATIONAL DE MATÉRIEL INFORMATIQUE ENTRE 57 PAYS DE 1990 À 1994**

### **[FLUX INFORMATIQUE]**

*S. CHAHDOURA\**

*M.-A. KLEINPETER\*\**

#### **1 Données et conjectures**

Les données concernent 57 pays (ou cumuls de pays: notamment pour une union économique, ou si des divisions récentes ont affecté une unité politique suivie précédemment dans les statistiques). Des données de même format, relatives au flux global, sans distinction de matière, ont déjà été traitées dans [FLUX INTERNAT.]; puis, pour l'or non monétaire, dans [FLUX OR]: nous reprenons ici les notations de ces articles.

Pour toute marchandise, ou classe de marchandises, les flux internationaux, d'importation et d'EXPORTation, recensés entre pays, ne sont que des étapes d'un processus complexe qui commence à la PROduction pour s'achever par la consommation (ou l'affectation à un usage durable). De ce point de vue, l'étude d'un marché international commence par l'analyse d'un tableau à quatre colonnes croisant un ensemble I de pays, ou, plus généralement de couples (pays, année), avec l'ensemble des quatre postes {imp, EXP, PRD, cns}; les relations entre pays pris deux à deux n'étant considérées qu'ensuite.

Ainsi ont été étudiés les marchés du blé, de la houille, des phosphates... dans des articles qui sont reproduits ou résumés dans le livre *Prat5Éco*; et dont les références précises figurent en bibliographie.

Pour le matériel informatique, les données dont nous disposons se bornent aux flux {imp, EXP} entre 57 pays pour les cinq années {1990, ..., 1994}, sans statistique de PROduction ni de consommation. En sorte que, quant à {PRD, cns}, notre commentaire complétera, par des notions générales connues de tous, les conjectures inspirées par l'analyse des flux.

---

(\*) Stagiaire de Recherche à la direction des Études Économiques du Crédit Lyonnais;

(\*\*) Ingénieur de Recherche à la direction des Études Économiques du Crédit Lyonnais;

Mais d'autre part, un objet manufacturé n'est pas un produit brut comme le blé ou le pétrole: nous dirons qu'on peut y distinguer une somme de valeurs ajoutées au cours du processus de fabrication. Pour le matériel informatique, on considérera, schématiquement, trois niveaux:

montage : ne requiert pas de compétence, mais est favorisé par la proximité des consommateurs; et peut être facturé au-dessus de sa valeur pour enfreindre des règles douanières ou fiscales;

production des composants : relève de techniques établies; requiert une main d'œuvre agile, mais aussi acceptant de bas salaires, compte tenu de la concurrence mondiale;

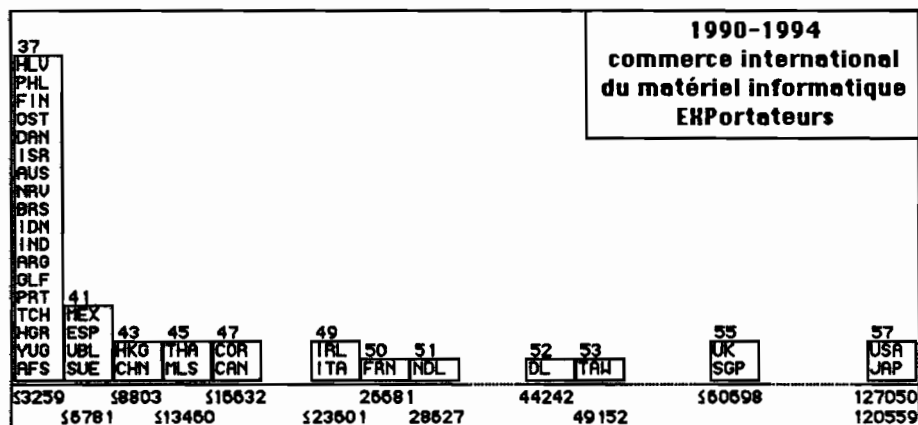
conception et création de systèmes : travail d'ingénieurs hautement spécialisés; qui confine à des technologies militaires ou à d'autres secrets...; mais aussi comprend la programmation qui est un produit immatériel qui reste à compter.

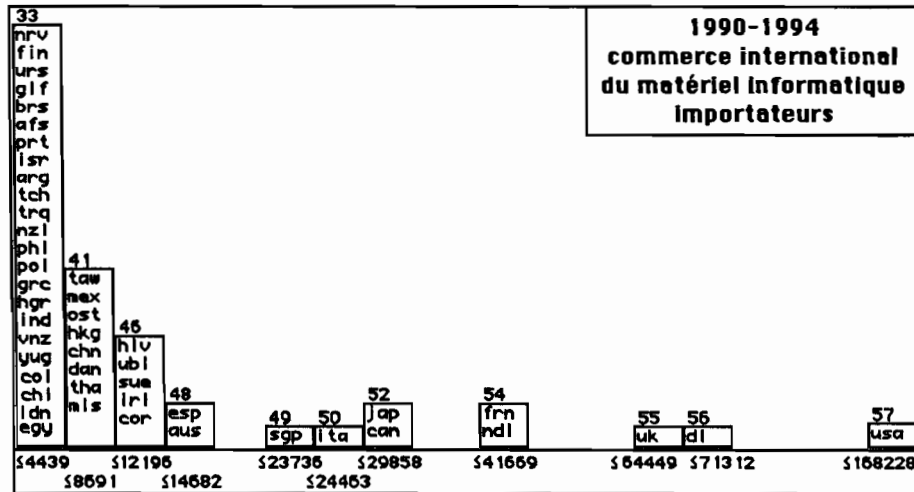
Il va sans dire qu'aucune statistique ne suit ce schéma, d'ailleurs approximatif, que nous pouvons seulement prendre comme clef dans l'interprétation de structures multidimensionnelles.

## 2 Rôles des principaux partenaires

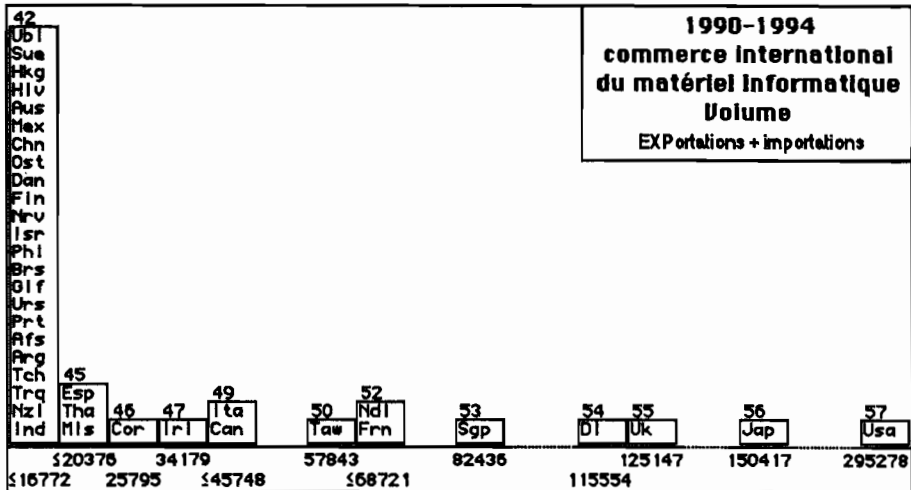
Il est bien connu qu'au commerce de l'informatique peu de pays participent notablement; la part relative de EXP et imp étant, de plus, très variable; certains pays (de faible poids) n'exerçant que la fonction, quasi exclusive, d'importateur. De plus, même sur la courte période étudiée, poids relatifs et distribution des rôles varient considérablement.

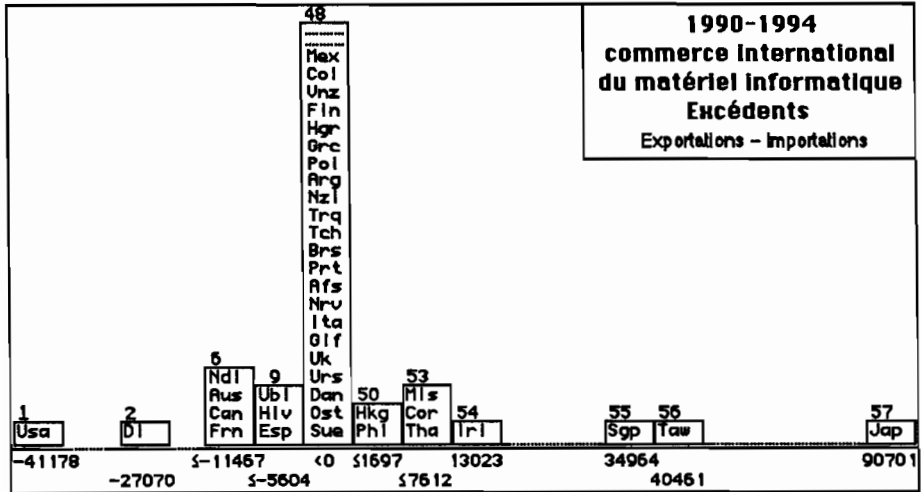
On a d'abord calculé, pour chacun des 57 pays, sur la période 1990-94, les cumuls, impT et EXPt, de ses importations et EXPORTations, sans distinction respective d'origine ou de destination.





Sur l'histogramme de l'une et l'autre variable, la quasi totalité du poids revient à un petit nombre de pays: ce qui pose la question du rôle de ceux-ci. En tant qu'EXPortateurs, USA et JAP ont des poids équivalents. Mais, pour les Usa, le solde est négatif; alors que pour le Japon, impT n'est que le quart de EXPt. De même UK et SinGaPour diffèrent peu quant aux EXPortations; mais Uk a, comme Usa, un solde négatif; tandis que sgp (imp) dépasse de peu le tiers de SGP (EXP). L'Allemagne, DeutschLand, équivaut presque à TAïWan, comme exportateur; mais le solde de DI est nettement négatif; et taw (imp) n'est que le cinquième de TAW (EXP). Ainsi sur l'histogramme du volume total, se signalent une quinzaine de pays {Usa, Jap, Uk, DI, Sgp, Ndl, Frn, Taw, Ita, Can, Irl, Cor, Esp, Tha, Mls, Ubl, Sue, Hkg, ...} dont les rôles

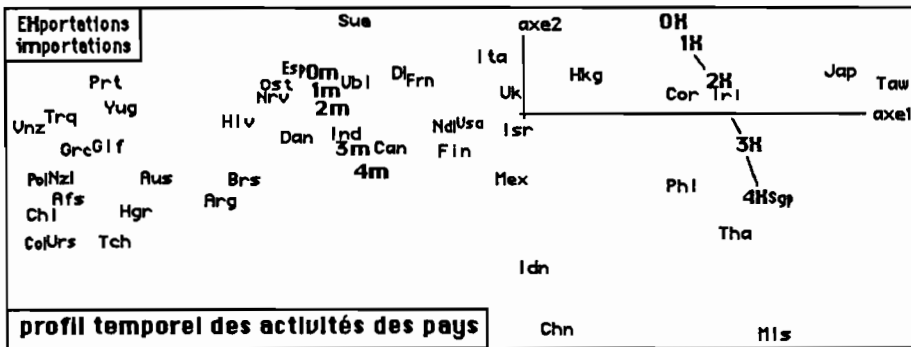


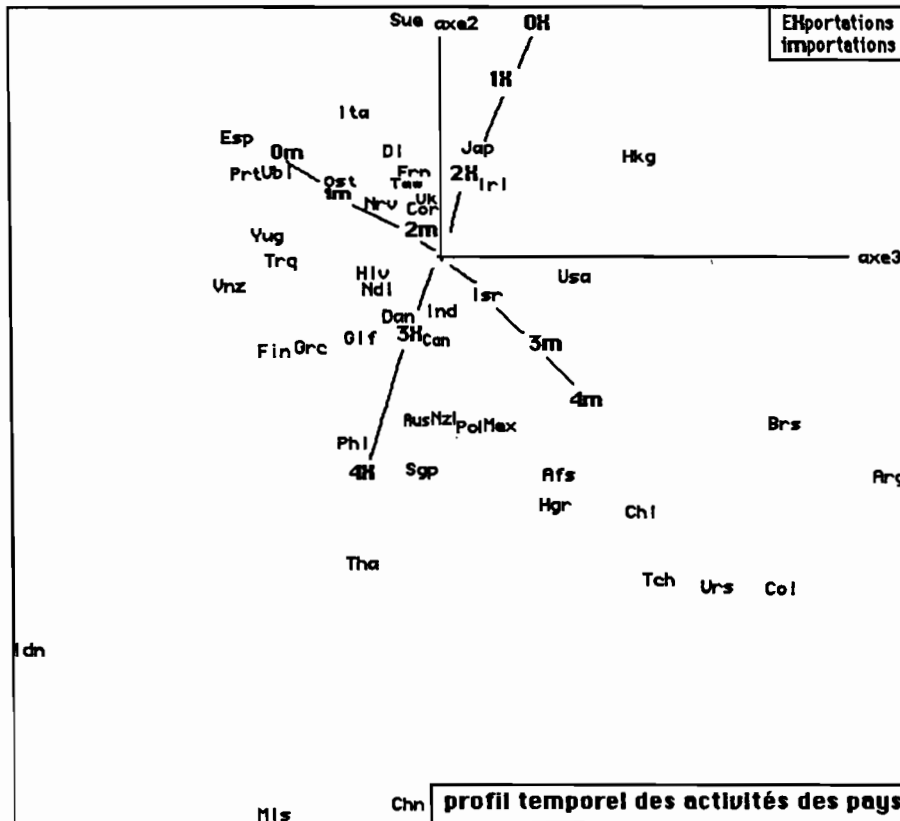


sont bien différents, comme le confirme l'histogramme des Excédents; ou plutôt des déficits, si l'on met à part 9 pays, {Jap, Taw, Sgp, Irl, Mls, Cor, Tha, Hkg, Phi}, d'ailleurs très inégaux quant au poids. La complexité de cet histogramme appelle un commentaire particulier. Au centre, est un créneau élevé où sont rangés les pays confinants au zéro du côté négatif. La valeur algébrique de la variable. C'est pourquoi on a pu, sans inconvénient, supprimer, en haut, les 21 sigles afférents aux pays tout proches de zéro.

Une analyse de correspondance montrera encore, avec sa variation dans le temps, la diversité des profils. Le tableau croise 57 pays avec 10 colonnes {0m, 1m, 2m, 3m, 4m, 0X, 1X, 2X, 3X, 4X} donnant successivement, par année, les importations et eXportations totales.

Sur l'axe 1, importations (F1<0) s'opposent à eXportations (F1>0). Des pays notés pour leurs excédents, se détachent Japon et Taïwan. À l'extrémité (F1<0) sont des importateurs quasi exclusifs. Dans une zone intermédiaire,





mais à gauche de l'origine, on a, avec Usa et Canada, les pays de l'Europe Occidentale, plus ou moins spécialisés en technique. L'Irlande est à part, ( $F1 > 0$ ); et on a déjà noté, dans [EXC. DÉF.], p.104, le rôle particulier que la législation commerciale de la CEE confère à ce pays dans les importations de l'Europe. La place de Uk, presque à l'origine sur l'axe 1, et son très grand poids global, dépassant celui de France et aussi de Deutschland plus qu'on ne l'attendrait, suggère que Uk tient, entre autres, le rôle d'intermédiaire de Irl.

La diachronie est dans le plan (3, 2), où les chapelets de modalités, {0m, 1m, 2m, 3m, 4m} et {0X, 1X, 2X, 3X, 4X} suggèrent deux axes de croissance respective de imp et EXP, relativement à la tendance moyenne; laquelle, sur l'ensemble des 57 pays ne peut être que la même pour les deux mouvements, imp et EXP, qui s'équilibrent exactement.

De part et d'autre du demi-axe ( $F2 > 0$ ), on a un angle, délimité par les deux lignes de décroissance, se terminant aux points 0X et 0m. Des pays de poids élevé compris dans cet angle, nous considérerons Ita et D1. En comparant les chiffres annuels d'un pays au taux général en ‰ calculé sur

Branche: Matériel Informatique : Années: 1990-94 : TimpT, EXPt

| 10  | 0m    | 1m    | 2m    | 3m    | 4m    | 0X    | 1X    | 2X    | 3X    | 4X    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Usa | 24158 | 26918 | 32164 | 38502 | 46486 | 23914 | 24087 | 25037 | 25269 | 28743 |
| Dl  | 12979 | 14353 | 15211 | 13550 | 15219 | 8994  | 9065  | 8871  | 8175  | 9137  |
| Ita | 4847  | 5072  | 5338  | 4659  | 4547  | 4087  | 4142  | 4196  | 4474  | 4386  |
| Ndl | 7530  | 7623  | 7454  | 7907  | 9580  | 4533  | 4838  | 5170  | 6666  | 7420  |
| Jap | 4683  | 5000  | 5356  | 6372  | 8447  | 19945 | 21711 | 24329 | 26436 | 28138 |
| Mex | 1020  | 1267  | 1460  | 1763  | 2200  | 993   | 1038  | 1213  | 1440  | 2097  |
| Idn | 182   | 155   | 155   | 138   | 164   | 0     | 30    | 180   | 184   | 330   |
| Chn | 681   | 972   | 1390  | 1884  | 2174  | 273   | 575   | 1042  | 1912  | 3068  |
| Irl | 1754  | 1671  | 1974  | 2297  | 2882  | 4556  | 3955  | 4381  | 4851  | 5858  |
| Hkg | 796   | 1108  | 1544  | 1532  | 2126  | 1664  | 1816  | 1994  | 1703  | 1626  |
| Sgp | 3111  | 3300  | 3688  | 5979  | 7658  | 7546  | 8327  | 10132 | 13887 | 18808 |
| Mls | 600   | 830   | 872   | 1178  | 2214  | 634   | 1246  | 2252  | 3680  | 5494  |
| Phl | 256   | 259   | 347   | 366   | 423   | 307   | 369   | 597   | 687   | 889   |
| Tha | 716   | 991   | 1314  | 1410  | 2015  | 1307  | 1720  | 2386  | 3370  | 4677  |
| tau | 83    | 89    | 98    | 106   | 124   | 83    | 89    | 98    | 106   | 124   |

l'ensemble des pays, on oppose la stabilité des EXP et imp pour Dl et Ita, à une croissance générale de 50% (de 83 à 124, sur la ligne tau‰).

Proches de la ligne de décroissance des EXP, aboutissant à 0X, sont Jap et Irl; pays qui, avec des fluctuations annuelles, suivent la croissance de imp mais non celle de EXP.

De part et d'autre du demi-axe ( $F3 > 0$ ), s'étend l'angle où décroissance de EXP va avec croissance de imp. Ainsi, pour Usa, imp double presque, mais EXP ne croît que d'environ (1/8). À Hkg, les eXportations n'augmentent pas; mais les importations triplent presque.

L'angle de la double croissance encadre ( $F2 < 0$ ). S'y trouvent Can et Mex, pays associés aux Usa au sein de l'ALENA: pour le Mexique, EXP et imp font plus que doubler.

Avec Singapour, Malaisie, Thaïlande et Chine, on a une croissance très forte, particulièrement pour EXP. On rapprochera l'entrée de la Chine des fluctuations, déjà vues, de Hong kong. Les relations bien connues entre Hkg et Chn sont confirmées par l'analyse des flux; mais la totalité n'en est sans doute pas connue. L'hypothèse se présente que des activités industrielles passent de Hkg vers Chn, où les salaires sont bas. Ce mouvement devrait se poursuivre dans l'avenir; la véritable menace, pour Hkg, venant non du régime politique de la patrie à laquelle elle est réincorporée, mais du jeu, tout libéral, de la concurrence.

Reste, vers ( $F3 < 0$ ), l'angle de prospérité maxima: décroissance de imp avec croissance de EXP. La place de Hlv dans le plan (2, 3) n'offre pas matière à commentaire, car Hlv a une corrélation de 975‰ avec l'axe 1. Pour Ndl, on voit que EXP croît, jusqu'à rejoindre presque imp. Le cas de l'Indonésie, Idn, est le plus frappant, nous dispensant de rien ajouter aux nombres.

Matériel Informatique : Années: 1990-94 : 57 pays × {0m ... 4m 0X ... 4X}

|          |          |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|
| trace :  | 1.608e-1 |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
| rang :   | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     |     |
| lambda : | 1412     | 121  | 52   | 11   | 6    | 3    | 2    | 1    | 1     | e-4 |
| taux :   | 8780     | 750  | 324  | 67   | 36   | 18   | 14   | 7    | 3     | e-4 |
| cumul :  | 8780     | 9530 | 9854 | 9922 | 9958 | 9976 | 9990 | 9997 | 10000 | e-4 |

### 3 Analyse des flux entre pays

#### 3.1 Construction du tableau analysé

On a pour chacune des 5 années de 1990 à 1995, un tableau carré, non symétrique, croisant l'ensemble Im, {usa can frn ubl dl...}, des 57 pays considérés comme importateur, avec l'ensemble JX, {USA FRN UBL DL...} des mêmes pays considérés comme eXporteur. Dans chacun de ces tableaux la diagonale est nulle: en effet, même si l'essentiel de la production d'un pays est destinée à sa propre consommation, et qu'il y a des échanges entre entreprises proches ou éloignées dans l'espace, au sein du pays, de tels flux internes ne peuvent être comptés aux même titre que ceux qui traversent les frontières.

|       | USA    | CAN   | ... | TOT    |
|-------|--------|-------|-----|--------|
| usa   | 0      | 13250 | ... | 168228 |
| can   | 17605  | 0     | ... | 29118  |
| ..... | .....  | ..... | ... | .....  |
| tot   | 127050 | 16082 | ... | 6.8e+5 |

Prenons par exemple, cumulés sur 5 années, les flux entre Usa et Canada. Plus de 80% des EXPortations du CANada vont vers usa; 60% des importations de can viennent des USA. Si le tableau des flux est analysé tel quel, cette relation particulière et d'autres analogues sortent, sur les premiers axes, masquant ou brouillant les relations générales qui sont l'objet premier d'une étude multidimensionnelle (cf. *infra* §4.1).

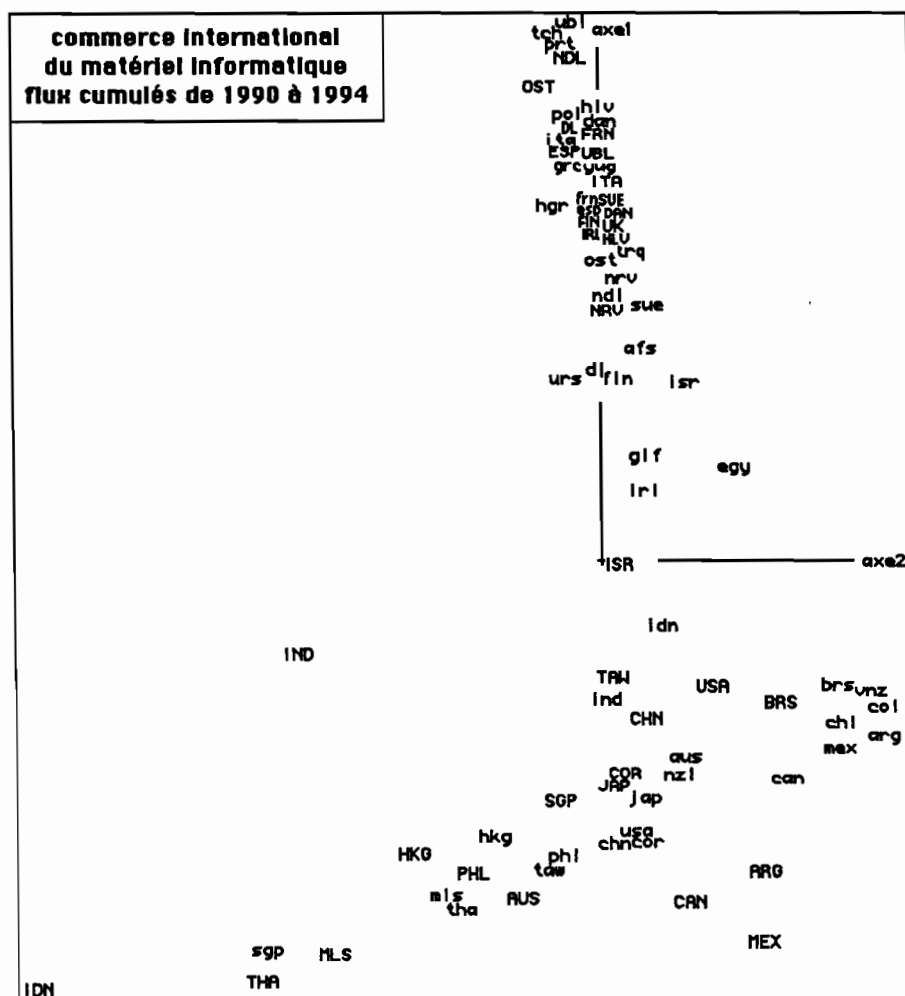
C'est pourquoi, comme dans un précédent travail, [FLUX INTERNAT.], on a, suivant une méthode exposée dans l'article cité, [TRAC. MANQ. FLUX], introduit une diagonale non nulle dans les tableaux de flux. Au §4, nous donnerons un aperçu des traitements de divers tableaux. Dans le présent §, nous exposons, en détail, les résultats issus d'un seul tableau; ou plus précisément, d'un système cohérent de tableaux.

Classiquement, pour analyser une suite de tableaux  $I \times J$  indicés par le temps  $t$ , (autrement dit, pour analyser une correspondance ternaire  $I \times J \times T$ ), on prend comme tableau principal le tableau  $I \times J$  obtenu par cumul des tableaux afférents à chaque temps (nous parlerons ici de tableaux annuels); et chacun de ceux-ci est adjoint en supplément à l'analyse; à la fois comme ensemble de lignes et comme ensemble de colonnes. Ainsi, on peut apprécier, relativement à des axes issus de la relation entre  $I$  et  $J$  prise sur toute la période  $T$ , le mouvement des profils annuels des individus  $i$  et  $j$ .

De plus, afin de projeter, sur les mêmes axes, les variations relatives des masses des  $i$  et des  $j$ , on adjoint encore, respectivement comme lignes et colonnes supplémentaires, les tableaux de marge binaires  $J \times T$  et  $I \times T$ .

Dans la cas présent, avant d'effectuer les divers cumuls, on a calculé des valeurs fictives pour les diagonales de chacun des tableaux annuels  $I \times J$ ; et procédé ensuite comme à l'ordinaire.

Il reste à dire que, dans l'analyse de base considérée ici, les éléments du tableau cumulé  $I \times J$  ne sont pas tous en principal; mais on a mis en supplément 25 exportateurs et 10 importateurs de très faible poids.



### 3.2 Analyse du tableau des flux complétés et cumulés

Matériel Informatique ; cumul 1990-94, avec diagonale pleine ; en principal : 47. imp  $\times$  32. EXP

|          |          |      |      |      |      |      |      |      |      |          |
|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| trace :  | 7.570e-1 |      |      |      |      |      |      |      |      |          |
| rang :   | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10       |
| lambda : | 3450     | 991  | 638  | 501  | 307  | 265  | 234  | 223  | 161  | 126 e-4  |
| taux :   | 4557     | 1309 | 842  | 662  | 406  | 350  | 309  | 295  | 213  | 166 e-4  |
| cumul :  | 4557     | 5866 | 6708 | 7371 | 7776 | 8127 | 8436 | 8730 | 8943 | 9110 e-4 |

Dans le plan (1, 2), les ensembles I et J dessinent deux bandes denses dont se sépare seul IND (Inde, eXportateur). Le long du demi-axe ( $F1 > 0$ ), s'accumulent les profils des pays européens ( $F1 < 0$ ), en oblique relativement à la direction de l'axe 2, des pays d'Amérique ( $F2 > 0$ )





| SIGI | PDS | F4   | CO2 | CTR |
|------|-----|------|-----|-----|
| tch  | 3   | 3056 | 799 | 525 |
| hgr  | 2   | 2296 | 753 | 180 |
| yug  | 1   | 1510 | 653 | 61  |

| SIGJ | PDS | F4   | CO2 | CTR |
|------|-----|------|-----|-----|
| OST  | 3   | 3266 | 812 | 711 |

leurs importations en matériel informatique.

| SIGI | F5   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| ubl  | -531 | 155 | 135 |
| dan  | 176  | 28  | 9   |
| fin  | 434  | 266 | 32  |
| nrv  | 699  | 274 | 93  |
| sue  | 636  | 300 | 186 |

| SIGJ | F5   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| NDL  | -448 | 139 | 260 |
| DAN  | 1270 | 335 | 171 |
| FIN  | 733  | 154 | 65  |
| NRV  | 528  | 229 | 17  |
| SUE  | 396  | 139 | 37  |

cet axe un CO2 dépassant 125, on est conduit à consulter le tableau des données: on trouve de fortes eXp de DAN vers {uk, nrv, sue} (suède surtout); de fortes eXp de FIN vers {uk, sue}; les fortes eXp de Irlande vers uk expliquent la contribution de IRL.

| SIGI | F6   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| hkg  | 687  | 374 | 167 |
| nzl  | 1125 | 256 | 116 |
| mls  | 585  | 192 | 99  |

| SIGJ | F6   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| AUS  | 1582 | 393 | 243 |
| SGP  | 262  | 133 | 207 |

La chine reçoit de {USA, JAP, HKG, TAW...}; HKG exporte vers {usa, sgp, chn, dl, uk, jap...}; dans les flux vers chn, la part de HKG est la moitié de celle de JAP; dans les flux issus de HKG, la part de chn est la moitié de celle de usa; compte tenu des poids modérés de Hong KonG et chine, leur lien est très fort; d'où l'axe 7.

Le Danube passe à Vienne, Budapest et Belgrade: on trouve sur l'axe 4 un vestige de l'Empire des Habsbourg.

Bien que l'Autriche (OSTerreich) ne compte que pour 3‰ dans l'ensemble des exportations recensées, la tchécoslovaquie (en 2 pays), la hongrie et la yougoslavie (dans ses diverses parties) reçoivent, respectivement de OST, 18%, 15% et 9% de

L'axe 5 fait voir des échanges entre pays scandinaves; avec lesquels ubelgolux et NeDerLand ont peu de lien.

L'axe 8 est également lié à l'Europe du Nord. En se bornant aux pays ayant avec

| SIGI | F8   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| chn  | -518 | 111 | 113 |
| uk   | -253 | 137 | 264 |
| nrv  | -472 | 125 | 58  |
| sue  | -537 | 214 | 182 |

| SIGJ | F8    | CO2 | CTR |
|------|-------|-----|-----|
| IRL  | -320  | 126 | 145 |
| DAN  | -997  | 206 | 145 |
| FIN  | -1155 | 383 | 222 |
| HKG  | -441  | 77  | 101 |

Voici, par enchaînement, à partir de l'AUstralie, l'explication de l'axe 6: nzl reçoit de {USA, JAP, TAW, AUS, SGP}; hkg reçoit de {SGP, JAP, USA, TAW, COR, THA, UK, AUS}; mls reçoit de {SGP, USA, JAP, THA, TAW...}; relativement à son poids, l'AUstralie compte beaucoup pour la nouvelle zélande, voire pour hkg, ce qui fait le lien avec SGP puis malaisie.

| SIGI | F7   | CO2 | CTR |
|------|------|-----|-----|
| chn  | 1170 | 569 | 550 |

| SIGJ | F7  | CO2 | CTR |
|------|-----|-----|-----|
| HKG  | 960 | 364 | 459 |

| SIGI | F9    | CO2 | CTR |
|------|-------|-----|-----|
| urs  | -1088 | 339 | 359 |
| SIGJ | F9    | CO2 | CTR |
| DL   | -246  | 60  | 244 |
| IND  | -2343 | 328 | 234 |

En 1990 et 1991, l'urss a été le destinataire d'environ la moitié des exportations de l'INDe; cette prédominance a disparu dès 1992.

D'autre part, le premier fournisseur de urs est DL, d'où le tableau du facteur 9: DL n'est pas corrélé à l'axe 9, il s'y écarte modérément de 0, mais sa CTR est forte.

Un seul importateur est fortement corrélé à l'axe 10, c'est l'indonésie: vient ensuite la nzl, par le biais de l'AUStralie. Le cas de irl est particulier: ce pays s'oppose à FRaNce sur cet axe. De façon précise, l'irlande importe de {USA, UK, JAP}.

Parmi les él suppl, {djézaïr, maroc, tunisie, gabon} sont fortement corrélés à l'axe 10: pour chacun de ces pays, FRN est de loin le premier fournisseur (quasi exclusif même pour le gabon).

Quant aux exportateurs, deux seulement ont avec l'axe 10 un CO2 >100%; et ces deux pays apportent à l'axe plus de la moitié de son inertie. Dans le cas de FRN, il s'agit, vraisemblablement, d'exportations vers idn de systèmes techniques complexes ayant une forte composante informatique.

|     | USA | JAP | TAW | FRN | SGP | DL | AUS | ... |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| idn | 216 | 144 | 109 | 95  | 50  | 39 | 29  | ... |

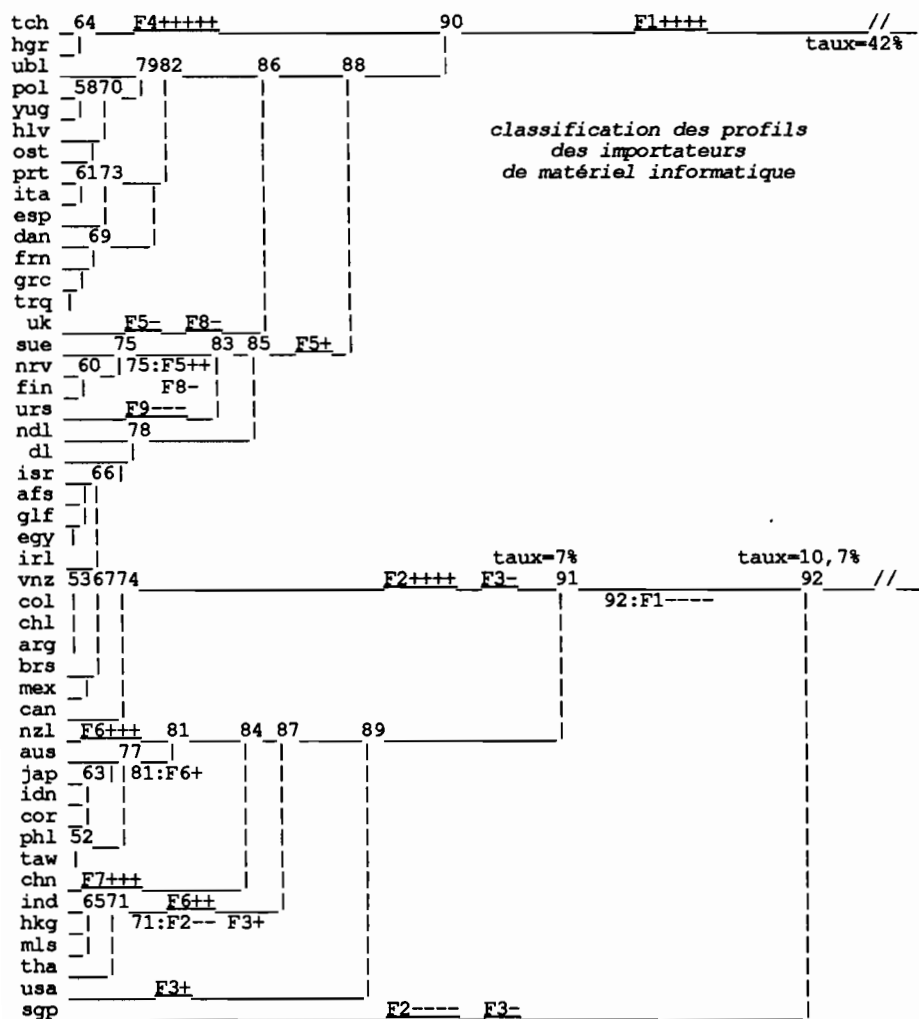
Même si AUStralie est associée à idn sur l'axe 10, il faut noter qu'il s'agit d'un volume modeste qui ne compte que relativement au poids de AUS comme exportateur mondial. (AUS envoie 3% des eXportations mondiales; mais près de 4% des importations de idn viennent de l'AUStralie.)

### 3.3 Classifications des profils des importateurs et exportateurs

Les arbres des CAH de chacun des ensembles Im (47 importateurs) et JX (32 eXportateurs) sont étiquetés en fonction des facteurs 1 à 10; l'interprétation donnée de ces facteurs suffit à comprendre cet étiquetage d'après l'origine et la destination des flux.

Dans les deux CAH, la dichotomie supérieure se fait suivant la direction de l'axe 1. D'une part, (F1>0), Europe, Proche Orient (egy, isr, glf, trq) ainsi que afs (afrique du sud); d'autre part, (F1<0), Amérique, bassin du Pacifique ainsi que l'Inde. Comme importateur, ind, a pour fournisseur {USA, SGP, JAP... } avec les valeurs {346, 312, 112}; mais comme exportateur, IND, a été lié avec urss (cf. *supra*, axe 9), puis sgp et usa, avec les valeurs {142, 134, 103}. En fait, des axes 1 à 10, IND n'est corrélé qu'avec le 9-ème; sa place ne rentre dans aucun type; mais son commerce avec urs a aujourd'hui cessé.

| SIGI | F10   | CO2 | CTR |
|------|-------|-----|-----|
| idn  | -730  | 423 | 44  |
| nzl  | -864  | 151 | 144 |
| irl  | 269   | 218 | 83  |
| tun  | -1741 | 299 | 76  |
| SIGJ | F10   | CO2 | CTR |
| FRN  | -338  | 110 | 329 |
| AUS  | -973  | 149 | 194 |



Autre exception: Israël; qui a USA pour 1-er vendeur, et usa pour 1-er acheteur, mais est lié à plusieurs pays d'Europe et d'Orient; avec, tout compte fait:  $(F1(isr) > 0)$  et  $(F1(ISR) \leq 0)$ , comme on le voit sur le plan (1, 2).

L'axe 2 sert à distinguer, par  $(F2 > 0)$ , tous les importateurs américains, autres que usa dont le profil est plus étendu; sgp, dont le rôle est complexe dans la hiérarchie de la production, importe non seulement de USA, JAP, mais aussi de MaLaiSie, THAïlande, ce qui l'isole vers  $(F3 < 0)$ .

L'axe 3 est dominé par l'opposition entre USA  $(F3 > 0)$  et usa  $(F3 < 0)$ ; ainsi usa se trouve isolé dans la CAH des importateurs; mais avec USA s'agrègent

|     |        |       |      |                |                     |
|-----|--------|-------|------|----------------|---------------------|
| OST | F4++++ |       | 60   | F1++++         | //                  |
| DL  |        | 55    | 59   | (IND excepté)  | taux=43%            |
| NDL |        | 52    |      | 55:F5-         |                     |
| ITA | 45     |       |      |                |                     |
| IRL |        |       |      |                |                     |
| FRN |        | 51    | 57   | 57:F5+         |                     |
| UBL | 3947   |       |      | FRN:F10-       |                     |
| ESP | 36     |       |      |                |                     |
| HLV |        |       |      |                |                     |
| UK  |        |       |      |                |                     |
| SUE | 35     |       |      | 35:F5++        |                     |
| NRV |        |       |      |                |                     |
| FIN | 46     | 50    |      | 50:F5+++ F8--- |                     |
| DAN |        |       |      |                |                     |
| IND |        |       |      | IND:F9---      | taux=9%    taux=11% |
| USA | 41     |       |      |                | 61    62    //      |
| BRS | 33     |       |      | 41:F2+++ F3--- | F1---               |
| ARG |        |       |      |                |                     |
| ISR | 4049   |       | 5458 |                |                     |
| TAW |        |       |      | 49:F3+         |                     |
| CHN | 3743   |       |      |                |                     |
| COR |        |       |      |                |                     |
| JAP |        |       |      |                |                     |
| CAN | 38     |       |      | 38:F2+ F3++    |                     |
| MEX |        |       |      |                |                     |
| SGP | 44     | 53    |      | 53:F2- F3+     |                     |
| PHL |        |       |      |                |                     |
| AUS |        |       |      | AUS:F6+++      |                     |
| HKG |        | F7+++ | 56   |                |                     |
| MLS | 48     |       |      | 56:F2--- F3-   |                     |
| THA | 34     |       |      |                |                     |
| IDN |        |       |      |                |                     |

*Classification des profils des eXportateurs de matériel informatique*

BRÉSIL et ARGentine; car ces deux grands pays d'Amérique Latine sortent du marché des usa en exportant vers le japon: qui reçoit 12% des eXportations de BRS, et 28% de celles de ARG.

Nous répétons qu'au sein de l'Europe l'axe 4 exprime le lien entre OSTERreich et des pays importateurs voisins; toutefois yug, moins écarté sur cet axe que {hgr, tch}, ne s'agrège pas à ceux-ci.

L'axe 5 est lié à la Scandinavie. Dans la CAH des imp, il agrège la classe 75{sue, nrv, fin}; où l'absence de dan s'accorde avec les données numériques précises du §3.2. Dans la CAH des eXp, les pays d'Europe sont, suivant le signe de F5, partagés en deux classes: 55 (F5<0) et 57 (F5>0).

Au sein des eXp, l'axe 6 sert seulement à caractériser l'AUStralie; mais, parmi les importateurs, (F6>0) caractérise non seulement nzl, mais, plus généralement, la classe 87 qui comprend tous les pays de l'Asie et de l'Extrême Orient, singapour et chine exceptés.

On sait que (F7>0) caractérise chine (importateur) et Hong KonG (eXportateur); que (F8<0) associe urss et INDe.

L'axe 10, qui a appelé notre attention sur les eXp de la FRaNce vers l'indonésie, contribue à distinguer quelque peu FRN au sein de la classe 51.

### 3.4 Variations diachroniques des profils

Ces variations, déjà apparues au §2 avant toute étude de flux, ressortent encore de la considération de ceux-ci dans l'analyse factorielle et les CAH.

On a dit au §3.1 que chaque pays, imp ou eXp, figure cinq fois comme élément supplémentaire, par ses profils annuels. Ainsi, en parcourant le listage, on note, sur l'axe 1, une nette discontinuité entre, d'une part, {0irl, 1irl, 2irl}, pour lesquels  $F1 \approx 0.3$ ; et, d'autre part, {3irl, 4irl} qui se projettent près de ( $F1=0$ ). En revenant aux données de l'Irlande, on trouve une brusque augmentation des importations venant de SinGaPour. Apparaît ici, dans son progrès, le rôle complexe dévolu à Singapour dans la hiérarchie de la production du matériel informatique.

Dans la CAH des profils annuels d'importateurs, les 5 années afférentes à un pays constituent généralement une classe agrégée à un bas niveau. Mais il y a deux groupes de pays enchevêtrés: {cor, jap} et {hkg, mls, thaïlande}. De façon précise, on donne ici, par des parenthèses, l'ordre d'agrégation des profils annuels:

$$\begin{aligned} &(((3jap\ 4jap)(2cor\ 0cor\ 1cor\ 3cor\ 4cor))(0jap\ 2jap\ 1jap)) \ ; \\ & \_ / (((3hkg\ 4hkg)(0hkg\ 1hkg\ 0tha\ 0mls\ 2hkg\ 1tha))(4mls\ 3mls\ 1mls\ 2mls)) \\ & \ \backslash (2tha\ 3tha\ 4tha) \ . \end{aligned}$$

Dans la CAH des profils annuels des eXportateurs, les seuls pays non identifiés à une classe sont {MaLaiSie, THAïlande}, mêlés suivant le schéma:

$$\begin{aligned} & \_ / (2MLS\ 3MLS\ 4MLS) \\ & \ \backslash (2THA\ 1THA\ 0THA)(4THA\ 3THA\ 0MLS\ 1MLS)) \ . \end{aligned}$$

On explique cette structure par deux discontinuités: d'une part, saut de {0MLS, 1MLS} à {2MLS, 3MLS, 4MLS}; d'autre part, saut de {0THA, 1THA, 2THA} à {3THA, 4THA}, soit :

pour la MaLaiSie : augmentation brusque des eXp vers usa relativement à sgp  
pour la THAïlande : mouvement contraire.

De plus, on a adjoint, respectivement comme lignes et colonnes supplémentaires, les tableaux de marge binaire  $J \times T$  et  $I \times T$ . On a ainsi, d'une part, des points {0D, ... , 4D} donnant, sur l'ensemble Im des importateurs, le profil annuel des Destinations des flux; et, d'autre part, des points {0o, ... , 4o}, donnant sur l'ensemble JX des exportateurs, le profil annuel des origines des flux. Le mouvement des points tD se fait vers ( $F1 < 0$ ): les flux tendent à se diriger vers l'Amérique et l'Asie plutôt que vers l'Europe. Le mouvement de 0o à 4o se fait obliquement, à la fois vers ( $F1 < 0$ ) et vers ( $F2 < 0$ ): l'origine des flux tend à être l'Extrême Orient plutôt que l'Europe ou même l'Amérique. Quant à l'amplitude de ces mouvements, il suffira de dire que, dans le plan (1, 2) la distance de 0D à 4D ou de 0o à 4o est de l'ordre de celle entre l'origine et le point irl.

#### 4 Variantes des résultats selon le choix du tableau de base

Nous pensons que la présentation ordonnée de la structure des flux repose essentiellement sur le choix du tableau de base et, particulièrement, sur l'introduction d'une diagonale fictive. Afin de fixer une méthode pour traiter de semblables données, il vaut la peine de considérer les résultats obtenus à partir d'autres tableaux de base.

##### 4.1 Analyse du tableau du §3.2 sans diagonale fictive

On reprend le tableau analysé au §3.2 en mettant la diagonale à zéro; mais avec les mêmes éléments principaux: 32 eXportateurs et 46 importateurs.

matériel informatique; flux 1990-94 ; en principal : 32 EXP × 47 imp ; sans diagonale fictive.

```

trace : 9.921e-1
rang : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
lambda : 3567 2095 962 576 521 348 316 249 231 203 e-4
taux : 3595 2111 970 581 525 351 318 251 233 205 e-4
cumul : 3595 5707 6677 7257 7782 8133 8452 8703 8935 9140 e-4

```

Nous publions un extrait de listage donnant les contributions principales des deux ensembles, des imp et des EXP, aux facteurs 1 à 5.

| SGI | PDS | F1 CO2 CTR  | F2 CO2 CTR    | F3 CO2 CTR    | F4 CO2 CTR   | F5 CO2 CTR   |
|-----|-----|-------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| usa | 248 | 835 842 484 | 323 126 123   | 124 19 39     | -36 2 5      | 14 0 1       |
| can | 43  | -101 8 1    | -1020 819 213 | 360 102 58    | -53 2 2      | 53 2 2       |
| uk  | 94  | -478 371 60 | 53 5 1        | -31 2 1       | -576 540 543 | -65 7 8      |
| sgp | 35  | 676 151 45  | -601 119 60   | -1473 716 787 | 73 2 3       | -37 0 1      |
| tch | 3   | -881 73 7   | 672 42 7      | -225 5 2      | 302 9 5      | 2830 752 486 |
| hgr | 2   | -575 52 2   | 447 32 2      | -107 2 0      | 313 15 3     | 2070 678 158 |

| SGJ | PDS | F1 CO2 CTR  | F2 CO2 CTR   | F3 CO2 CTR    | F4 CO2 CTR  | F5 CO2 CTR   |
|-----|-----|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| USA | 186 | -347 136 63 | -857 832 652 | 158 28 48     | -14 0 1     | 22 1 2       |
| CAN | 24  | 1066 631 75 | 542 163 33   | 332 61 27     | -114 7 5    | 49 1 1       |
| JAP | 177 | 605 799 182 | 169 62 24    | 91 18 15      | -43 4 6     | -60 8 12     |
| UK  | 89  | -518 361 67 | 334 150 47   | -16 0 0       | 548 403 464 | -133 24 30   |
| OST | 4   | -734 45 6   | 589 29 6     | -143 2 1      | 595 30 23   | 2805 656 559 |
| MLS | 20  | 862 360 41  | -252 31 6    | -998 483 203  | 42 1 1      | 7 0 0        |
| THA | 20  | 839 229 39  | -470 72 21   | -1403 640 405 | 68 1 2      | 2 0 0        |

L'axe 1 rend compte de l'origine des flux vers usa (imp).

L'axe 2 rend compte de la destination des flux issus de USA (EXP).

L'axe 3 est créé par les flux de {MLS, THA} vers sgp (imp).

L'axe 4 est dominé par l'absence de flux de UK(F4+) vers uk (F4-).

L'axe 5, lié à OSTerreich, a déjà été vu, au §3.2, (comme axe 4)

Ainsi, les axes 1 et 2 d'abord, puis l'axe 4, sont issus de l'absence de flux diagonaux. Corrélativement, disparaît l'image globale du système mondial des flux offerte au §3.2 par le plan (1, 2): avec un 1-er facteur prépondérant (taux 1 = 45%) suivi d'assez loin par le second (taux 2 = 13%). Ici, taux 1 n'est que de 36%; et taux 2 en est assez proche (21%).

#### 4.2 Analyse du tableau du §3.2 sans élément supplémentaire

On a analysé le tableau  $57 \times 57$  avec diagonale fictive sans mettre en supplément les importateurs ou eXportateurs de faible poids. Les résultats ressemblent à ceux du §3.2; mais la première lecture en est plus difficile.

#### 4.3 Analyse en cumulant USA et Canada

Comme exemple de flux réciproques sans termes diagonaux, nous avons considéré au §3.1 les USA et le Canada. On a tenté de supprimer radicalement ces flux en créant une entité statistique unique, notée AMN (ou amn) ayant pour imp et EXP relativement aux 55 autres pays celles, cumulées, des deux pays voisins d'AMÉRIQUE du Nord; d'où un tableau  $56 \times 56$ . Même si l'on crée à ce tableau une diagonale fictive, l'analyse n'en est en rien plus lisible que celle du §3.2. La raison en peut être que, même si les relations entre Usa et Can relèvent en partie d'une collaboration entre frontaliers, la distribution des rôles y est essentiellement dissymétrique; et que la dissymétrie des rapports entre les Usa et le reste du monde est le fait dominant de la structure mondiale des échanges.

#### 4.4 Superposition du tableau des échanges et de son transposé

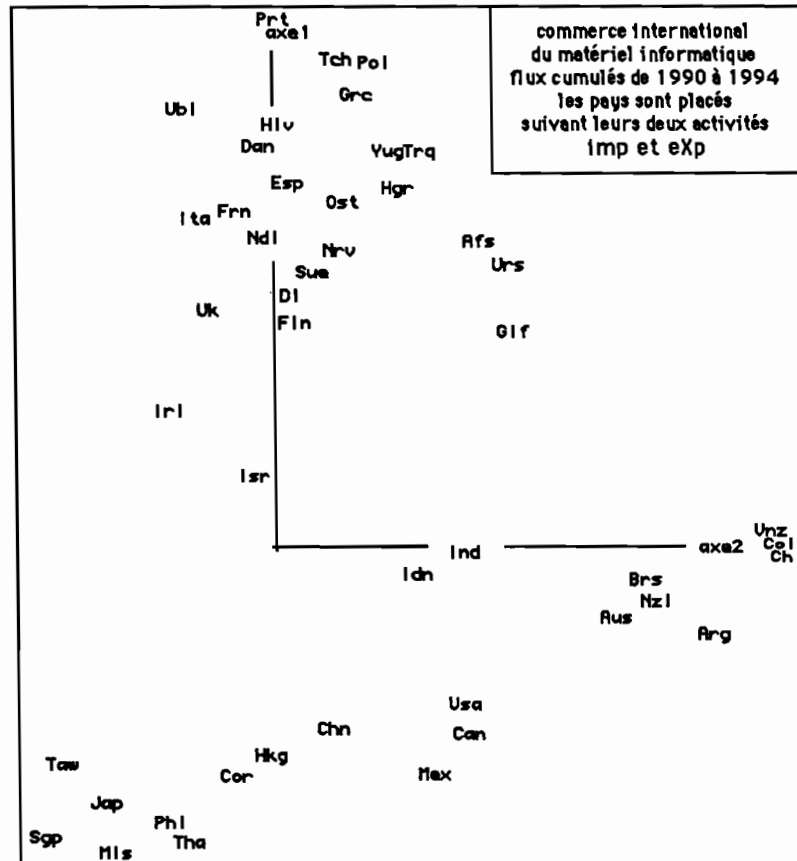
Dans l'analyse du §3.2, comme dans toutes les variantes que nous en avons examinées jusqu'ici, un même pays, considéré d'une part comme importateur et d'autre part comme eXporteur constitue deux individus statistiques distincts. Afin d'unir ces deux individus en un seul, on superpose le tableau du §3.2,  $57 \times 57$ , imp  $\times$  EXP, à son transposé,  $57 \times 57$ , EXP  $\times$  imp. On obtient ainsi un tableau  $(57 \cup 57) \times 57$ , (imp  $\cup$  EXP)  $\times$  Pays, dont chaque colonne donne, pour un Pays déterminé, la suite de ses importations superposée à celle de ses exportations; l'une et l'autre étant ventilée sur le même ensemble des 57 pays.

À des détails près, la CAH des 57 colonnes suit la répartition des Pays sur le globe: avec, e.g., dans la branche 87 de l'Europe, une classe des pays

|     |     |     |     |     |      |    |    |    |    |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|----|----|
| Tch | Prt | Grc | Trq | Hgr | 80   | 87 | // | // |    |
| Yug | Pol | Hlv | Ubl | Ost |      |    |    |    |    |
| Dan | Nrv | Fin | Urs | Sue | 86   |    |    |    |    |
| Frn | Esp | Afs | GlF | Ita | 81   |    |    |    |    |
|     |     |     | Ndl |     |      |    |    |    |    |
|     |     |     | Dl  | Isr |      |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Uk  | 83   |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Irl |      |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Nzl | 7982 | 89 | // | 90 | // |
|     |     |     | Ind | Aus |      |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Chn |      |    |    |    |    |
| Col | Chl | Arg | Can | Mex |      |    |    |    |    |
|     |     |     | Brs | Vnz |      |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Usa | 84   |    |    |    |    |
|     |     |     |     | Hkg |      |    |    |    |    |
| Taw | Idn | Cor | Jap |     | 88   | // |    |    |    |
|     |     |     | Sgp |     | 77   |    |    |    |    |
|     |     |     | Phl | Tha | Mls  |    |    |    |    |

CAH des pays d'après leurs imp et eXp





riverains de la Baltique; et, dans la branche 90, du reste du monde, une classe 88 comprenant tous les pays d'Extrême Orient, Chine et Hong Kong exceptés; et une subdivision où sont tous les pays des Amériques autres que Usa.

Dans ses grandes lignes, cette répartition géographique se voit déjà dans le plan (1, 2): mais elle y est moins claire. Par exemple, les points Idn et Isr, proches sur ce plan, n'ont de corrélation notable avec aucun des axes 1 à 10: et pourtant la CAH leur attribue une place acceptable.

De la classification des lignes, ensemble où un même pays peut figurer deux fois comme imp et eXp, on dira seulement que les grandes branches s'interprètent géographiquement; avec, parmi les subdivisions, des classes pures ou quasi pures de profils importateurs ou eXportateurs.

En somme, nous concluons qu'analyse factorielle et CAH tirent de (imp  $\cup$  EXP)  $\times$  Pays des représentations cohérentes suggestives; mais dont il serait plus laborieux qu'au §3 d'extraire des faits de détail précis.

### 5 Perspectives et conclusions

L'industrie du matériel informatique est, par excellence, de celles où la hiérarchie du processus de production mobilise le monde presque entier avec la participation mouvante et sans cesse accrue de pays qui, naguère, étaient dépourvus de capacité technologique.

L'analyse a montré non seulement la structure générale des flux; mais la labilité de cette structure; labilité apparue déjà sur une courte période de cinq ans. De plus, notre attention a été appelée sur des détails de second plan dont l'économie et la politique n'ont pas à faire fi: rôle particulier de l'Irlande dans le processus qui alimente l'Europe en matériel (rôle déjà noté, en général, dans [EXC. DÉF.]); contrats entre la France et l'Indonésie...

D'autres industries, lourdes ou légères, sont dignes d'être étudiées par la même méthode, pourvu que des données assez détaillées en soient publiées. Même si le traitement multidimensionnel n'est pas instantané, il est rapide; et a seul la capacité d'offrir, des faits compilés, une lecture non ponctuelle et aléatoire, mais globale et ordonnée.

### Références bibliographiques

S. MAŽA : "Le commerce mondial des phosphates de 1973 à 1980", [PHOSPHATES], in *CAD*, Vol. IX, n°1, pp. 7-32; (1984);

L. ALAWIEH -JABER : "Le commerce mondial de la houille de 1969 à 1979", [HOUILLE], in *CAD*, Vol. IX, n°4, pp. 427-446; (1984);

L. ALAWIEH -JABER : "Le commerce mondial de l'acier de 1969 à 1979", [HOUILLE], in *CAD*, Vol. IX, n°3, pp. 259-282; (1984);

A. ALAWIEH : "Le commerce mondial du blé de 1969 à 1979"; [BLÉ]; in *CAD*, Vol. X, n°1, pp. 7-24; (1985);

Les deux articles [PHOSPHATES] et [BLÉ] sont reproduits totalement ou en partie dans:

*Pratique de l'Analyse des Données en Économie*, Prat5Éco, J.-P. & F. BENZÉCRI et coll.; Dunod, Paris; (1986);

S. CHAHDOURA, M.-A. KLEINPETER : "Analyse des flux du commerce international entre 57 pays de 1990 à 1992"; [FLUX INTERNAT.]; in *CAD*, Vol. XXI, n°1, pp. 7-26; (1996).

S. CHAHDOURA : "Excédents et déficits majeurs du commerce entre pays de 1990 à 1992"; [EXC. DÉF.]; in *CAD*, Vol. XXI, n°1, pp. 103-112; (1996).

K. Ben SALEM, M.-M. THOMASSIN : "Estimation de la diagonale d'un tableau carré d'après le critère de la trace minima: application à l'analyse des flux de population à la Martinique entre 1975 et 1982"; [TRAC. MANQ. FLUX.]; in *CAD*, Vol. XVII, n°3, pp. 261-274; (1992).