

## VARIATIONS QUOTIDIENNES DES COURS POUR 83 ACTIONS COTÉES À LA BOURSE DE PARIS: ESSAI DE PRÉDICTION DE LA TENDANCE ANNUELLE

[BOURSE QUOT.]

M. OUASSOU\*

### 1 Du problème aux analyses

#### 1.1 Le problème technique

Dans l'article [BOURSE PARIS], publié dans ce même cahier, 151 actions sont considérées, quant à la variation des cours et du volume des transactions, sur un ensemble JM de 65 mois,  $\{I_f, \dots, N_j\}$ , de Juin 1989 à Octobre 1994. L'analyse des cours mensuels moyens montre clairement, *a posteriori*, les tendances des actions sur plusieurs années; tout en signalant des irrégularités de rythme et des changements d'orientation.

Dans la présente étude, on reprend les mêmes données en cherchant dans quelle mesure la variation des cours peut être extrapolée vers le passé ou vers l'avenir; offrant ainsi une base mathématique à des prédictions précises.

Intuitivement, prédire c'est prolonger une ligne; opération qui ne peut être tentée avec quelque assurance que si l'on apprécie non seulement l'orientation générale de la ligne, mais sa variabilité, ses fluctuations. De plus, la prédiction à long terme relève de la politique économique générale plutôt que de la gestion financière qui est le seul objectif que poursuive présentement l'analyse technique des cours. C'est pourquoi l'on considérera ici les variations quotidiennes de cours sur une période n'excédant pas deux ans.

#### 1.2 Choix des données

De façon précise, compte tenu des données disponibles, on a retenu un ensemble J de 83 actions cotées à la Bourse de Paris, croisé avec l'ensemble I des 449 jours de quotation, du 4 Janvier 1993, Ma04, au 20 Octobre 1994, Nj20; soit un ensemble IM de 250 jours en 1993; et, pour 1994, IN: 199 jours. Les notations des années, mois et jours sont celles de l'article [BOURSE PARIS]: M, N pour 93, 94;  $\{a, b, \dots, l\}$  pour les douze mois; et le quantième, tel quel, en chiffres.

---

(\*) Étudiant en Doctorat à l'Université Pierre et Marie CURIE.

Notes du Guide 'Investir' * & B		2182 SEFIMEG , nom.	1 2 2
2007 Air Liquide	3 0 2	2185 Fromageries BEL	2 0 3
2010 Bongrain	1 1 2	2187 ECCO	2 0 2
2017 Carrefour	3 0 3	2188 Euro RSCG W.W.	2 1 2
2018 Bail investissement	0 2 2	2192 Via Banque	2 0 2
2028 Guyenne-Gascogne	2 0 2	2194 Strafor-Facom	1 0 2
2032 Oréal (L')	3 0 3	2197 SPIE Batignolle	1 0 2
2035 Vallourec	1 0 2	2198 U.I.C.	0 2 2
2041 Skis Rossignol	2 0 2	2199 U.I.F.	0 2 2
2042 Elf Aquitaine	1 1 2	2404 Salomon SA	2 0 2
2050 Bouygues	3 0 2	2420 Castorama	3 0 3
2052 Lyonnaise des Eaux	2 0 3	2457 Plastic Omnium	2 0 2
2053 Laffarge-Coppée	3 0 2	2500 Saint Gobain	2 0 3
2055 Nord-Est	1 0 2	2510 Parisbas	1 0 2
2060 G.T.M. Entrepose	2 0 2	2523 Gaz et Eaux	3 0 2
2061 Legrand	2 0 3	2527 Primagaz	2 0 2
2064 Danone (ex-B.S.N.)	3 0 2	2533 Cap Gemini Sogeti	1 0 2
2069 Pernod Ricard	2 0 2	2543 Dassault Electron.	2 0 2
2077 Interbail (Sté Fin.)	1 2 2	2545 Sligos	1 0 2
2085 IMétal	1 0 2	2546 Canal +	3 0 2
2089 Eridania Béghin	2 0 2	2548 S.G.E.	2 0 2
2092 Radiotechnique	1 0 2	2549 Cerus	0 0 2
2096 BIC	2 0 2	2558 Casino G.P.	2 0 2
2102 C.G.I.P.	2 0 2	2562 Péchiney C.I.P.	0 1 1
2110 Promodes	3 0 3	2566 Péchiney Internat.	1 0 2
2112 EuraFrance	3 0 2	2568 Zodiac	2 0 2
2113 Casino G.P. A.D.P.	2 0 2	2570 C.C.F.	2 0 2
2117 Synthélabo	3 0 2	2591 Jean Lefebvre	2 0 2
2120 Marine Wendel	2 0 2	2804 Deutsche Bank	... ..
2126 Michelin , nom.	1 0 2	2806 Bayer	... ..
2132 Thomson-C.S.F.	1 0 2	2904 Anglo Am. Corp.	... ..
2136 SAGEM	3 0 3	2909 Merck and co	... ..
2140 Immob. Phénix	1 0 3	2921 Norsk Hydro	... ..
2141 Bancaire (Cie)	0 2 2	2964 I.B.M.	... ..
2143 Eaux (Gle des)	3 0 2	2965 Ito Yokado ltd	... ..
2156 Club Méditer.	1 0 3	3000 Alcatel Alsthom	2 0 2
2162 B.I.S.	2 0 0	3010 Havas	2 0 2
2163 Colas	3 0 2	3033 Valeo (div. par c)	2 0 3
2164 Compt. Modernes	2 0 2	3046 Rhône Poulenc, ord A	2 0 3
2166 Essilor Internat.	2 0 2	3054 Saint-Louis	3 0 2
2170 SEB	2 0 2	3066 Chargeurs	2 0 3
2180 SIMCO nom.	1 2 2	3075 Fives-Lille	2 0 2

Afin de suivre la variation des données et des résultats, on a extrait de l'ensemble I des jours un sous-ensemble Ia qui comprend les 22 jours initiaux des quotations de chacun des 22 mois traités (de Janvier à Décembre, Ma à Ml, en 1993; et de Janvier à Octobre, Na à Nj, en 1994), avec, de plus, le dernier jours disponible, Nj20, qui annonce Novembre 1994. C'est d'après l'ensemble Ia que sont tracées les diverses courbes publiées ici.

Sur la liste des actions, chaque ligne, débute par un sigle, qui est le code RGA privé de son premier chiffre; et se termine par trois chiffres, qui sont des notes relevées sur le *Guide "investir"*: nombre de soleils, "\*", attribués aux valeurs qui brillent en bourse; éléphants "&", emblème des valeurs défensives, au bilan solide; temples de la bourse "B", pour celles qui ont la cote (indépendamment de tout conseil d'achat ou de vente). Ces mentions

manquent pour les sept valeurs étrangères cotées à Paris.

Il apparaît, que le *Guide* a prodigué à nos actions soleils et temples; mais réserve les éléphants aux sociétés qui ont des actifs considérables (actifs immobiliers notamment) sans suivre de près la conjoncture (que le même *Guide* commente en détail).

Un croisement montre, plus précisément, que les &éléphants vont aux actions les moins ensoleillées; et préfèrent celles qui n'ont que deux temples, pour signaler leur bonne cote, à celles qui en ont trois.

B x *	0	1*	2**	3***
0				1
1B	1			
2BB	5	17	27	11
3BBB		2	7	5

& x *	0	1*	2**	3***
0	1	14	34	16
1&	1	2	1	
2&&	4	3		

& x B	0	1B	2BB	3BBB
0	1		50	14
1&		1	3	
2&&			7	

### 1.3 Suite des analyses présentées

Dans le tableau de base des différentes analyses, les actions reçoivent toutes des poids équivalents, chaque colonne étant multipliée par un coefficient choisi de telle sorte que le cours initial, à Ma04, soit 10000.

Les deux actions 2162, B.I.S., et 1904, Anglo Am. Corp., sont mises en supplément du fait de la forte variation de leurs cours en 1993-94. Reste donc, en principal, un ensemble J' de 81 actions cotées à Paris (dont six étrangères).

Quant à l'ensemble I des jours, on distingue trois analyses: au §2, est en principal l'ensemble I des 449 jours de 1993 et 1994; au §3, IM, 1993, est en principal, et IN, 1994, est en supplément; au §4, enfin, IN, 1994, est en principal, et IM, 1993, est en supplément.

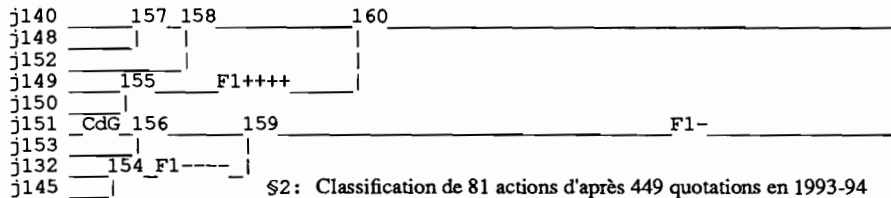
L'analyse globale du §2 montre la régularité de la ligne temporelle. Dans l'analyse du §3, la projection de IN sur un graphique créé d'après IM permet d'apprécier dans quelle mesure les variations de cours enregistrées en 1993 offrent une base d'extrapolation pour celles de 1994. L'analyse du §4 ne répond pas à un problème réaliste d'extrapolation; mais il n'en vaut pas moins la peine de chercher, d'après 1994, une vue rétrospective de 1993.

Sur les graphiques d'une fonction du temps, facteur ou qualité de représentation, l'axe horizontal est en trait gras pour la période principale: i.e. sur tout I au §2; au début, IM, au §3; à la fin, IN, au §4. Sur les plans, les jours sont marqués par des points “.”; quand il y a des jours mis en supplément - aux §§3 & 4, les éléments principaux sont distingués des autres par un “o”. Seuls les 23 jours de l'ensemble Ia sont marqués par leur sigle; c'est aussi, d'après Ia seul que sont tracées les courbes, (cf. *supra*).









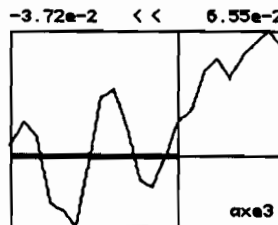
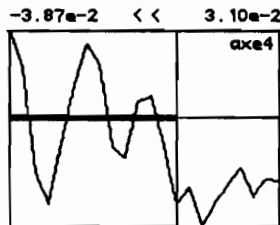
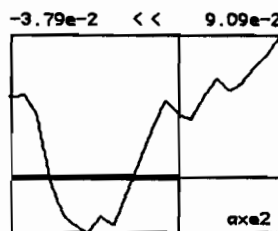
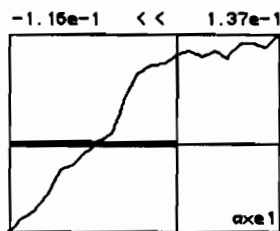
En bref, dans les classes étiquetées F1++++, les cours croissent fortement; c'est le contraire dans celles marquées F1----. Les classes j140 et j148, marquées F2++++, sont, dans le plan (1, 2), à l'intérieur de la parabole dessinée par I: il y a donc, pour les cours rapportés à la tendance moyenne (i.e. à l'indice), une dépression en milieu de période relativement au début et à la fin de celle-ci; d'autre part, sur l'ensemble de la période, j148 (F1+) est plutôt croissant, et j140 (F1-) est décroissant.

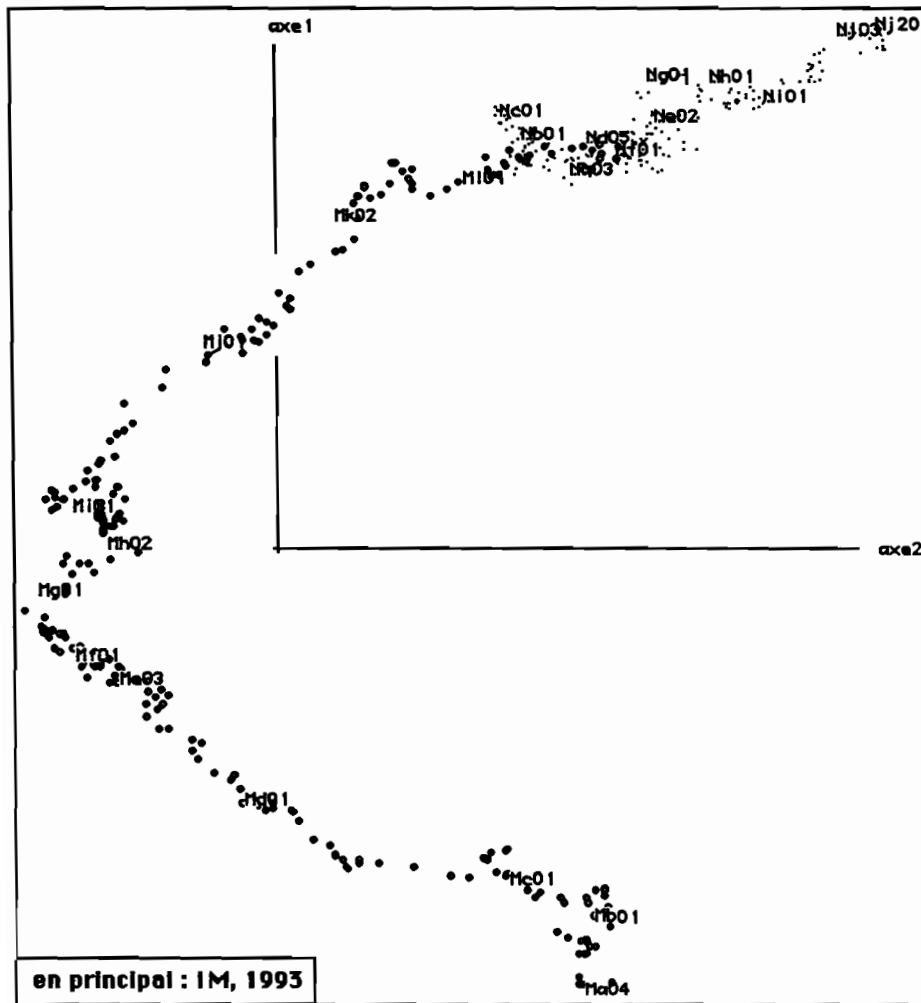
**3 Analyse où les 199 quotations de 1994 sont en supplément**

Pour qu'on puisse comparer les courbes obtenues aux §§2 et 3, on présente les résultats du §3 dans l'ordre inverse de celui adopté au §2.

Sur Ia, la qualité de représentation, QLT(8), varie de 786 à 973 en 1993; le minimum étant, comme dans l'analyse précédente, au centre de la période.

Pour l'année 1994, mise en supplément, QLT(8) décroît, assez régulièrement, de 786 à 527, quand, du début de l'année (accolé à 1993), on passe à la fin. Donc, bien que l'enchaînement d'une année à l'autre se fasse bien, il faut admettre que les mouvements relatifs des cours en 1994, ne peuvent être décrits parfaitement en fonction de ceux de 1993, même si l'on prend en compte 8 facteurs.





NB : Sur les plans, cf.§2, l'échelle de F2 et F3 est amplifiée relativement à F1.

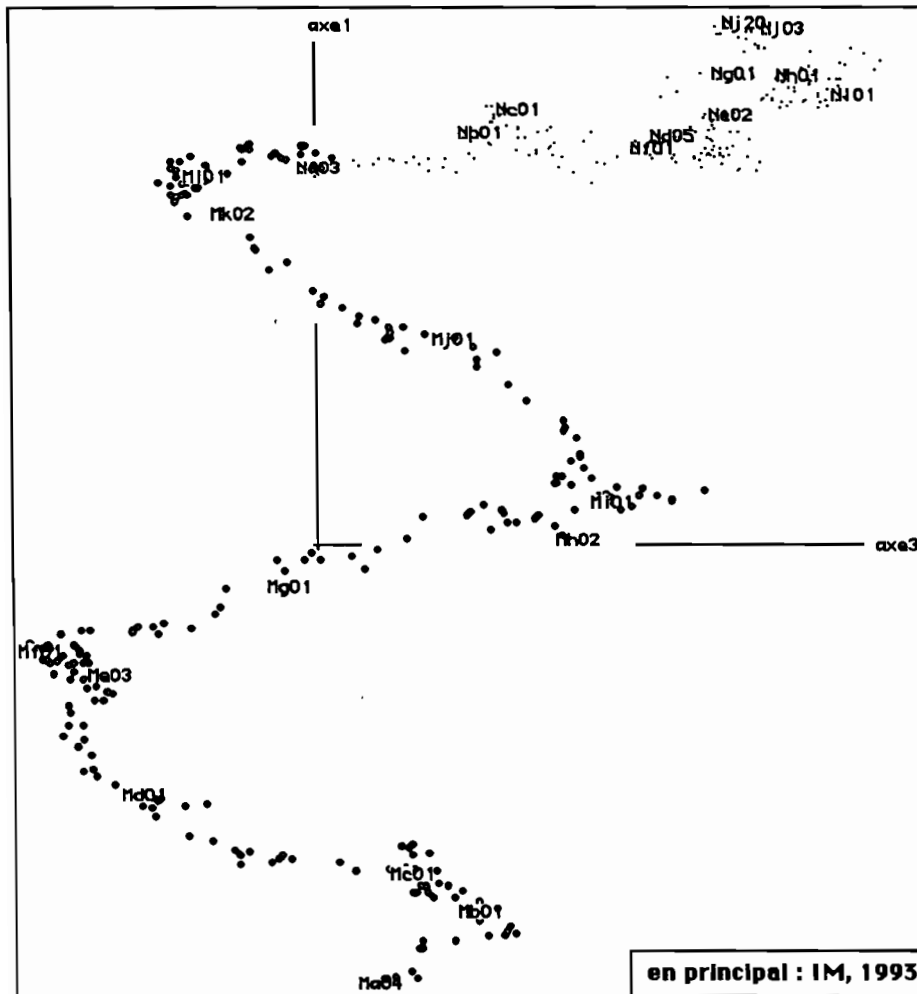
Dans le plan (1, 2), la courbe IN, afférente à 1994, année mise en supplément, prolonge bien la courbe IM de 1993, année principale. Toutefois, l'amplitude de IN est bien moindre que celle de IM; il y a, aux confins des deux années, des rebroussements en F2: d'où la baisse de QLT (cf. *supra*).

Cours quotidiens pour des valeurs du RM en 1993 (et 1994): 250 (+199) × 81 (+2)

trace : 7.288e-3

rang :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lambda :	46	10	5	3	2	1	1	1	1	0 e-4
taux :	6270	1325	679	387	212	187	136	112	97	58 e-4
cumul :	6270	7595	8274	8661	8873	9060	9195	9307	9404	9461 e-4

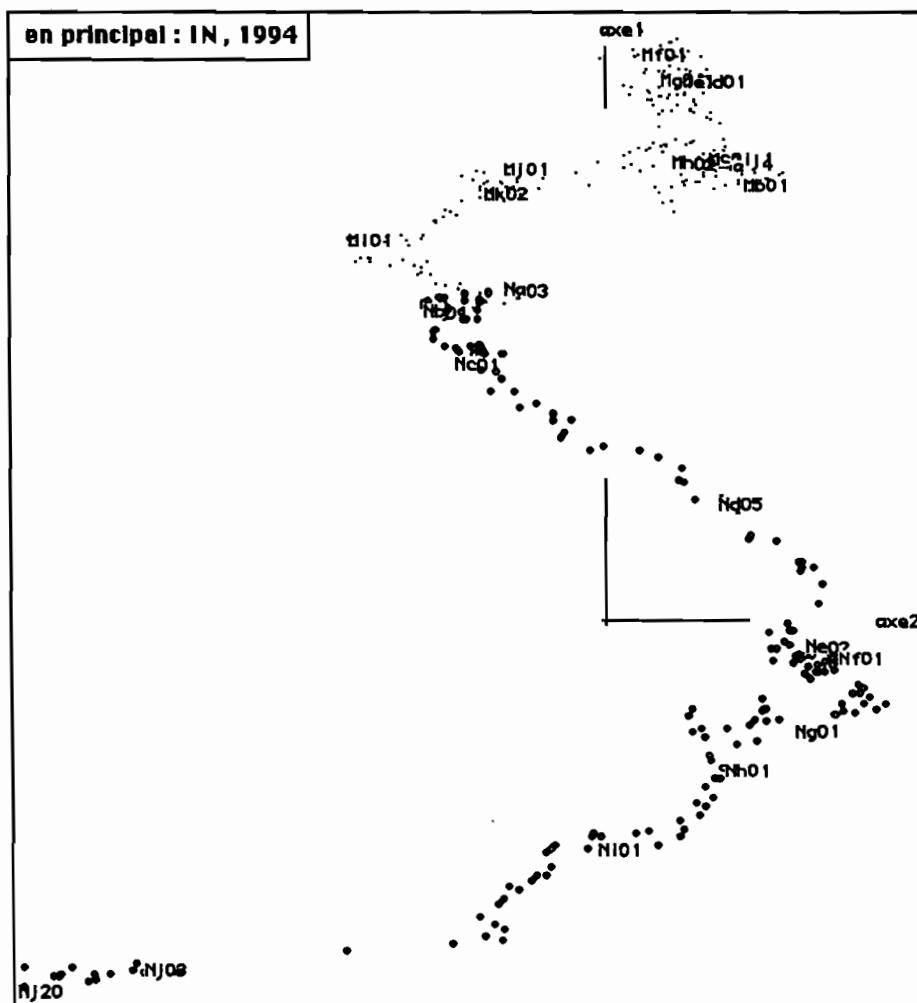




Dans le plan (1, 3), IN, i.e. 1994, trace une ligne dont la direction est suggérée par la fin de IM, 1993; quant au taux d'inertie, l'importance de l'axe 3 est ici près de deux fois plus grande qu'au §2.

Peu d'actions se signalent par de fortes contributions; toutes, avec  $F1 > 0$ , sont associées à la fin de IM, ce qui exprime une nette croissance en 1993.

Les plus fortes contributions (>50) de J à l'inertie totale INR ou en CTR1						
	SigJ	QLT	PDS	INR	F:1	COR CTR
12041 Skis Rossignol	2041	984	16	88	191	933 131
12110 Promodes	2110	972	16	38	122	849 52
12136 SAGEM	2136	988	16	50	141	856 69
12904 Anglo Am. Corp.	2904	931	17	76	144	646 78

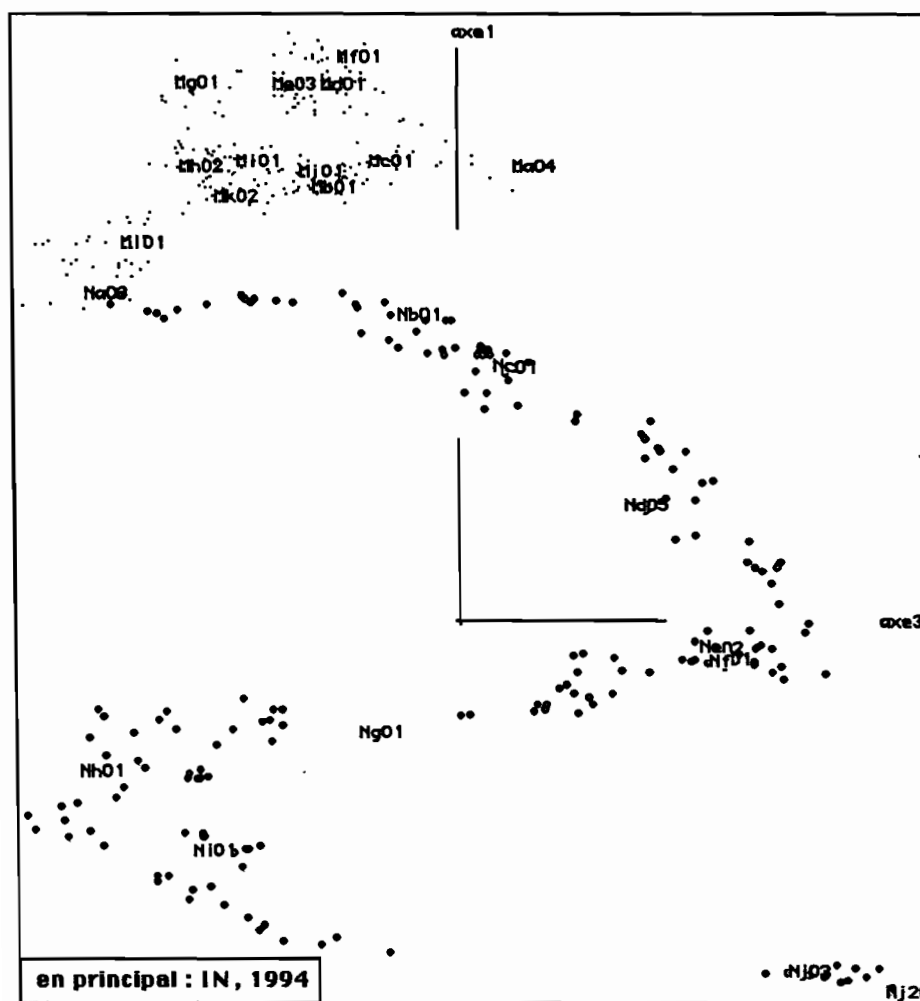


#### 4 Analyse où les 250 quotations de 1993 sont en supplément

Dans le plan (1, 2), la courbe IM, afférente à 1993, année mise en supplément, se raccorde bien à la courbe IN de 1994, année principale. Mais au début de IM, les points les plus éloignés de IN s'accroissent sans se développer sur une ligne.

cours quotidiens pour des valeurs du RM en 1994 (et 1993):  $199 (+250) \times 81 (+2)$

trace :	4.567e-3									
rang :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lambda :	28	6	2	2	2	1	1	1	0	0 e-4
taux :	6071	1295	503	457	341	204	130	111	103	76 e-4
cumul :	6071	7366	7869	8326	8667	8871	9001	9112	9215	9291 e-4



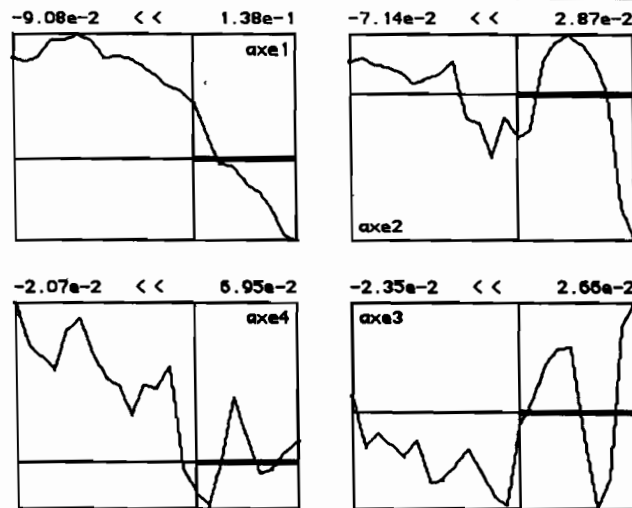
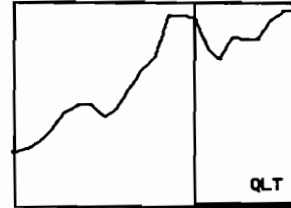
Une semblable remarque vaut pour le plan (1, 3).

On prendra garde qu'ici, ( $F1 < 0$ ) est associé à la fin de la période; et donc à la croissance.

Les plus fortes contributions (>50) de J à l'inertie totale INR ou en CTR1

	SigJ	QLT	PDS	INR	F:1	COR	CTR
12035 Vallourec	2035	972	18	45	-99	898	66
12061 Legrand	2061	978	14	34	-102	947	53
12197 SPIE Batignolle	2197	977	13	42	110	822	57
12198 U.I.C.	2198	973	9	38	135	908	57
12199 U.I.F.	2199	981	12	34	112	933	52
12162 B.I.S.	2162	959	22	140	-153	824	190
12904 Anglo Am. Corp.	2904	882	25	74	-89	596	72

Sur l'axe des temps, Ia, la qualité de représentation, QLT(8), varie de 731 à 964 en 1994; le minimum étant, comme de règle, au centre de la période. Pour l'année 1993, mise en supplément, QLT(8) croît, assez régulièrement, de 290 à 739, quand, du début de l'année, on passe à la fin (qui jouxte 1994).



On retrouve sur les courbes des facteurs les remarques faites d'après les plans (1, 2) et (1, 3): au début de 1993, les facteurs de rang 1 à 3 ont des variations de faible amplitude relativement à celles afférentes à 1994 ou à la fin de 1993.

### 5 Conclusion: rappel de géométrie et interprétation

À propos des analyses des §2, 3 et 4, on a considéré les facteurs comme des fonctions  $\{F_\alpha(i)\}$ , définies sur la suite I des jours de quotation; simultanément sont définis les facteurs  $\{G_\alpha(j)\}$  sur l'ensemble J des actions quotées. On sait que les facteurs sur I et J et le tableau des données  $k(i, j)$ , cours de l'action i au jour j, sont liés entre eux par des formules où les ensembles I et J jouent des rôles symétriques. Nous récrivons certaines de ces formules sous une forme dissymétrique afin de faire paraître des termes interprétables dans le langage de l'analyse des cours.

La formule de reconstitution des données en fonction des facteurs est:

$$k(i, j) = (k(i).k(j)/k) \cdot (1 + \sum \{F_\alpha(i).G_\alpha(j)/\sqrt{|\lambda_\alpha|} \mid \alpha = 1, 2, \dots\} ;$$

si l'on note CarJ le nombre des actions (carJ=81, dans notre tableau principal), la formule peut être réécrite:

$$k(i, j) = \frac{k(i)}{\text{CarJ}} \cdot \frac{\text{CarJ} \cdot k(j)}{k} \cdot \left( 1 + \sum \{ F_{\alpha}(i) \cdot (G_{\alpha}(j) / \sqrt{\lambda_{\alpha}}) \mid \alpha = 1, 2, \dots \} \right) ;$$

dans cette formule, le quotient  $k(i)/\text{CarJ}$ , valeur moyenne du cours calculée, au jour  $i$ , sur l'ensemble  $J$  des actions, constitue un indice boursier; et  $\text{CarJ} \cdot k(j)/k$ , quotient du total  $k(j)$  de la colonne  $j$  par le total général  $k$  du tableau représente le poids relatif de l'action  $j$ , le coefficient CarJ ayant été introduit au numérateur pour que ce poids soit de l'ordre de 1.

Le cours  $k(i, j)$  de l'action  $j$  au jour  $i$  apparaît ainsi comme le produit de l'indice du jour par le poids relatif de l'action; le tout étant multiplié par une somme où le terme principal, 1, est corrigé par des termes indicés en  $\alpha$ . Dans chacun de ces termes, on a  $F_{\alpha}(i)$ , valeur du facteur  $\alpha$  au jour  $i$ ; et, puisque  $F_{\alpha}$  est une fonction de moyenne nulle dont la variance est  $\lambda_{\alpha}$ , l'ordre de grandeur de  $F_{\alpha}(i)$  est  $\sqrt{\lambda_{\alpha}}$ . De même,  $(G_{\alpha}(j) / \sqrt{\lambda_{\alpha}})$  a pour ordre de grandeur: 1.

Dans la somme  $\sum$ , prédominent les premiers termes; le tableau des valeurs propres donnant, de façon précise, la part de la variance afférente à chacun. Et de toute façon, quant à l'interprétation, seuls les premiers facteurs peuvent être pris en compte. De ce point de vue, en arrêtant la sommation au rang 8, on a certainement tout ce qui peut être expliqué en termes de facteurs.

Si l'on considère dans son ensemble la quotation au jour  $i$ ,  $\{k(i, j) \mid j \in J\}$ , le terme de rang  $\alpha$  est le produit, par le coefficient  $F_{\alpha}(i)$ , de la fonction,  $\{(G_{\alpha}(j) / \sqrt{\lambda_{\alpha}}) \mid j \in J\}$ , sur  $J$ . Une telle fonction rend compte de la diversité que présentent les actions dans leurs réponses aux événements économiques et politiques de chaque jour.

En terme d'interprétation, on peut proposer que se combinent l'état du marché Nord-américain, la tension internationale incitant aux dépenses d'armement, la cohésion plus ou moins grande du groupe des producteurs de pétrole...; mais, en terme géométrique, il suffit de dire qu'il s'agit de certaines fonctions dans un espace dont la dimension est CarJ, plus exactement CarJ-1, puisque ces fonctions sont de moyenne nulle.

Considérer les facteurs de rang 1 à 8, c'est assimiler la quotation quotidienne globale à un point, fonction du jour  $i$ , et se déplaçant dans un sous-espace L8, de dimension 8, de l'espace ambiant de dimension 80...

Dire que dans l'analyse fondée sur l'ensemble principal IN des 199 quotations disponibles pour 1994, le jour Ma04, 4 Janvier 1993, a une qualité de représentation  $QLT(8)=390\%$ , c'est dire que l'écart entre la quotation de ce

jour Ma04 et la quotation moyenne,  $\mu_{94}$ , de 1994, ne s'explique que dans cette faible proportion, de 39/100, par un vecteur dont la direction appartient à L8.

[On sait que ces pourcentages se calculent d'après des distances au carré: (39/100) étant le rapport à  $d^2(\text{Ma04}, \mu_{94})$ , du module carré de la projection orthogonale sur L8 du vecteur ayant pour extrémités  $\mu_{94}$  et Ma04.]

Pour reprendre le langage de l'interprétation, on dira que l'écart entre Ma04 et la moyenne de 1994 met en jeu des facteurs de différenciation entre actions qui ne sont qu'en proportion de 39% ceux qui rendent compte de la diversité des courbes des actions en 1994; le reste, soit 61%, est à chercher dans d'autres directions de l'espace que celles de L8.

Cette remarque nous paraît d'autant plus significative que, dans les analyses, aucune action n'apporte de contribution prédominante: en sorte que l'écart dont nous évoquons l'interprétation ne résulte pas d'une crise ayant affecté une ou deux actions particulières, mais du comportement différencié de l'ensemble J des actions prises en compte.

#### **Référence bibliographique**

*Le guide des actions françaises*, édité par *investir*, sous la direction de Géraldine TOBY, assistée de Denis LANTOINE; édition de 1995.