

J.-P. CABANNES

Analyses des séries temporelles de chômage et essais de prévision

Les cahiers de l'analyse des données, tome 6, n° 1 (1981),
p. 87-98

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1981__6_1_87_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1981, 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/>

ANALYSES DES SÉRIES TEMPORELLES DE CHÔMAGE ET ESSAIS DE PRÉVISION

[CHÔMAGE II]

par J.-P. Cabannes (1)

4 Séries d'offres et de demandes d'emplois ventilées par qualifications

4.1 Présentation et description des données. La présente étude nous a conduit à examiner également les séries d'emplois ventilées selon la qualification; nous donnons ci-après un aperçu des résultats obtenus.

4.1.1 Nomenclature . La ventilation des données par qualifications recense les huit groupes :

- qualification non précisée
- manoeuvres MA
- ouvriers spécialisés OS
- ouvriers qualifiés OQ
- employés non qualifiés EN
- employés qualifiés EQ
- techniciens et agents de maîtrise AT
- cadres CA

De poids toujours très faible, la première catégorie a été éliminée . Pour les sept autres est indiqué le sigle qui les désignera dans les tableaux et graphiques.

Nous avons considéré en particulier les séries trimestrielles de flux et de stocks d'offres et de demandes pour la période 1974-1979.

4.1.2 Premiers examens . Indiquons d'abord la forme de l'incidence saisonnière sur les flux entrants. Pour les trois catégories manuelles, la demande apparaît la plus vive au quatrième trimestre et connaît son étiaje au deuxième trimestre. Les quatre autres catégories (non manuelles) présentent quant à elles un effet saisonnier encore plus marqué au troisième trimestre, et à un degré moindre au quatrième; le deuxième trimestre étant le moins touché.

La répartition de l'offre sur l'année est moins typée. Elle exerce plutôt sa pression sur les deuxième et troisième trimestres pour les quatre premières catégories, et au premier trimestre pour les employés qualifiés, les techniciens et les cadres.

L'évolution se lit enfin sur les profils des séries régularisées: l'aggravation de la situation, accélérée sur les toutes premières périodes, ralentie ensuite, est la tendance générale, traduite par la décroissance des séries d'offres et la croissance des stocks de demandes. Un examen plus attentif montre une légère reprise de l'offre des trois catégories manuelles de 75.3 à 76.3, et en 77 pour les employés non qualifiés, une reprise plus timide encore en fin de période ; cette offre reste stable depuis la décrite initiale pour les employés qualifiés;

(1) Assistant agrégé en mathématiques ; cet article suite de celui publié dans le Cahiers n° 4 de 1980, constitue avec celui-ci la thèse de 3° cycle de l'auteur.

les techniciens voient l'offre repartir depuis la fin 78, tandis que les offres d'emplois de cadres (séries d'effectifs bas) connaissent une croissance faible mais continue.

Pour la demande, la catégorie des manoeuvres se singularise par un maximum au début 75, cela pour les trois séries ; malgré une forte baisse des demandes nouvelles en 75 et 77, la faiblesse du flux sortant permet toutefois au stock des demandes insatisfaites d'approcher en fin de période son niveau de 75. Partout ailleurs, le stock des demandes croît sur l'ensemble de la période. On note cependant une légère rémission entre 75 et 76 dans les deux catégories d'ouvriers. La relative stabilisation de la situation pour les manoeuvres est peut-être à rapprocher de la proportion d'immigrés dans ce type d'emploi.

Pour compléter ces commentaires, nous donnons enfin pour les sept groupes considérés le coefficient m par lequel a été multiplié le stock des demandeurs de 75.1 à 79.3, l'ordre de taille t du stock de demandes en fin de période : $t = DR(79.3)$ et le rapport déjà rencontré $\tau = (DN + DD)/DR$ toujours pour la période finale

	MA	OS	OQ	EN	EQ	AT	CA
m	1	2	2	2	2.3	1.7	2
t (en milliers)	1000	2500	2500	2000	4000	500	600
τ	1	1	1.3	1	1	0.8	0.8

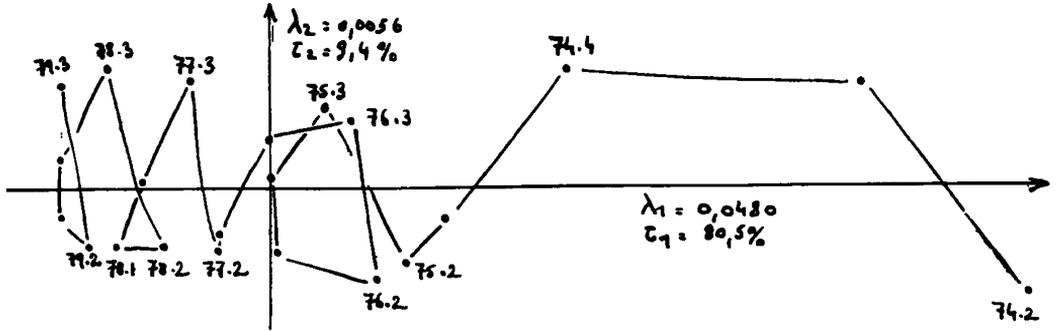
4.2 *Analyses factorielles* . Voici les éléments d'inertie de quelques analyses effectuées

	λ_1/τ_1	λ_2/τ_2	λ_3/τ_3	λ_4/τ_4	λ_5/τ_5
séries brutes	0.0480	0.0056	0.0030	0.0013	0.0008
74.2 - 79.3	80.5%	9.4%	5.0%	2.2%	1.4%
séries régularisées	0.0202	0.0010	0.0006	0.0001	0.00007
74.4 - 79.1	91.8%	4.5%	2.7%	0.6%	0.3%
séries régularisées	0.0129	0.0015	0.0004	0.0003	0.0002
75.2 - 79.1	83.7%	9.9%	2.4%	1.9%	0.7%
séries régularisées	0.0043	0.0004	0.00009	0.00004	0.00001
demandes seules	87.8%	9.2%	1.9%	0.9%	0.3%
75.3 - 79.1					
séries régularisées	0.0057	0.0004	0.0002	0.00004	0.00002
offres seules	89.4%	6.6%	2.8%	0.7%	0.3%
75.3 - 79.1					

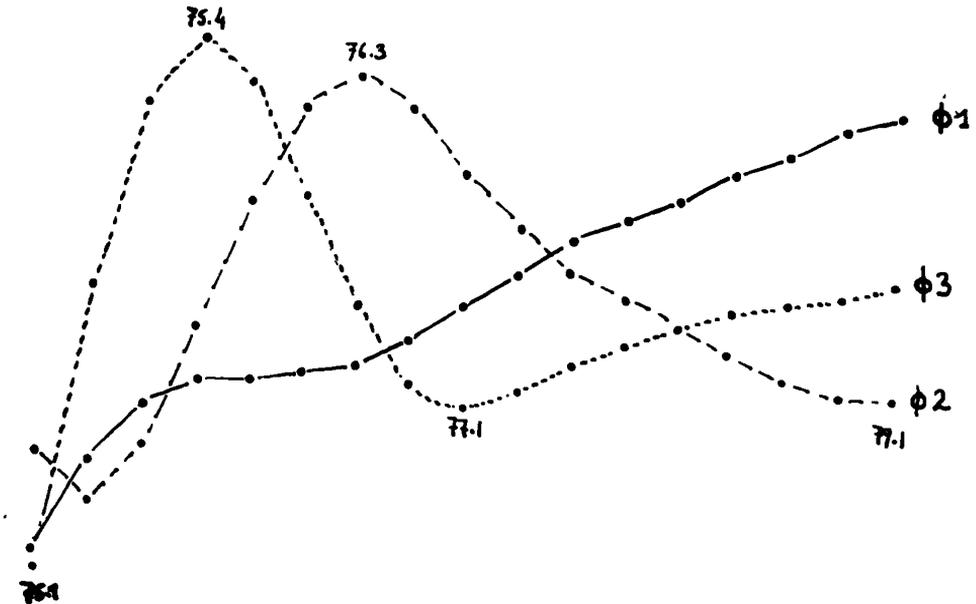
La première analyse des séries brutes présente la plus grande parenté avec celle du § 3.2.1 ; on s'en convaincra en observant en particulier la ligne temporelle dans le plan 1x2 . Remarquons sans paraphraser davantage ce qui a été dit alors que l'axe 2, saisonnier, est à nouveau très corrélé avec les flux entrants de demandes d'emplois non manuels

Quant à l'analyse des séries régularisées, sans commentaires superflus, nous reproduisons simplement les projections dans le plan 1x2 des deux types d'éléments de l'analyse générale 75.3 - 79.1 . On donne enfin le diagramme des trois premiers facteurs normalisés de l'analyse 75.1 - 79.1 . On note une très grande similitude avec les facteurs issus de l'analyse des séries d'emplois selon le métier. Cette convergence des formes inscrites sous des partitions transversales des enregistrements de l'A.N.P.E. confirme la réalité des facteurs ainsi mis en évidence.

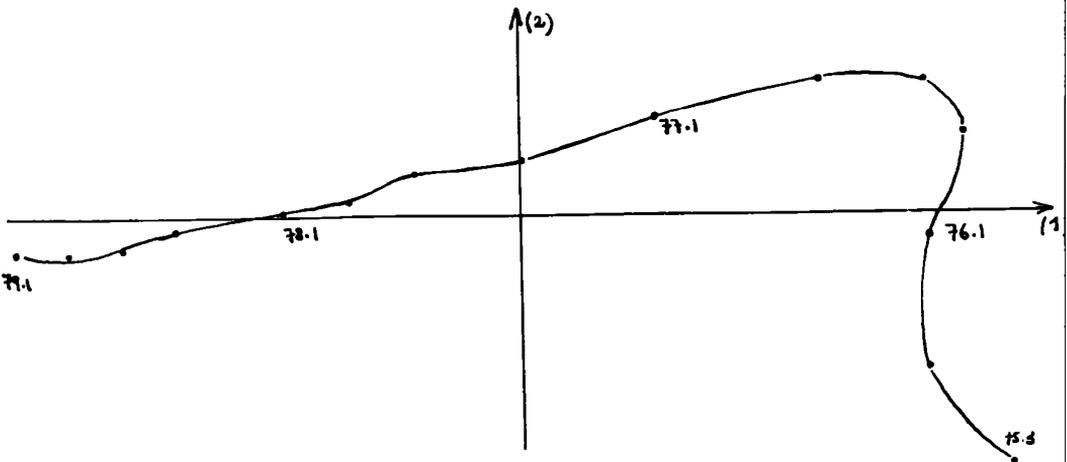
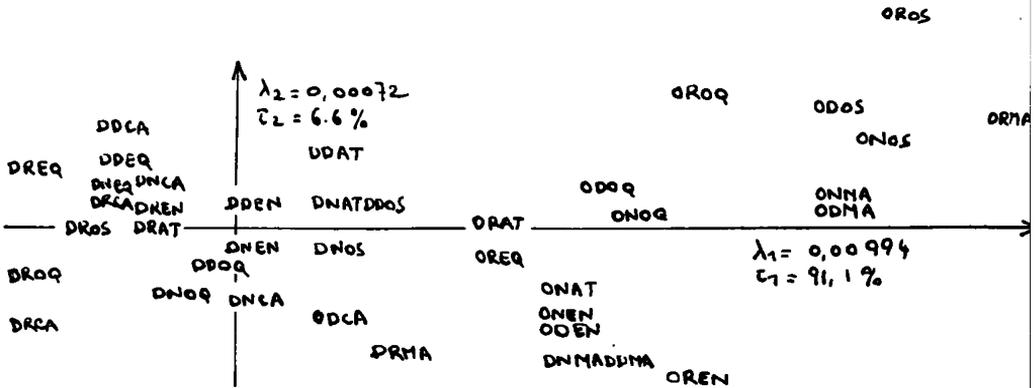
Analyse des séries trimestrielles brutes - stocks et flux, offres et demandes d'emplois par qualifications - 74.2 ~ 79.3.



Analyse des séries trimestrielles régularisées - offres et demandes d'emplois par qualifications - stocks et flux. 75.1~79.1.



Analyse des séries trimestrielles régularisées d'offres et demandes d'emplois par qualifications - stocks et flux - 75.3~79.1.



5 Un essai de prévision

5.1 La méthode. On n'a pas voulu clore cette étude sans faire un essai de prévision selon la méthode suggérée au § 3.2.1. Rappelons son principe :

K_{IT} est un tableau dont les lignes sont des séries chronologiques ; k_{it} mesure l'effectif observé à la période t pour le poste i (flux par exemple, ou stock de demandes d'emplois pour une certaine catégorie).

L'analyse factorielle du tableau K_{IT} donne pour les lignes et les colonnes respectivement les facteurs $F_{\alpha I}$ et $G_{\alpha T}$ associés aux valeurs propres λ_{α} .

($\alpha \in A = \{ 1, 2, 3, \dots, (\text{rang de } K - 1) \}$)

Ces facteurs permettent de reconstituer les données selon la formule classique :

$$k_{it} = \frac{k_{i.} \times k_{.t}}{k} \cdot (1 + \{ \lambda_{\alpha}^{-1/2} F_{\alpha}(i) \cdot G_{\alpha}(t) / \alpha \in A \})$$

où $k_{i.}$ et $k_{.t}$ désignent comme à l'accoutumée les marges du tableau K alors que k en note le total.

En bornant la sommation précédente à ses premiers termes, on obtient des reconstitutions approchées des données.

Si par exemple le sous-espace des p premières directions propres prend en charge la plus grande part de l'inertie, on peut supposer que l'essentiel du phénomène observé par nos séries chronologiques y est représenté.

Les séries approchées reconstituées dans ce sous-espace décrivent alors la tendance des séries initiales débarrassées de leur composante accidentelle ou aléatoire.

Si enfin l'évolution, ainsi ramenée à sa composante essentielle dans un sous-espace factoriel de faible dimension paraît obéir à une certaine régularité, on est conduit à l'approcher par des formes simples qui autoriseront l'extrapolation, c'est-à-dire la prévision.

Plus précisément, si les premiers facteurs temporels $G_{\alpha T}$ et la marge $k_{.T}$ paraissent s'y prêter, on cherchera à les approcher par des fonctions élémentaires, $\tilde{G}_{\alpha T}$ et $\tilde{k}_{.T}$ respectivement. La formule

$$\tilde{k}_{it} = \frac{\tilde{k}_{i.} \times \tilde{k}_{.t}}{\tilde{k}} \cdot (1 + \{ \lambda_{\alpha}^{-1/2} F_{\alpha}(i) \cdot \tilde{G}_{\alpha}(t) / \alpha = 1, \dots, p \})$$

donne une approximation "fonctionnelle" des données, ou une prévision pour les valeurs de t postérieures à la période de référence.

La simplicité de l'exposition ne doit pas masquer les difficultés d'application d'une telle méthode; énumérons les principales questions auxquelles elle conduit :

- parmi les ensembles I qui contiennent la série i sur laquelle on veut faire de la prévision, lequel retenir. En d'autres termes, quel est le plus petit ensemble I exhaustif vis-à-vis des mouvements qui l'animent.
- quel ensemble T choisir, ou plutôt jusqu'à quand faire remonter le passé sous les deux contraintes opposées: considérer une durée suffisante pour mettre en évidence le mouvement tendanciel de l'évolution, et isoler une période de stabilité où cette évolution connaît un comportement homogène.
- combien de facteurs retenir.
- par quelles fonctions ajuster les facteurs et la marge, quelle méthode d'ajustement employer.

Comme souvent en analyse factorielle, la multiplication des essais et un attentif bon sens apportent sans doute la meilleure réponse.

La méthode décrite apparaît plus riche dans son principe que l'extrapolation de chaque série considérée isolément, elle vise en effet à tenir compte des interactions réciproques entre leurs évolutions et pourrait à ce titre être qualifiée de méthode globalement endogène. On doit toutefois reconnaître qu'elle est tout aussi impuissante lorsque l'évolution change de sens et s'écarte des courbes qu'on avait pu lui ajuster.

5.2 Le traitement de la composante saisonnière. On n'a pas encore parlé du traitement des effets saisonniers; la procédure suggérée au § 3.2.2 aurait consisté à estimer des coefficients saisonniers sur la période de référence et à les utiliser pour régulariser les séries brutes; les chroniques ainsi redressées auraient été traitées comme décrit au § 5.1, on aurait enfin redonné une composante saisonnière aux prévisions obtenues à l'aide des coefficients précédents.

Nous avons observé au cours de nos essais que les facteurs issus des analyses de séries corrigées par coefficients saisonniers gardaient dès le second la marque du mouvement saisonnier. Leur analyse fournissant des courbes à ajuster beaucoup plus régulières, on a préféré utiliser les chroniques lissées par moyenne mobile; les coefficients saisonniers estimés sur la période de référence sont toutefois employés pour passer des séries lissées extrapolées à des séries extrapolées brutes qui pourront ainsi être comparées aux dernières séries publiées.

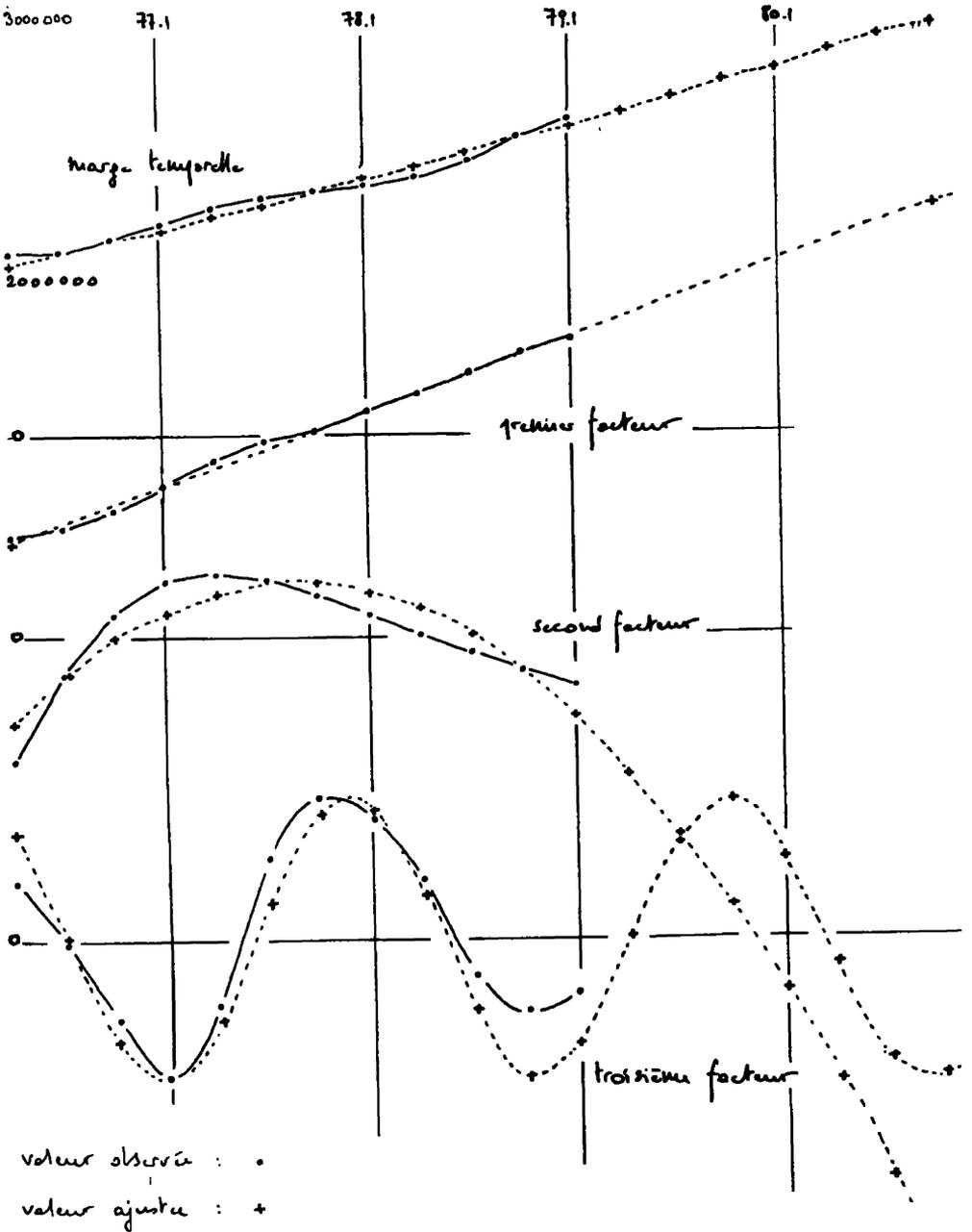
5.3 Une application: stocks et flux de demandes selon la qualification
On a recherché pour cet essai une période et un ensemble de séries dont l'analyse paraît dessiner une ligne temporelle d'un seul mouvement, marqué sur des premiers axes riches en inertie.

Plus que d'autres, l'analyse des séries de stocks et de flux de demandes selon la qualification par trimestre de 76.2 à 79.1 répondait à cette exigence. Cette base correspond pour les données brutes à la période 75.4 - 79.3 .

Les valeurs propres et taux d'inertie successifs sont les suivants:

	1	2	3	4
λ	0.0025	0.00011	0.00007	0.00002
τ	92.6%	3.9%	2.6%	0.7%

Marge et facteurs temporels ajustés



	ONMA ANMA	ODMA ADMA	ORMA ARMA	ONOS ANOS	ODOS ADOS	OROS AROS	ONQO ANQO	ODQO ADQO	ORQO ARQO	ONEN ANEN	ODEN ADEEN
76 2	541 574	759 723	1035 1015	991 1026	1284 1187	1724 1682	1034 1066	1301 1229	1516 1462	639 685	866 800
76 3	650 650	628 972	926 972	1244 1262	1116 1084	1641 1711	1241 1300	1122 1117	1442 1510	1158 1196	818 793
76 4	756 713	623 655	993 1033	1385 1333	1146 1210	1625 1682	1428 1406	1252 1325	1589 1671	1084 1054	9511028
77 1	679 646	645 649	1076 1071	1220 1192	1166 1184	1971 1964	1332 1306	1282 1306	1702 1732	776 769	882 899
77 2	568 553	657 655	1049 1021	1102 1069	1194 1186	1952 1910	1251 1198	1295 1280	1705 1685	785 716	874 840
77 3	619 625	565 572	1031 984	1330 1307	1073 1085	2035 1941	1507 1453	1198 1175	1838 1761	1228 1257	827 831
77 4	640 684	613 600	1072 1051	1312 1372	1265 1212	2187 2133	1513 1564	1464 1408	2017 1972	1041 1113	11291075
78 1	579 618	609 599	1070 1097	1184 1218	1230 1198	2108 2224	1395 1446	1400 1401	2039 2067	754 816	959 940
78 2	510 528	593 608	1014 1054	1050 1085	1163 1192	2108 2160	1276 1321	1342 1388	2003 2030	745 744	815 875
78 3	507 595	519 537	1011 1023	1310 1317	1066 1092	2173 2194	1618 1595	1246 1288	2156 2143	1341 1349	827 865
78 4	661 460	573 570	1094 1101	1284 1372	1220 1232	2382 2404	1730 1708	1551 1559	2432 2420	1144 1200	11311117
79 1	609 586	562 576	1142 1159	1230 1209	1160 1202	2504 2507	1589 1572	1562 1568	2535 2556	888 886	951 974
79 2	504 599	604 574	1135 1120	1067 1087	1238 1207	2454 2433	1379 1530	1805 1568	2435 2529	818 833	950 905
79 3	591 561	609 572	1126 1097	1342 1283	1268 1109	2493 2466	1679 1718	1566 1469	2491 2664	1392 1470	1024 892
79 4	670 611	599 573	1152 1191	1486 1423	1305 1245	2612 2707	1776 1833	1709 1796	2501 3084	1393 1323	12061150
80 1	611 548	601 589	1193 1263	1325 1152	1310 1266	2700 2837	1619 1679	1703 1821	2573 3235	957 981	1095 1000
80 2	506 466	611 618	1145 1231	1143 1005	1327 1236	2616 2731	1408 1520	1653 1839	2408 3213	824 929	1075 1026
80 3	0 522	0 564	0 1215	0 1192	0 1139	0 2768	0 1817	0 1736	0 3423	0 1657	0 913
80 4	0 566	0 620	0 1329	0 1212	0 1282	0 3034	0 1930	0 2138	0 3897	0 1490	0 1173
81 1	0 506	0 649	0 1422	0 1038	0 1267	0 3153	0 1759	0 2183	0 4144	0 1110	0 916
81 2	0 428	0 694	0 1386	0 889	0 1280	0 3055	0 1584	0 2217	0 4123	0 1095	0 921
81 3	0 478	0 645	0 1389	0 1033	0 1184	0 3094	0 1884	0 2107	0 4397	0 1893	0 923
81 4	0 516	0 721	0 1530	0 1025	0 1338	0 3387	0 1989	0 2608	0 5010	0 1710	0 1162
76 2	1304 1287	1262 1307	1458 1372	2314 2286	154 168	186 175	340 336	162 173	169 161	161 161	445 435
76 3	1360 1403	2061 2108	1404 1360	2545 2589	274 284	187 166	368 378	245 241	193 173	467 475	502 508
76 4	1597 1602	1883 1843	1766 1860	2932 2939	264 254	258 273	414 418	233 226	216 235	502 508	502 508
77 1	1610 1548	1540 1506	1675 1704	2923 2845	190 189	224 259	400 393	209 202	217 226	506 495	506 495
77 2	1473 1408	1485 1456	1614 1549	2791 2687	184 183	193 188	379 371	196 196	188 183	506 491	506 491
77 3	1589 1539	2330 2335	1525 1520	3129 3028	308 302	198 196	429 415	272 269	188 183	551 534	551 534
77 4	1745 1717	1948 2032	1626 2059	3424 3422	253 266	296 283	463 458	245 249	288 260	570 567	570 567
78 1	1599 1709	1540 1652	1873 1868	3151 3297	176 185	232 234	418 430	213 220	244 246	533 550	533 550
78 2	1461 1559	1524 1588	1565 1682	2964 3100	186 193	175 188	395 400	211 211	188 199	529 544	529 544
78 3	1683 1710	2519 2537	1552 1635	3427 3479	286 298	182 192	447 451	278 287	187 207	586 589	586 589
78 4	1966 1965	2161 2196	1556 2193	3913 3916	248 255	263 272	492 496	259 262	267 274	626 623	626 623
79 1	1860 1910	1806 1776	1978 1970	3829 3757	188 183	222 220	467 465	233 229	267 257	604 600	604 600
79 2	1862 1748	1704 1700	1875 1757	3658 3520	174 167	182 182	446 436	226 217	209 204	596 591	596 591
79 3	2041 1923	2671 2701	1927 1690	4030 3936	279 263	202 172	484 484	308 290	225 210	637 637	637 637
79 4	2210 2215	2514 2326	2398 2243	4460 4415	258 219	274 236	515 532	292 262	304 275	673 671	673 671
80 1	2251 2159	2097 1872	2335 1992	4399 4221	194 149	246 184	481 496	241 225	299 253	638 644	638 644
80 2	2057 1991	1906 1782	2229 1755	4118 3942	174 130	202 138	441 463	226 210	236 198	604 632	604 632
80 3	0 2816	0 2816	0 1667	0 4393	0 191	0 130	0 513	0 276	0 200	0 678	0 678
80 4	0 2154	0 2410	0 2183	0 4911	0 166	0 166	0 562	0 244	0 258	0 710	0 710
81 1	0 1928	0 1928	0 1912	0 4682	0 65	0 119	0 523	0 206	0 232	0 679	0 679
81 2	0 2267	0 1824	0 1657	0 4358	0 89	0 178	0 487	0 187	0 177	0 661	0 661
81 3	0 2506	0 2863	0 1547	0 4841	0 73	0 73	0 538	0 239	0 175	0 706	0 706
81 4	0 2900	0 2435	0 1986	0 5395	0 31	0 31	0 586	0 204	0 216	0 736	0 736

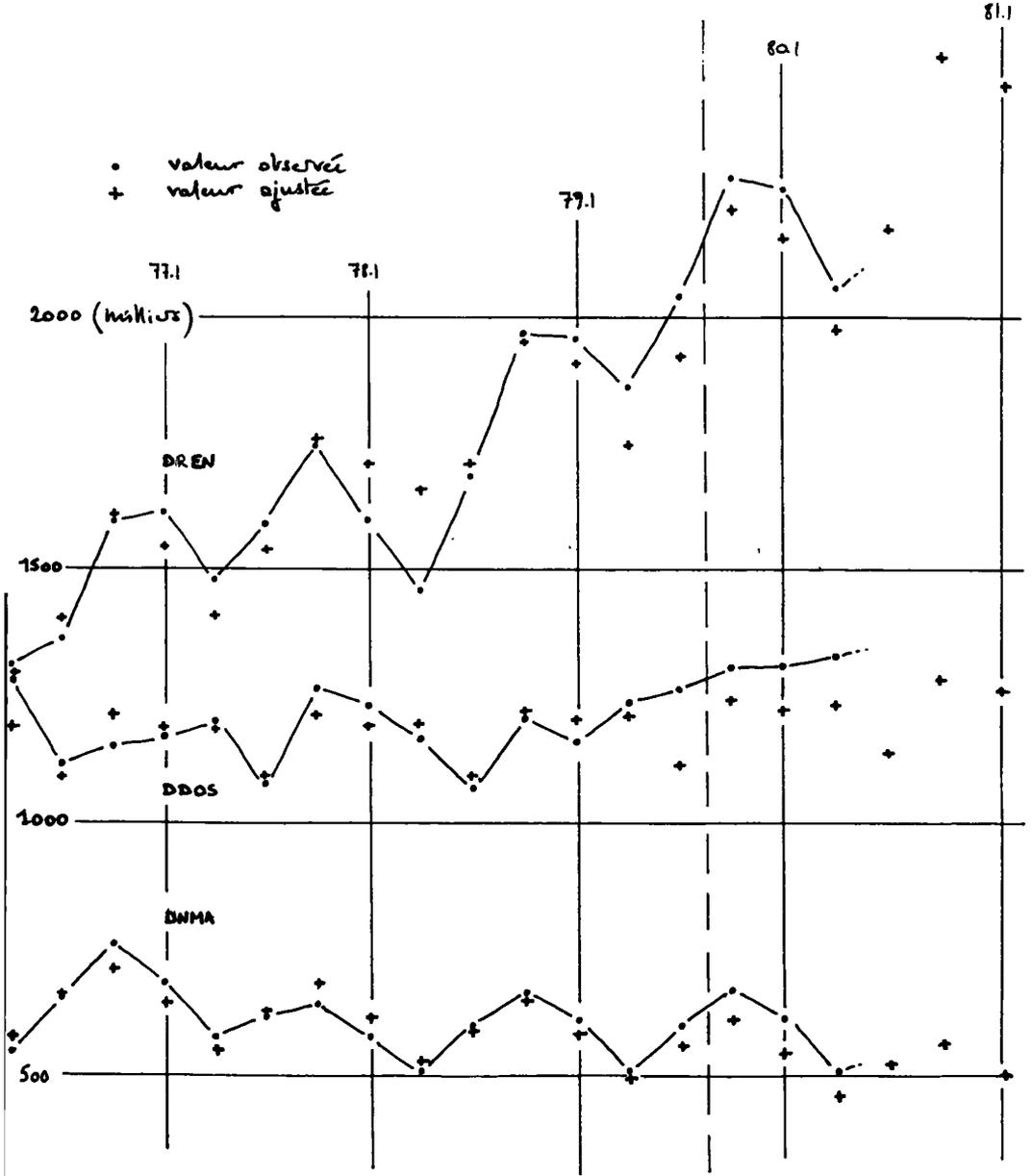
O SERIE OBSERVEE
A SERIE AJUSTEE

Ajustements et prévisions
(séries saisonnalisées)

DNMA, DDOS, DREN

Domaine de
la prévision

• valeur observée
+ valeur ajustée



La reconstitution des données sur trois facteurs montre une exceptionnelle précision, l'écart dû à l'approximation n'excède pratiquement jamais 1%.

Plutôt que d'arides tableaux de chiffres, on examinera quatre diagrammes; ils figurent les poids et les trois premiers facteurs temporels ainsi que les ajustements que nous en proposons, prolongés jusqu'à 80.4 .

On a donc estimé ces quatre séries par des fonctions du temps (mesuré par le numéro du trimestre considéré dans la période 76.2 - 79.1).

Au risque d'être taxé de pessimisme, on a ajusté la colonne des poids par une exponentielle (on verra que malgré cela la réalité a dépassé nos prévisions).

Une droite s'imposait pour représenter le premier facteur, tandis qu'on a retenu une parabole pour le second. Malgré la relative imprécision de cette estimation, on a sagement renoncé aux polynômes de degré élevé; rarement justifiés en théorie, ils n'améliorent l'approximation qu'au prix de variations très violentes une fois quitté le domaine sur lequel porte l'ajustement.

Pour cette même raison, on a préféré voir dans les trois extrema relatifs du troisième facteur l'indication d'une périodicité, et on a approché ce facteur par une fonction trigonométrique.

Ajoutons que, comme nous utilisons pour ces régressions un vaste système de programmes, nous nous sommes permis la coquetterie d'utiliser la méthode de Cochran-Orcutt. Dans cette méthode, bien connue des

économètres, lorsque l'examen des résidus d'une première régression par les moindres carrés suggère une autocorrélation des aléas - c'était le cas -, on estime alors l'autocorrélation à l'aide de ces résidus pour construire un modèle transformé à aléas en principe indépendants, ... on itère le procédé jusqu'à la stabilisation des estimations.

Signalons qu'on aurait pu imposer une contrainte algébrique de cohérence entre les trois séries N, D et R pour une qualification donnée; dans cette approche exploratoire, on ne l'a pas fait.

On a enfin redonné un profil saisonnier aux extrapolations obtenues, pour les comparer aux derniers chiffres publiés, ils portent jusqu'à 80.2 .

Avant de présenter cette épreuve, rappelons que la reconstitution des séries lissées par 3 facteurs a donné une précision rarement atteinte; la substitution de leur valeur ajustée à ces trois facteurs et à la marge temporelle conserve à la reconstitution une précision excellente, peu nombreux sont les écarts qui dépassent 3% ou 4% sur la période de référence. L'accord entre la régularisation par moyenne mobile et par coefficients correcteurs se fait enfin avec une précision un peu moindre. Cela tient à l'estimation des coefficients, opérée sur peu d'années, elle s'affranchit incomplètement de l'incidence des aléas et donne des résultats encore frustes.

Ces trois causes d'incertitude indiquées, nous donnons le listing des valeurs observées et ajustées ou prévues pour les 21 séries de 76.2 à 81.4 .

A titre d'exemple, nous avons dressé en outre les diagrammes associés aux séries DNMA, DDOS et DREN. Force est de reconnaître que la qualité de ces prévisions est très moyenne; sous les écarts aléatoires apparaissent des biais indiscutables. Sans que cela soit tout à fait général, la prévision a plutôt surestimé les stocks et sous-estimé les flux, particulièrement les flux sortants dans des proportions pouvant atteindre 10%.

En d'autres termes, si les stocks de chômeurs montrent un léger mieux (du fait peut-être de nouvelles règles comptables), la précarité de l'emploi, mesurée par les flux, s'est accentuée au-delà de nos prévisions.

De fait, on a repris l'analyse en moyennes mobiles qui était au départ de nos extrapolations (période 76.2 - 79.1) et on a placé en éléments supplémentaires les séries ajustées et prolongées ainsi que les dernières séries observées, également lissées par moyenne mobile (et portant donc sur les trois périodes supplémentaires : 79.2, 79.3 et 79.4).

Le diagramme du plan 1x2 montre l'ajustement relativement satisfaisant sur la période de référence (76.2 - 79.1) et harmonieusement prolongé au-delà, malheureusement les données réellement observées (79.2 - 79.4) montrent un changement de direction de la tendance, parfaitement imprévisible jusqu'alors.

6 Conclusion.

Au terme de ce travail, tentons d'en apprécier la valeur, l'intérêt

Il est commun de déclarer que l'analyse factorielle permet une vue synthétique des phénomènes multiples.

Plus précisément, la vue des lignes temporelles dans les premiers plans de projection permet ici à celui qui s'intéresse à l'évolution récente d'apercevoir au mieux les mouvements de la tendance, de les situer et de les décrire sur une base relativement objective.

La similitude des structures mises en évidence sous des partitions indépendantes des statistiques de l'A.N.P.E. confirme d'autre part le bien fondé de ces traitements.

Nous pensons à ce propos que la forme des facteurs temporels observés mériterait un complément de réflexion.

Si l'essai de prévision nous contraint cependant à rester modeste, on a finalement vu que les conditions n'étaient pas réunies pour une conclusion différente. Que cela ne déçoive pas le lecteur qu'avait séduit l'exposé préalable. On peut également imaginer le décideur instruit par ces chiffres et entreprenant les actions qui les rendront caducs.

Répétons-le enfin, même si leur recueil et leur perforation fut un travail de bénédictin, les chroniques traitées ici ne représentent qu'une faible fraction des séries relatives au chômage; le bulletin Statistiques du travail publie également des décomptes par branches d'activité, par nationalité, par durée d'attente en chômage, etc.; des séries d'effectifs croisées existent certainement, ainsi que celles d'emploi actif. Ceux qui peuvent disposer de ces différentes données par simple manipulation d'un clavier d'ordinateur pourraient sans nul doute aller très au-delà de notre travail.