

Modélisation d'effets identifiés affectant les indicateurs du secteur des transports

Cette étude a été réalisée par : Robert AZENCOTT
Bernard GIRARD
Yvonne GIRARD

dans le cadre du marché n°89 01 047002237501

Responsable de l'étude à l'OEST : Ruth BERGEL

C.E.M.S.

Centre
d'Etudes
sur la Modélisation
et les Statistiques

INTRODUCTION

L'étude "Modélisation d'effets identifiés qui affectent les indicateurs mensuels du secteur des transports" qui nous a été demandée par le Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer consiste à élaborer des outils statistiques qui tiennent compte de certains effets identifiés dans les travaux de modélisation et de prévision à court terme, et à construire un module intégré au logiciel MANDRAKE pour en assurer la mise en oeuvre.

Ces effets sont de deux types:

1 ■ des effets calendaires tels que le nombre de jours ouvrables, de jours fériés et leurs positions relatives dans le mois; ils affectent les valeurs mensuelles des indicateurs.

2 ■ des effets spécifiques transport tels que les perturbations qui affectent un indicateur à la suite d'un choc provoqué par une variation de tarif, une période de froid, une grève, etc...

Ces effets dont la présence est connue sur le passé de la série ne sont pas complètement évalués. Néanmoins un profil d'impact est fourni, au sens où la liste des paramètres en jeu est donnée pour chaque série: pour les effets calendaires on sait repérer un certain nombre de jours particuliers (dimanches, samedis, jours fériés, ponts, veilles de fête, etc); pour les chocs on dispose des dates où ils ont eu lieu et éventuellement du nombre de mois où des effets secondaires (report de trafic) sont à prévoir.

L'estimation de ces paramètres tient compte de la structure ARIMA de la série corrigée de ces effets et elle s'appuie sur l'analyse des séries chronologiques comportant une partie explicative (variables exogènes, variables d'interventions) et une partie aléatoire stationnaire.

Le logiciel d'expertise MANDRAKE qui analyse et modélise les séries chronologiques par les méthodes de BOX et JENKINS a été aménagé pour cette étude, de façon à fournir des estimations et des tests pour les effets cités, en disposant de toutes les facilités (vérifications, graphiques, tests statistiques, calculs de prévisions) destinées à constituer un systeme d'aide à la décision efficace pour la modélisation et la prévision des indicateurs du secteur des transports.

Plus généralement, la forme choisie pour représenter et analyser une série comportant un certain nombre de perturbations à des instants connus, permet au module construit et intégré à MANDRAKE de prendre en compte d'autres variables explicatives et connues, comme un indicateur de la production industrielle (secteur BTP par exemple), et d'évaluer des anticipations (hausses de tarif annoncées à l'avance) ou des retards.

La construction des profils liés aux effets calendaires demande une gestion du calendrier journalier pour en déduire les effets mensuels. Pour aider les utilisateurs qui doivent fournir un profil d'impact, nous leur proposons en annexe un programme rédigé à l'aide du gestionnaire de fichiers FOXBASE dont ils pourront s'inspirer pour construire leurs profils avec leur gestionnaire de fichiers habituel. Ce programme est d'utilisation facile et interactif.

Le compte-rendu de l'étude comprend:

1 ■ Une note méthodologique expliquant la forme choisie pour les modèles.

2 ■ Une notice d'utilisation du nouveau module de MANDRAKE avec la description des manipulations, des sorties et des algorithmes mis en oeuvre.

3 ■ Un complément sur la construction des séries par des expressions arithmétiques qui a été enrichi pour faciliter la construction des variables d'interventions.

4 ■ La notice d'utilisation du programme de construction des variables calendaires (non intégré à MANDRAKE).

5 ■ Un exemple complètement traité sur un indicateur des transports qui montre comment mener une étude en tenant compte simultanément d'effets saisonniers, d'effets calendaires, de chocs localisés, de chocs avec effets retardés, et d'une variable exogène (tendance polynômiale).

deux annexes:

A1 ■ Structure des fichiers de l'application CALEND

A2 ■ Liste des programmes de CALEND

I - MODELISATION ARMAX ■ TRANSFERT - INTERVENTIONS

La modélisation ARIMA, très souvent utilisée pour la prévision à court ou moyen terme, comporte les mêmes contraintes que les lissages exponentiels et que les méthodes d'ajustement saisonnier en négligeant tout ce qui concerne l'influence de variables exogènes sur le comportement de la série.

Les séries comportant de simples changements de niveau ou des ruptures dans la tendance sont plus faciles à identifier si on effectue une correction préalable (module des prétraitements de MANDRAKE). Si on n'en tient pas compte, on risque d'être amené à une suite de différentiations qui complique l'identification de la partie ARMA des modèles et fait perdre de la robustesse aux prévisions. Bien que l'expertise de MANDRAKE, élargissant la classe des modèles utilisables pour une bonne prévision, fournisse des modèles plus fiables que les méthodes de lissage, il n'en reste pas moins vrai qu'il est préférable d'intégrer directement à la modélisation ARIMA tous les effets externes, en particulier les effets produits par des chocs locaux, des indicateurs économiques ou des effets calendaires.

Les modèles comportant des variables d'interventions [BOX et TIAO, J.A.S.A. (1975)] et de façon plus générale les modèles contenant des variables exogènes, de type ARMA (fonction de transfert) ou non, améliorent considérablement les prévisions. Négliger de telles variables et se contenter d'une modélisation habituelle ARIMA conduit à des surfiltrages par différentiation (pour éliminer les effets externes de tendance), à une surévaluation des degrés des polynômes AR et MA d'où des difficultés dans l'estimation des coefficients, enfin à des résidus qui ne représentent pas bien l'innovation du processus. Le classement des modèles par la variance résiduelle ne se justifie plus et les prévisions sont biaisées.

L'étude de modèles comportant à la fois des variables explicatives connues et une partie ARMA est traitée dans le module de MANDRAKE appelé à partir du menu principal lorsqu'on sélectionne la rubrique:

Modélisation ARMAX, transfert, interventions

Les modèles les plus courants qui mélangent une structure ARMA et des variables exogènes (explicatives) sont écrits sous la forme générale:

$$Y(t) = f(\beta, x, t) + u(t)$$

$Y(t)$ est la série observée (éventuellement transformée)

f est une fonction prenant en compte des effets déterministes liés au temps t et aux variables exogènes x ; elle est paramétrée par β .

$u(t)$ est un processus ARMA constituant la structure aléatoire du bruit.

Il s'agit d'estimer simultanément les paramètres β de la fonction f et ceux de la structure ARMA du bruit.

Le terme ARMAX est une abréviation de "autoregressive-moving average with exogeneous variables".

EXEMPLES DE MODÈLES

1 ■ modèle économétrique avec résidus ARMA:

$$Y(t) = a_1 Z_1(t) + a_2 Z_2(t) + u(t) \quad \text{avec} \quad \phi(B)u(t) = \theta(B)w(t)$$

$Y(t)$ endogène (à expliquer)

$Z_1(t)$ exogènes

$u(t)$ perturbation, erreur...

$w(t)$ innovation de $u(t)$

2 ■ modèle ARIMA avec interventions:

$$F(B)\phi(B) [Y(t) - \phi_z(B)Z(t)] = \theta(B)w(t)$$

$F(B)$ est un filtre de différences (pour stationnariser)
 $Z(t)$ est généralement une variable nulle, sauf en un point, ou constante par morceaux (paliers).

Ce modèle est proche du précédent si les Z_1 du premier sont les variables Z, BZ, B^2Z, \dots du second.

3 ■ modèle ARIMA avec fonction de transfert:

$$F(B)\phi(B)Y(t) = F_z(B)\psi(B)Z(t) + \theta(B)w(t)$$

$F(B)$ et $F_z(B)$ sont des filtres de différences
 $Z(t)$ est un ARIMA ($F_z(B)Z(t)$ est ARMA stationnaire)

Ce modèle est proche des précédents mais la forme ARIMA de $Z(t)$ conduit à des méthodes d'identification et d'estimation assez différentes.

4 ■ modèle ARMAX type:

$$F(B) [Y(t) - F_x(B)\phi_x(B)X(t) - aZ(t)] = u(t)$$

$Y(t)$ n'est pas nécessairement stationnaire
 $X(t)$ est une variable exogène stationnaire ou non, qui intervient sur $Y(t)$ avec des retards (le nombre de retards est lié au degrés de F_x et ϕ_x); si F_x est un filtre de différences $F_x(B)X(t)$ représente des variations de $X(t)$ alors que si F_x est absent, $X(t)$ intervient en valeur
 $Z(t)$ est une variable exogène qui fournit une explication instantanée d'une partie de $Y(t)$
 $u(t)$ est un processus ARMA $\phi(B)u(t) = \theta(B)a(t)$ avec $a(t)$ bruit blanc.

On remarque que la condition de stationnarité porte sur $u(t)$. Autrement dit, on n'exige pas que $Y(t)$ soit ARIMA, mais que la différence

$$YC(t) = Y(t) - F_x(B)\phi_x(B)X(t) - aZ(t)$$

soit ARIMA.

Ces exemples élémentaires vont nous conduire à une forme assez générale de modèles un peu plus complexe.

Bien que dans la plupart des cas on n'utilise pas de modèles très complexes, on s'est donné la possibilité d'écrire des modèles assez différents en choisissant cette forme générale telle qu'elle recouvre la plupart des cas rencontrés.

En particulier, si une variable explicative est elle-même ARIMA (variable de transfert) et qu'on désire procéder à un filtrage (pour la blanchir), les polynômes ϕ et θ doivent pouvoir être décomposables en partie fixe (préestimée) et partie "variable" (à estimer). On s'est laissé aussi la possibilité de définir des filtres de différences communs $F(B)$ qui reflètent la structure non stationnaire de la partie aléatoire du bruit, et des filtres de différences propres à chaque série pour mieux apprécier les effets en valeur (série brute) des effets en variations (série différenciée).

FORME GÉNÉRALE DES MODÈLES (ARMAX)

$$F(B)\phi(B)\left[F_y(B)\phi_y(B)Y(t) - \sum_{j=1}^{j=k} F_z^j(B)\phi_z^j(B)Z^j(t)\right] = \mu + \theta(B)a(t)$$

$F(B)$, $F_y(B)$, $F_z^j(B)$ sont des filtres de différences

$\phi(B)$, $\phi_y(B)$, $\phi_z^j(B)$, $\theta(B)$ sont des polynômes en B

μ est une constante.

La structure (produits de facteurs), la saisie des coefficients, les options (coefficients fixes ou à estimer), des polynômes en B sont définies dans la notice d'utilisation qui suit.

II - NOTICE D'UTILISATION

L'entrée dans le module se fait par l'appel de la fonction:

Modélisation ARMAX: Transfert, Interventions

Le menu propose d'une part des outils pour la modélisation des modèles de transfert ou les modèles d'intervention, et d'autre part des utilitaires, ces derniers sont identiques à ceux du menu de prétraitement de MANDRAKE. Six fonctions sont proposées:

- Estimation ■ Evaluation
- Prévision
- Consultation de résumés d'évaluation
- Graphe d'une série (haute résolution)
- Graphe de plusieurs séries
- Construction de séries par des expressions arithmétiques

MODELES TRAITES

NOTATIONS - FORME GÉNÉRALE

Soit n le nombre d'observations des séries étudiées (longueur d'un intervalle d'observations commun à la variable à expliquer et aux variables explicatives)

Soit k le nombre de variables explicatives (maximum 15)

La série des observations de la variable à modéliser est désignée par (y_t) , $t=1, \dots, n$

La série des observations de la $j^{\text{ème}}$ variable explicative est notée (z_t^j) , $t=1, \dots, n$

La forme générale des modèles traités par MANDRAKE est:

$$F(B)\Phi(B) \left[F_y(B)\Phi_y(B)y_t - \sum_{j=1}^{j=k} F_z^j(B)\Phi_z^j(B)z_t^j \right] = \mu + \theta(B)a_t$$

où

▷ les polynômes $F(B)$, F_y , F_z^j sont des filtres de différences optionnels; $F(B)$ est un filtre commun à toutes les séries et les autres filtres sont propres à chaque série. Chaque filtre se décompose en produit de différences d'ordre 1 ou d'ordre plus élevé (différences saisonnières). La forme générale pour un tel filtre est:

$$\prod_{i=1}^{i=f} (I - B^{S^i}) \quad \text{le maximum pour } f \text{ est } 4$$

▷ les polynômes $\Phi(B)$, Φ_y , Φ_z^j sont des polynômes (polynômes autorégressifs) optionnels; $\Phi(B)$ est un polynôme commun à toutes les séries et les autres sont propres à chaque série. Chaque polynôme se décompose en produit de *facteurs*; chaque facteur peut être fixe ou variable (lors de l'estimation les coefficients des facteurs fixes sont contraints aux valeurs données, ceux des facteurs variables sont calculés par la procédure d'estimation). La forme générale d'un facteur est:

$$\varphi_0 I - \sum_{i=1}^{i=p} \varphi_i B^i \quad \text{le maximum pour } p \text{ est } 25$$

Le nombre maximum de facteurs pour un polynôme est 4.

Les coefficients φ_0 du polynôme global Φ et du polynôme Φ_y sont fixés à 1.

▷ μ est une constante: trois possibilités sont offertes:

- . fixée
- . déduite de la moyenne des séries et des coefficients des polynômes autorégressifs (dans ce cas l'estimation se fait à partir des séries centrées).
- . estimée comme les autres paramètres du modèle

▷ a_t représente les résidus du modèle

▷ θ est le polynôme moyenne mobile; comme les polynômes autorégressifs, il peut être écrit sous forme d'un produit de facteurs fixes ou variables. Le paramètre θ_0 est fixé à 1.

FICHER MODÈLE

Le fichier modèle est un fichier ASCII qui regroupe les différents éléments du modèle: noms des séries, filtres, polynômes avec les options choisies (facteurs fixes ou variables), la constante du modèle et l'option choisie pour l'estimation de cette constante. La saisie ou la modification d'un fichier modèle se fait dans le cadre du module "estimation-évaluation", les affichages et les saisies se font en écrivant les facteurs sous forme de polynômes en B (notation usuelle); ainsi il n'y a pas d'ambiguïté sur les signes des coefficients une fois que les conventions au niveau du modèle général sont connues.

Le suffixe utilisé pour ces fichiers est ".ARX".

REMARQUE

Bien qu'un modèle ARIMA soit un cas particulier de modèle ARMAX, il faut noter que les fichiers de modèle ARIMA (suffixe ".IDF") ne sont pas des cas particulier de fichiers ".ARX"; ces derniers doivent contenir des noms de séries, et de plus la représentation (produit de facteurs fixes ou variables) est différente de celle des modules ARIMA de MANDRAKE. La procédure d'estimation ARMAX peut naturellement être appliquée à un ARIMA entré comme un ARMAX, mais il faut savoir que l'estimation des paramètres sera plus grossière qu'avec la procédure d'estimation fine ARIMA.

ESTIMATION - EVALUATION

DIALOGUE INITIAL

MANDRAKE demande le *nom du répertoire* où se trouve la série à étudier et les modèles éventuels; c'est également dans ce répertoire que seront rangés les différents résultats de l'estimation et de l'évaluation

MANDRAKE demande ensuite le nom du modèle. Deux cas se présentent suivant que le fichier modèle existe ou non: dans le premier cas il s'agira d'une reprise avec possibilité de modification, dans le second d'une saisie d'un nouveau modèle. Une description détaillée de la saisie et de la correction d'un modèle est donnée dans un paragraphe particulier à la fin de ce chapitre.

Dans le cas d'une estimation il s'agit d'un point de départ, il est nécessaire de définir la structure mais les valeurs des paramètres à estimer peuvent être initialisées à zéro.

SAISIE D'UN NOUVEAU MODÈLE

Après une demande de confirmation "Création O/N", MANDRAKE demande le nom du fichier contenant la *série à modéliser* (variable à expliquer), une réponse vide provoque l'abandon de la création du modèle. Ensuite MANDRAKE demande les noms des *variables explicatives*; cette énumération se termine lorsque le nom entré est vide.

On passe ensuite à la saisie des polynômes du modèle.

REPRISE / MODIFICATION D'UN MODÈLE

MANDRAKE affiche le nom, le libellé de la variable à modéliser ainsi que l'intervalle des observations disponibles, puis présente ces mêmes informations pour chacune des variables explicatives du modèle.

Ensuite la modification des noms des variables explicatives est proposée "Modification O/N". En cas de réponse affirmative, MANDRAKE reprend chaque variable de la liste et bascule en saisie: répondre "O" pour conserver la variable (réponse par défaut) ou "N" pour supprimer la variable. Une fois la liste épuisée, MANDRAKE propose l'introduction de nouvelles variables; une réponse vide signalera au programme la fin de la liste des variables nouvelles.

Ensuite MANDRAKE affiche les polynômes du modèle actuel, puis si l'utilisateur le souhaite (question "Validation O/N"), on passe à la "saisie/modification" des polynômes du modèle.

TRONÇON - TRAITEMENTS PRÉLIMINAIRES

Une fois le modèle validé, un nom de fichier est demandé pour conserver ce modèle (sauf dans le cas de la reprise d'un modèle sans aucune modification).

MANDRAKE demande alors l'*intervalle d'observations* à prendre en compte pour les calculs.

MANDRAKE affiche ensuite la *moyenne*, la *variance* et l'*écart-type* des séries brutes et, sur l'écran suivant, les mêmes statistiques pour les séries filtrées par les *opérateurs de différentiation* et les *polynômes fixes* éventuels.

Enfin MANDRAKE demande si l'*estimation* est souhaitée (question Estimation O/N); en cas de réponse négative, MANDRAKE se branche directement au niveau du *calcul des résidus* et de l'*évaluation*.

ESTIMATION

Il s'agit d'une estimation par la méthode des *moindres carrés conditionnels*; la minimisation est effectuée à l'aide de l'algorithme de GAUSS-NEWTON.

Attention il s'agit d'un calcul long!

MANDRAKE demande des valeurs pour les paramètres qui sont utilisés comme *critères d'arrêt* par l'algorithme de maximisation.

Dans cet écran de saisie il est toujours proposé des valeurs par défaut.

Pour obtenir une estimation plus rigoureuse, il peut être utile d'augmenter les nombres d'itérations proposés par défaut et de diminuer les seuils correspondant aux critères d'arrêt.

Remarquer qu'il est facile de faire l'estimation en plusieurs étapes, en la relançant à partir du dernier modèle estimé par reprise d'un modèle existant.

Une fois la saisie terminée, l'estimation commence.

Des messages sont affichés au cours du calcul:

- ▷ itérations de l'algorithme de maximisation:
 - . numéro de l'itération
 - . valeur de la fonction objectif (variance des résidus)

- ▷ comment se termine l'algorithme de maximisation

Une fois la maximisation achevée MANDRAKE enchaîne automatiquement une évaluation rapide.

RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION "RAPIDE"

On parvient en ce point, soit à la suite de l'estimation, soit directement lorsqu'on a demandé une évaluation simple.

Quelques résultats sur les performances du modèle sont affichés:

▷ *part de variance expliquée* par rapport à la série filtrée par les polynômes fixes:

$$\frac{\sum_{t=1}^{t=n} \hat{a}_t^2}{\sum_{t=1}^{t=n} (y_t - \bar{y})^2}$$

où

n est la longueur de la série (filtrée)

y_t est la série (filtrée)

\bar{y} est la moyenne de la série (filtrée)

\hat{a}_t est la série des résidus estimés

▷ *écart-type résiduel*:

$$\sqrt{\frac{1}{n-k} \sum_{t=k+1}^{t=n} \hat{a}_t^2}$$

où k est le plus grand degré des polynômes autorégressifs variables (le calcul des résidus commence k points après le début des séries éventuellement filtrées).

▷ *autocorrélations des résidus significatives*:

MANDRAKE affiche le rang et la valeur des premières autocorrélations significativement différentes de 0 au seuil de 95% (s'il y en a plus de 5, il affiche les rangs des 5 premières puis "..."). MANDRAKE examine au plus $n/3$ autocorrélations.

▷ test de *stationnarité en variance*:

MANDRAKE découpe la série en trois tronçons égaux de longueur $n/3$ et il calcule le rapport des variances des deux tronçons extrêmes (dans le sens où le résultat est > 1); cette statistique suit une loi de Fisher-Snedecor $F(n/3, n/3)$ sous l'hypothèse de stationnarité en variance.

▷ test d'*indépendance des résidus* basé sur l'étude des séquences de même signe: la statistique calculée suit une loi de Gauss $N(0,1)$ sous l'hypothèse d'indépendance.

Ces résultats pourront être revus et imprimés dans la suite du traitement, avec le modèle final et les écarts-types des coefficients.

Ensuite MANDRAKE enchaîne la fonction d'évaluation complète. On entre alors dans le sous-menu d'analyse des résidus.

SOUS-MENU D'ANALYSE DES RÉSIDUS

Ce sous-menu comporte les rubriques suivantes:

■ visualisation du *résumé d'évaluation*: Il s'agit des résultats de l'évaluation "rapide"; si on atteint ce sous-menu par la fonction d'estimation on dispose des écarts-types des estimateurs des coefficients. Pour le polynôme autorégressif global, le polynôme autorégressif de la variable à expliquer, et le polynôme moyenne mobile, un contrôle des racines est effectué (ces dernières doivent être extérieures au disque unité); en cas de problème, le message *non admissible* est affiché à côté du polynôme.

■ représentation graphique des résidus.

■ examen des *autocorrélations des résidus*.

■ examen des *autocorrélations croisées résidus-variables explicatives*.

■ calcul des racines des différents polynômes du modèle.

■ conservation de résultats: modèle estimé, série des résidus et résumé d'évaluation.

PREVISION

DIALOGUE INITIAL

MANDRAKE demande le *nom du répertoire* où se trouve la série à étudier, les variables explicatives et les modèles; c'est également dans ce répertoire que les séries prévues pourront être rangées.

MANDRAKE demande ensuite le nom du modèle: le fichier modèle doit exister et il n'est pas possible de modifier le modèle au niveau de la procédure de prévision (pour le modifier il faut passer préalablement par la fonction "estimation-évaluation").

Enfin l'utilisateur est invité à entrer l'*intervalle d'observations*: cet intervalle sera utilisé pour le *calcul des résidus*; des prévisions au delà de cet instant pourront être calculées si les valeurs des variables explicatives sont disponibles.

BOUCLE DE PRÉVISION

Ici MANDRAKE entre dans une boucle:

- saisie de l'intervalle des observations pour le calcul de la prévision:

- ▷ de l'*indice de début de la prévision* (l'indice affiché en clignotant est l'indice de fin du tronçon augmenté de 1; c'est l'indice maximum d'où peut partir une prévision.

- ▷ de la longueur de la prévision.

- calcul et affichage graphique de la série observée et de la prévision (cadrage variable, curseur, affichage des écarts absolus série prévue-série observée)

- affichage des valeurs numériques de la série observée et de la prévision avec écarts absolus et relatifs (pour les instants où les deux séries sont disponibles)

- sauvegarde optionnelle de la série prévue.

CONSULTATION DE RESUMES D'EVALUATION

Les résumés d'évaluation de modèles d'un même répertoire peuvent être consultés à l'écran ou imprimés.

SAISIE / MODIFICATION DES POLYNOMES D'UN MODELE

Lorsque l'on parvient au niveau de la saisie/modification des polynômes d'un modèle, la liste des séries qui interviennent est fixée. La saisie/modification permettra de définir ou de modifier les filtres de différences, les facteurs (nombre de facteurs présents, degrés, coefficients) ainsi que les options pour l'estimation (facteur fixe ou variable). C'est également à ce niveau que l'on choisit le traitement du terme constant.

L'ordre dans lequel les informations sont demandées est le suivant:

- ▷ Filtre global $F(B)$

- ▷ Polynômes propres à y_t : $F_y(B)$ et facteurs de $\Phi_y(B)$.

- ▷ Polynômes propres à chaque z_t^j : $F_z^j(B)$ et $\Phi_z^j(B)$; l'ordre d'apparition des variables explicatives est celui avec lequel elles ont été introduites.

- ▷ Polynôme moyenne mobile: facteurs de θ .

- ▷ Constante du modèle.

PREMIÈRE SAISIE

Le programme affiche en vidéo inverse "* Filtre" pour indiquer qu'il attend la définition des facteurs globaux.

▷ différences: filtre F(B). MANDRAKE affiche la lettre D puis bascule en saisie taper RETURN si on ne veut pas de différence sinon entrer l'ordre de la première différence puis RETURN. MANDRAKE attend alors une seconde différence; entrer directement RETURN si il n'y a pas de seconde différence, sinon l'ordre de cette différence puis RETURN ... et ainsi de suite si on veut plus de deux différences (quatre différences au maximum).

▷ Facteurs du polynôme $\Phi(B)$. MANDRAKE demande d'abord s'il s'agit d'un facteur fixe ou variable; il propose l'option "facteur variable" en affichant la lettre V en clignotant. Taper RETURN pour sélectionner cette option, sinon taper F puis RETURN. MANDRAKE demande ensuite l'expression de ce facteur sous forme d'un polynôme en B (opérateur retard), il bascule en mode de saisie de ligne (saisie de l'expression sur une ou deux lignes, comme pour les expressions arithmétiques). Il propose comme valeur initiale pour le premier facteur un polynôme réduit à l'opérateur identité I; taper alors l'expression du facteur. Les symboles autorisés sont les nombres, le signe +, le signe - et les opérateurs B et I.

Exemples:

I-0.5B

facteur d'ordre 1, coefficient initialisé à 0.5

I+0B3+0B12

facteur de degré 12, deux paramètres (degrés 3 et 12) initialisés à zéro, les autres coefficients sont contraints à zéro.

REMARQUES:

Si on ne veut pas de facteur il faut taper **ESCAPE** au niveau de la saisie de l'option "fixe" ou "variable".

Implicitement **MANDRAKE** propose un seul facteur; une fois ce facteur saisi, la sonnette retentit et le curseur clignote. Si on ne veut pas d'autre facteur entrer **RETURN**, sinon entrer **CTRL N**, **MANDRAKE** propose alors un autre facteur, et ainsi de suite (quatre facteurs au maximum).

Lors de la saisie d'un facteur, des touches d'éditations sont prévues pour corriger le polynôme, la procédure est la même que celle des expressions arithmétiques; on se reportera au chapitre III pour une description détaillée.

MANDRAKE demande maintenant le filtre et les facteurs pour la variable à expliquer: filtre $F_y(B)$ et polynôme $\Phi_y(B)$. La procédure est la même que pour la saisie du filtre et du polynôme global. Cette phase est annoncée par l'affichage du nom de la série en vidéo inverse.

Un dialogue de même type est ensuite repris pour chaque variable explicative, chaque variable est annoncée par le nom de la série en vidéo inverse. Noter que la valeur proposée implicitement pour chaque facteur est "0.00I" (au lieu de "I") car le coefficient de degré 0 n'est pas contraint à la valeur 1.

Une fois la liste des variables explicatives épuisée, on passe au polynôme moyenne mobile. Cette phase est annoncée par le mot "* Résidus" en vidéo inverse. La procédure est identique à celle qui a été décrite pour les facteurs du polynôme autorégressif global.

On passe ensuite à la définition de la constante. Cette étape est annoncée par le texte "* Constante" en vidéo inverse. On commence par l'option: l'option implicite est M (déduite des moyennes arithmétiques), ce choix est proposé en clignotant; taper RETURN pour l'accepter, ou bien taper le code d'une des deux autres possibilités puis RETURN (F pour une valeur fixe, V pour une estimation). Pour ces deux dernières options une valeur est demandée (valeur initiale pour l'option "estimée").

Après cette étape une validation globale de l'ensemble des filtres et polynômes du modèle est demandée. En cas de non validation on passe dans la procédure de modification.

MODIFICATIONS

La procédure de modification est similaire à la procédure de saisie initiale. Au lieu des valeurs implicites de la saisie initiale MANDRAKE proposera ce qui a été précédemment entré. L'utilisateur pourra soit valider en appuyant sur la touche RETURN, soit corriger. Si on frappe toujours RETURN le modèle restera inchangé.

Nous rappelons ci dessous le rôle des différentes touches durant la saisie:

Saisie, contrôle et correction d'un facteur

Afin de pouvoir aisément corriger un facteur erroné, MANDRAKE donne, au niveau de la ligne contenant un facteur(en pratique une longue ligne qui peut se replier sur 2 lignes d'écran) , des fonctions classiques d'édition de texte via des touches (dites d'édition):

→ ou CONTROL D : avance d'un caractère
← ou CONTROL S : recul " "

CONTROL F : positionnement en fin de ligne
CONTROL A : positionnement en début de ligne
CONTROL G : suppression du caractère sous le curseur
BACKSPACE : suppression du caractère à gauche du curseur
CONTROL T : remise à blanc de la ligne
CONTROL V : bascule "mode insertion" ↔ "mode remplacement"

Le mode courant est affiché en bas de l'écran; en mode insertion un caractère tapé est ajouté à la ligne, en mode remplacement un caractère tapé remplace le caractère qui se trouvait au niveau du curseur.

MANDRAKE analyse l'expression de gauche à droite et donne un message dès qu'une anomalie est détectée, la position du curseur matérialise le niveau où MANDRAKE a détecté l'erreur, l'utilisateur peut alors corriger son expression.

Suppression d'une différence:

taper ESC lorsque l'entier correspondant à l'ordre de la différence s'affiche en clignotant.

Suppression d'un facteur:

taper ESC lorsque l'option d'estimation (F ou V)s'affiche en clignotant.

Ajout d'une différence

entrer la valeur de l'ordre après avoir validé (par RETURN) ou supprimé (par ESCAPE) les différences précédentes.

Ajout d'un facteur

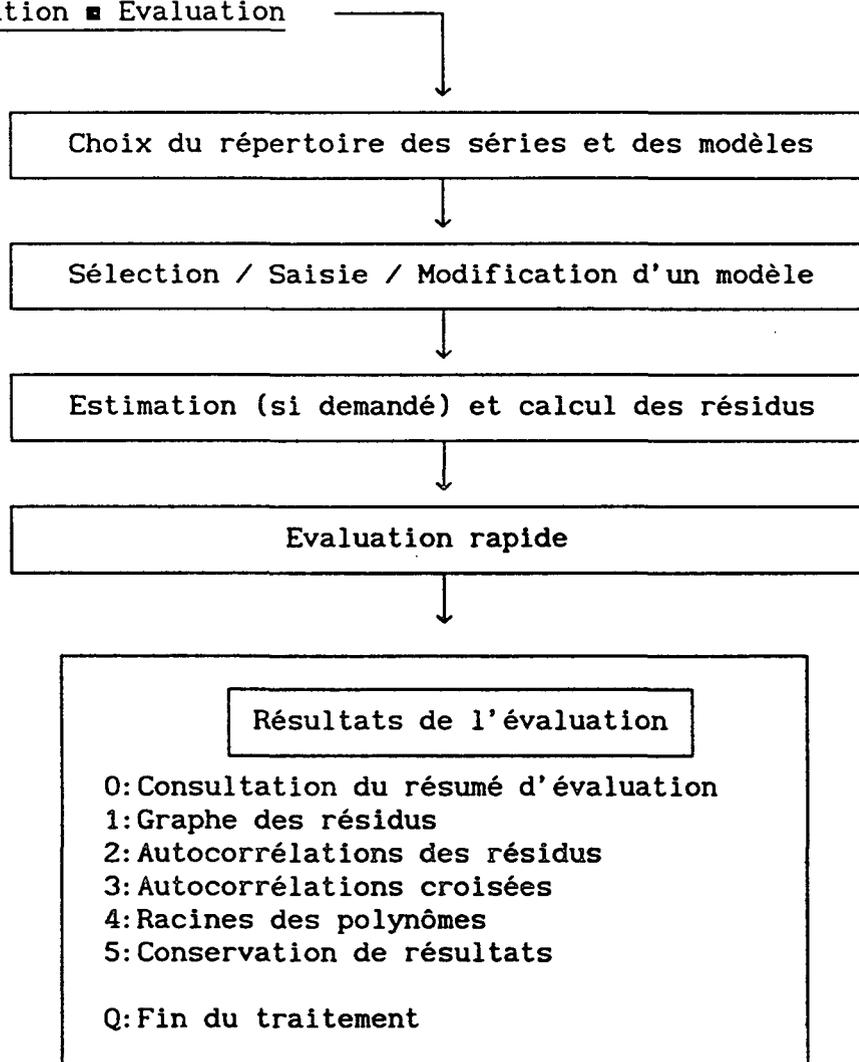
après avoir validé (par RETURN) ou supprimé (par ESCAPE) les facteurs précédents, entrer CTRL N (MANDRAKE signale l'épuisement de la liste des facteurs précédemment entrés par un coup de sonnette.

MODELISATION ARMAX: TRANSFERT & INTERVENTIONS
RUBRIQUES ET SOUS-MENUS

Modélisation ARMAX: Transfert, Interventions

- 1 : Estimation ■ Evaluation
- 2 : Prévision
- 3 : Consultation des modèles (estimés, évalués)
- 4 : Graphe d'une série (haute résolution)
- 5 : Graphe de plusieurs séries
- 6 : Génération de séries par des expressions arithmétiques
- H : Aide à l'utilisateur
- S : Commande MS/DOS
- Q : Fin du traitement, retour au menu principal (prétraitements)

1: Estimation ■ Evaluation



III - GENERATION DE SERIES PAR DES EXPRESSIONS ARITHMETIQUES

On peut créer des séries, en combinant des séries existantes et des constantes, par des expressions formées à l'aide d'opérateurs arithmétiques usuels, d'opérateurs de relation et d'opérateurs logiques (zéro est considéré comme "faux" et toute valeur non nulle comme "vrai"), de fonctions mathématiques classiques, d'opérateurs "retard" et "avance".

OPÉRATEURS ARITHMÉTIQUES

+ : addition
- : soustraction, changement de signe
* : multiplication
/ : division
÷ : division entière (ALT 246)
% : reste de la division entière
^ : élévation à la puissance

La puissance est toujours traitée comme élévation à une puissance réelle:

$$a^b = \exp(\ln(a)*b)$$

(le paramètre a doit donc être positif)

Les opérateurs ÷ et % (qui attendent des opérands entières) effectuent préalablement un arrondi de leurs opérands.

Les priorités entre ces opérateurs sont les priorités usuelles dans les langages de programmation, ces priorités sont données ci-dessous dans l'ordre décroissant:

^
* / ÷ %
+ -

En cas d'égale priorité on commence par l'opérateur le plus à gauche dans l'expression. On peut naturellement utiliser des parenthèses pour définir l'ordre d'exécution des opérations.

OPÉRATEURS DE RELATION

< : inférieur
≤ : inférieur ou égal (ALT 243)
= : égal
≠ : différent de
≥ : supérieur ou égal (ALT 242)
> : supérieur

Ces opérateurs ont même priorité, cette priorité est inférieure à celle des opérateurs arithmétiques.

Le résultat d'une opération de relation est toujours 1 si la relation est satisfaite, zéro sinon.

OPÉRATEURS LOGIQUES

! : négation
& : et (conjonction)
| : ou (inclusif)

Ces opérateurs ont été énumérés par priorité décroissante, tous ont une priorité inférieure à celle des opérateurs arithmétiques et à celle des opérateurs de relation.

Toute valeur non nulle est considérée comme représentant la valeur logique "vrai", zéro représente la valeur logique "faux"; le résultat sera toujours zéro ou 1.

REMARQUE: CONSTRUCTION DE VARIABLES INDICATRICES

Les opérateurs de relation, les opérateurs logiques et les opérations arithmétiques sur les nombres entiers sont utiles pour la construction de variables indicatrices; dans les exemples donnés ci-dessous, T représente la série des numéros des observations (nom réservé, cette série est construite automatiquement):

T = 14	vaut 1 si T=14, 0 sinon
T ≥ 14	vaut 1 si T≥14, 0 sinon
T ≥ 14 & T ≤ 25	vaut 1 si 14≤T≤25, 0 sinon

Il est également possible de construire des indicatrices périodiques, par exemple dans le cas mensuel on construira une variable M donnant le numéro du mois par:

$(T - 1) \% 12 + 1$ vaut {1,2 ... 12,1,2 ... }

puis les indicatrices de mois par:

M = 1	indicatrice du mois 1 ...
M = 12	indicatrice du mois 12

FONCTIONS MATHÉMATIQUES

L'appel à une fonction se fait en écrivant:

fonction (expression)

Liste des fonctions disponibles:

abs	:	valeur absolue
ln	:	logarithme népérien
exp	:	exponentielle
sin	:	sinus
cos	:	cosinus
arctan	:	arc tangente
sqr	:	carré
sqrt	:	racine carrée

OPÉRATEURS DE DÉCALAGE TEMPOREL

: opérateur retard
@ : opérateur avance

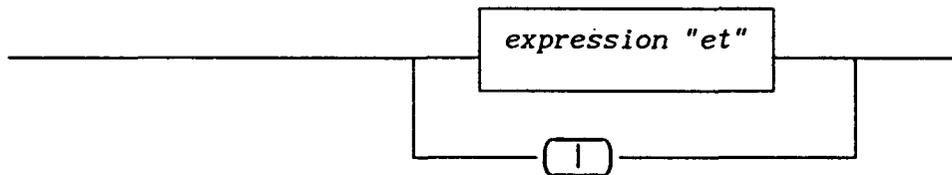
Ces opérateurs sont traités comme des suffixes à un nom de série, ainsi AIR#12 est par définition la série:

$$\text{AIR}\#12(t) = \text{AIR}(t-12)$$

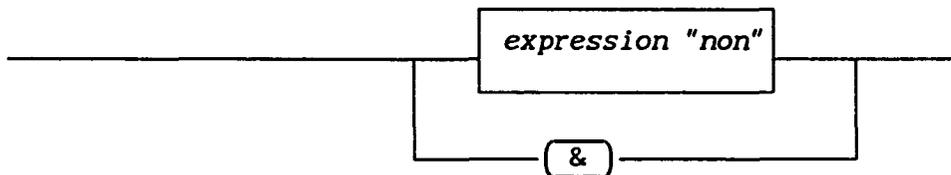
Il n'est pas possible de décaler le résultat d'une expression: par exemple (AIRFR+AIR)#12 est incorrect il faut écrire: AIRFR#12 + AIR#12.

On trouvera ci-dessous des diagrammes syntaxiques qui décrivent rigoureusement les écritures permises:

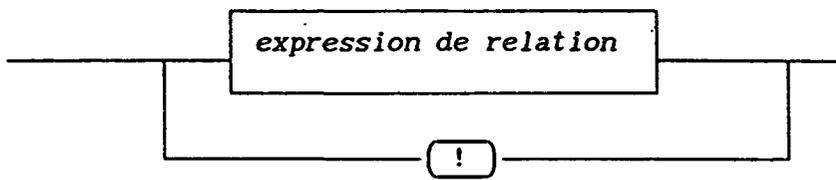
expression



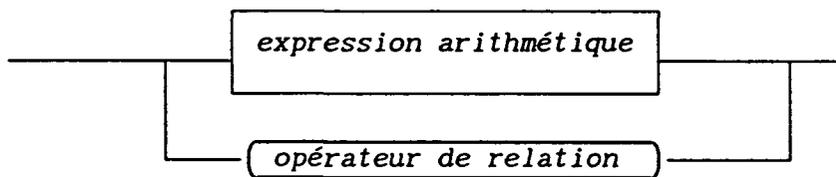
expression "et"



expression "non"

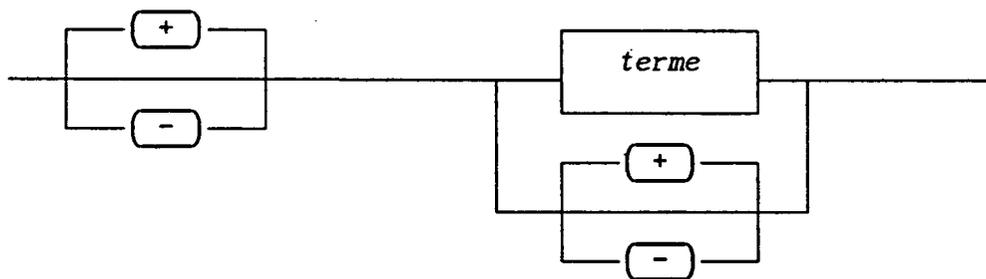


expression de relation

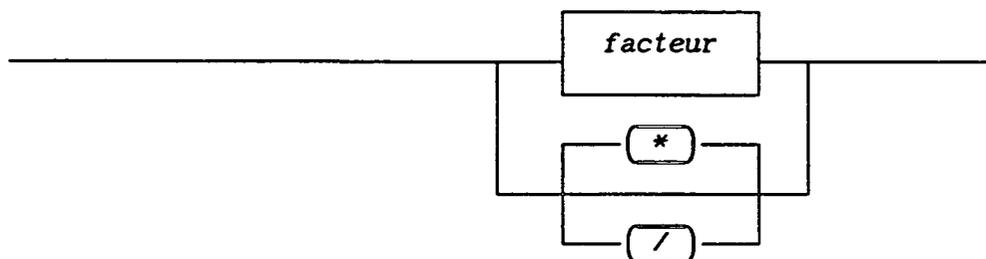


où opérateur de relation est soit: <, ≤, =, ≠, ≥, >

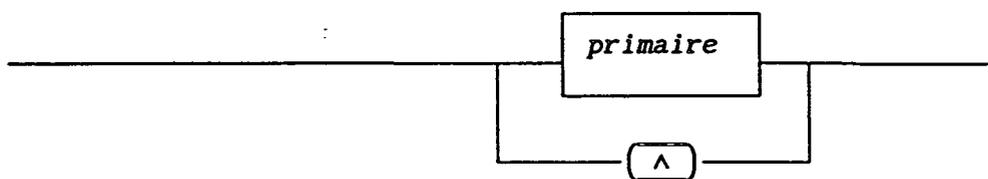
expression arithmétique



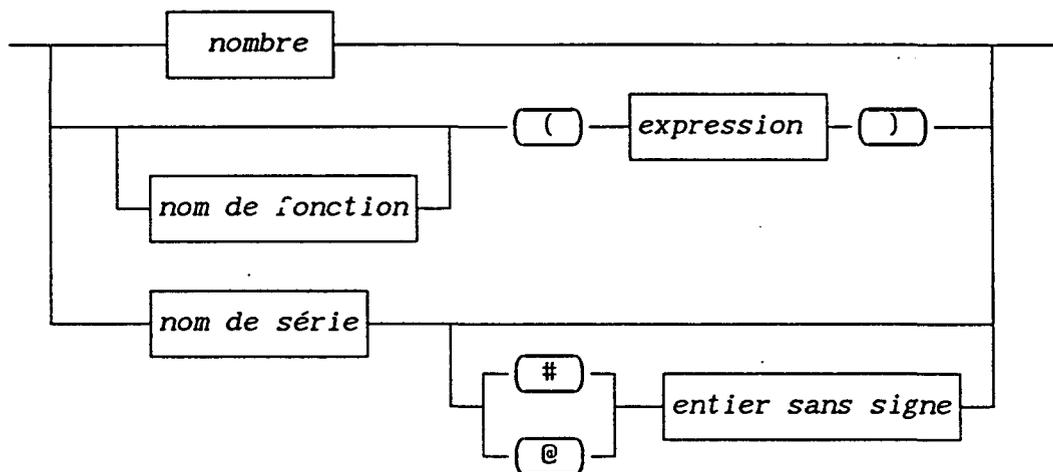
terme



facteur



primaire



SAISIE, CONTRÔLE ET CORRECTION D'UNE EXPRESSION

La saisie d'une expression est faite de façon plus compliquée que la saisie habituelle des chaînes de caractères. Afin de pouvoir aisément corriger une expression erronée, MANDRAKE donne, au niveau de la ligne contenant l'expression, des fonctions classiques d'édition de texte via des touches (dites de fonction):

→ ou CONTROL D : avance d'un caractère

← ou CONTROL S : recul " "

CONTROL F : positionnement en fin de ligne

CONTROL A : positionnement en début de ligne

CONTROL G : suppression du caractère sous le curseur

BACKSPACE : suppression du caractère à gauche du curseur

CONTROL T : remise à blanc de la ligne

CONTROL V : bascule "mode insertion" ↔ "mode remplacement"

Le mode courant est affiché en bas de l'écran; en mode insertion un caractère tapé est ajouté à la ligne, en mode remplacement un caractère tapé remplace le caractère qui se trouvait au niveau du curseur.

La longueur d'une expression est limitée à deux lignes.

DÉTECTION DES ERREURS

MANDRAKE analyse l'expression de gauche à droite et donne un message dès qu'une anomalie est détectée, la position du curseur matérialise le niveau où MANDRAKE a détecté l'erreur, l'utilisateur peut alors corriger son expression.

IV - DESCRIPTION ET UTILISATION DU PROGRAMME CALEND

BUT DU PROGRAMME

CALEND est un outil pour construire des séries mensuelles ou hebdomadaires déduites de phénomènes journaliers. Les événements peuvent être liés au calendrier (jours fériés, week end, ...) ou bien correspondre à des "chocs" pour une ou plusieurs séries (hausses tarifaires, froid exceptionnel, ...)

Les résultats sont des séries mensuelles ou hebdomadaires où les effets journaliers sont agrégés au niveau de chaque mois ou semaine. On peut obtenir deux types de séries:

- ▷ nombre de jours affectés d'un coefficient (poids sous forme symbolique): dans ce cas il y a une série par coefficient.

- ▷ série globale de poids (obtenue après affectation de valeurs numériques aux coefficients).

REMARQUES GENERALES

CALEND est écrit à l'aide du gestionnaire de fichiers FOXBASE+; la structure des fichiers, l'enchaînement des programmes et les sources des programmes sont donnés dans ce document, en annexe.

Pour l'utilisateur familiarisé avec FOXBASE+ il est aisé de consulter dans le détail les fichiers construits au cours du traitement et d'obtenir des sorties imprimées dans une présentation différente de celle qui est proposée dans les menus.

LANCEMENT DU PROGRAMME

On suppose ici que FOXBASE+ est installé dans le répertoire FOX du disque C et que l'application CALEND est installée dans le répertoire CAL du disque D. Un fichier batch "FOXBASE.BAT" pour lancer une application Foxbase est donné ci-dessous:

```
PATH C:\FOX;C:\DOS;C:\
APPEND C:\FOX
FOXPLUS %1%
FOXPLUS %1%
```

Une fois un tel fichier batch créé dans le répertoire racine du disque C, il suffira pour lancer l'application calendrier d'entrer:

```
C\>d:
D\>cd cal
D\CAL>foxbase calend
```

L'utilisateur pourra adapter l'exemple présenté en remplaçant éventuellement les noms de disques et de répertoire. On a supposé ici que la version de MS/DOS est au moins la version 3.2 (existence de la commande APPEND).

LA PROCEDURE DE CONSTRUCTION DES SERIES

La procédure de construction est divisée en différentes étapes qui correspondent aux différentes lignes du menu principal, à chaque étape on progresse vers une spécialisation du traitement en vue de la prise en compte des phénomènes affectant une série; la première étape peut être commune à de nombreuses séries.

LE MENU PRINCIPAL

L'écran de sélection est présenté ci-dessous:

CONSTRUCTION DE VARIABLES CALENDAIRES

EVENEMENTS CALENDAIRES: DEFINITION ET CODAGE

- 1: Saisie des événements calendaires
- 2: Classification des événements calendaires
- 3: Construction du calendrier
- 4: Définition des voisinages journaliers
- 5: Saisie des coefficients des configurations

O: OPTION MENSUELLE OU HEBDOMADAIRE POUR LA GENERATION DES SERIES

- 6: Construction du fichier mensuel/hebdomadaire
- 7: Séries mensuelles/hebdomadaires par coefficient
- 8: Attribution de valeurs aux coefficients
- 9: Construction de la série des poids des mois/semaines

E: SOUS MENU DES EDITIONS

F: Retour à FOXBASE

Q: Retour à MS/DOS

UNE SESSION TYPIQUE

ETAPE 1 - SAISIE DES JOURS PERTURBÉS

Cette étape est sélectionnée par le choix n° 1 au niveau du menu principal. Des modifications à ce niveau doivent être répercutées sur toutes les étapes suivantes (par un nouveau parcours de ces étapes).

Une fois ce choix effectué, CALEND présente un sous menu (disposé horizontalement). On donne ci-dessous l'état de l'écran quand on vient de sélectionner la première rubrique "entrée d'événements de date fixe" pour la période 1980 à 1990 et que l'on est entrain d'entrer l'événement "fête du travail".

CONSTRUCTION DU FICHER DES JOURS SPECIAUX	
Année de début	80
Année de fin	90
Nom de l'événement	FETE DU TRAVAIL
Jour 01	Mois 05
11 événements ajoutés	Validation (O/N)? O
1:evt fixes 2:evt mobiles 3:evt mob deduc 4:evt isol 5:visu,modif Fin	
événements annuels de date fixe dans l'année	

Les autres choix du menu permettent d'entrer:

- ▷ des fêtes mobiles comme Pâques
- ▷ des fêtes mobiles mais à distance fixe d'une autre fête déjà saisie (comme l'Ascension).
- ▷ la saisie d'événements exceptionnels
- ▷ la visualisation et la correction du fichier des événements

ETAPE 2 - CLASSIFICATION DES JOURS PERTURBÉS

Le programme établit une liste des noms des événements et demande l'affectation d'un code de classe pour chaque type d'événement. On donnera le même code (c'est à dire on placera dans la même classe) des phénomènes qui ont le même effet sur les séries étudiées.

Cette saisie a lieu en mode plein écran grâce à la fonction "BROWSE" de Foxbase+. Les touches d'édition sont expliquées dans un cadre en haut de l'écran.

CURSEUR <-- -->	HAUT	BAS	EFFACE	Mode insertion: Ins
Carac.: Del	Sortie:	^End		
Mot: Home End	Page: PgUp	PgDn	Champ: ^Y	Abandon: Esc
Fenêtre: ^^	Aide: F1		Enreg.: ^U	Menu: : ^Home

NOM-----	CLASSE
ARMISTICE 18	f
ARMISTICE 45	f
ASCENSION	m
ASSOMPTION	F
FETE DU TRAVAIL	f
FETE NATIONALE	F
JOUR DE L'AN	F
NOEL	F
PAQUES	m
PENTECOTE	m
TOUSSAINT	f

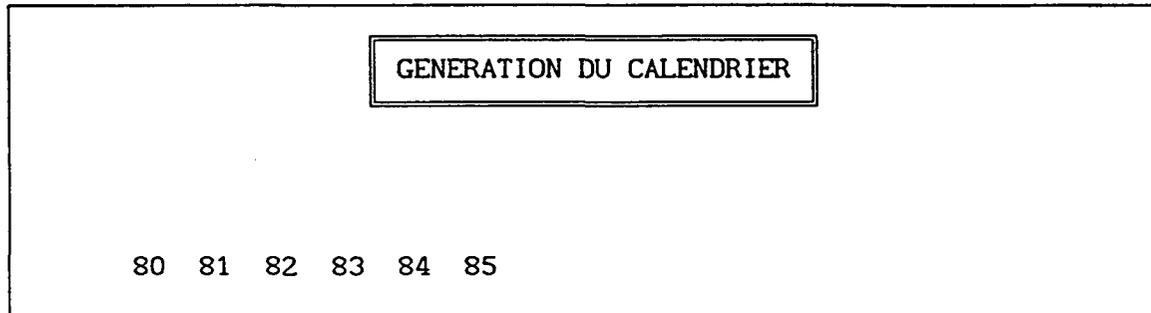
BROWSE <A:> LEVT Enr: 4/11 Num

Visualisation et édition des champs.

Ici on a codé "F" pour les grandes fêtes fixes, "f" pour les petites fêtes fixes et "m" pour les fêtes mobiles.

ETAPE 3 - CONSTRUCTION DU CALENDRIER

Cette étape n'est pas interactive et elle est relativement longue (construction d'un gros fichier). Pour faire patienter, CALEND fait part de sa progression en affichant l'année en cours de construction, comme indiqué sur l'écran ci-dessous:



ETAPE 4 - DÉFINITION DES VOISINAGES JOURNALIERS

Dans cette étape CALEND demande, pour chaque jour de la semaine, un intervalle: nombre de jours pouvant affecter le phénomène étudié qui précèdent et nombre de jours qui suivent ce jour particulier de la semaine.

On a représenté ci-dessous un choix dans lequel le dimanche n'est jamais influencé par les événements des jours voisins et où les autres jours peuvent être affectés par les événements ayant lieu jusqu'à deux jours avant et deux jours après.

Noter que l'intervalle maximum est [-5,+5]

DEFINITION DES VOISINAGES DES JOURS DE LA SEMAINE

JOUR	NB. J. AV.	NB. J. AP.
Dimanche	0	0
Lundi	2	2
Mardi	2	2
Mercredi	2	2
Jeudi	2	2
Vendredi	2	2
Samedi	2	2

Une fois les voisinages fixés, CALEND entre dans une phase assez longue et non interactive où il fait l'inventaire des cas de figure présents dans le calendrier; ces cas de figures sont appelés "configurations". Pour faire patienter, l'écran suivant s'affiche:

RECHERCHE DES DIFFERENTES CONFIGURATIONS

80 81 82 83

ETAPE 5 - SAISIE DES COEFFICIENTS DES CONFIGURATIONS

Après que pour chaque jour de la semaine les différentes configurations aient été répertoriées, CALEND demande d'affecter des coefficients (sous forme de noms) à ces configurations. On donnera le même nom à des configurations qui ont les mêmes répercussions sur le phénomène étudié. Les noms peuvent être formés avec un ou deux caractères, lettres ou chiffres.

Les écrans ci-dessous présentent différentes phases pour cette saisie qui se répète pour chaque jour de la semaine. Le premier écran demande comment CALEND doit effectuer une affectation par défaut pour les jours normaux et fériés, ce qui allège la saisie. Le second écran présente la saisie proprement dite pour le Mardi.

Premier écran:

DEFINITION DES COEFFICIENTS DES CONFIGURATIONS
Jour Mardi
Coef. par défaut si le jour est "normal" N
Coef. par défaut si le jour est "spécial" F
validation(O/N)? 0

Remarques:

Pour sortir de la boucle sur les jours de la semaine on entre "FF" comme nom de jour.

Pour modifier un jour donné on entre les deux premières lettres du nom du jour. Noter que les valeurs par défaut ne sont prises en compte que pour la première saisie, en modification, ce sont toujours les anciens noms entrés qui seront proposés par défaut.

Second écran:

Visualisation/Entrée/Modification des coefficients du Mardi (N , F)

Coef.	Dim	Lun	MAR	Mer	Jeu	Nb.	Oc.
N	489	
N	F	7	
N	f	7	
VF	.	.	.	F	.	5	
VF	.	.	.	f	.	5	
DF	.	.	F	.	.	7	
DF	.	.	f	.	.	8	
N	.	F	.	.	.	6	
N	.	f	.	.	.	4	
N	.	m	.	.	.	22	
N	F	.	.	.	.	6	
N	f	.	.	.	.	8	

validation(O/N)? 0

Ici on a distingué trois cas: "DF" pour fête fixes, "VF" pour veille de fête, "N" pour jour normal.

Remarque:

La saisie des noms des coefficients se fait en descendant l'écran, il n'est pas possible de remonter. Pour corriger un nom il faut répondre "N" à la question validation.

ETAPE 0 - CHOIX DE L'OPTION MENSUELLE OU HEBDOMADAIRE

Les étapes précédentes sont indépendantes d'un tel choix. On pourra faire un parcours à partir de ce point pour chacune de ces deux options si on est intéressé par les deux types de séries.

Pour le choix hebdomadaire, le jour de début de la semaine est demandé.

L'état de l'écran est présenté ci-dessous pour les deux cas.

OPTION MENSUELLE OU HEBDOMADAIRE POUR LE GENERATION DES SERIES

Traitement Mensuel (M) ou hebdomadaire (H) M

Pressez une touche pour continuer...

OPTION MENSUELLE OU HEBDOMADAIRE POUR LE GENERATION DES SERIES

Traitement Mensuel (M) ou hebdomadaire (H) H

Jour de début de la semaine: Vendredi

Pressez une touche pour continuer...

La suite de cette présentation ne détaille que le cas mensuel.

ETAPE 6 - CONSTRUCTION DU FICHIER MENSUEL

Cette étape n'est pas interactive. Elle est généralement moins longue que les autres phases et ne demande aucune intervention de l'utilisateur. CALEND affiche seulement le titre ci-dessous:

CONSTRUCTION DU FICHIER DES MOIS

Le fichier construit pourra naturellement être visualisé ou imprimé dans le cadre du menu des éditions.

ETAPE 7 - SÉRIE MENSUELLES PAR COEFFICIENT

Cette étape ne demande pas d'intervention de l'utilisateur. En sortie, les fichiers résultats (au format MANDRAKE) peuvent être affichés grâce à la commande "Type" de Foxbase ou de MS/DOS ou bien à l'aide d'un éditeur de texte. L'impression peut se faire avec la commande "Print" de MS/DOS par exemple.

On donne ci-dessous l'état de l'écran lorsqu'on utilise la commande "Type" de Foxbase (sélectionner l'option "Retour à Foxbase" pour pouvoir entrer cette commande, le message d'attente de commande de Foxbase est ".", on entrera "do calend" lorsqu'on voudra revenir à l'application CALEND).

```
. type s_n.ser

1                                     132
Nombre de jours avec coef N ( de 80/1 à 90/12 )
22  21  21  20  14  21  22  19  22  22  18  19
20  20  22  20  16  21  21  20  22  22  19  20
20  20  23  20  17  22  20  22  22  21  18  21
21  20  23  20  19  22  18  22  22  20  19  22
22  21  22  19  19  19  21  21  20  22  20  18
22  20  21  20  17  20  23  19  21  22  19  19
22  20  20  21  16  21  22  19  22  22  18  19
20  20  22  20  16  21  21  20  22  22  19  20
20  21  23  20  19  22  18  22  22  20  19  22
22  20  22  20  18  22  19  21  21  21  20  20
22  20  22  19  18  20  21  21  20  22  20  19

.
Mode interactif <A:>                                     Num

Enter a FoxBASE+ command.
```

ETAPE 8 - ATTRIBUTION DE VALEURS AUX COEFFICIENTS

Cette saisie est effectuée à l'aide de la commande "BROWSE" de Foxbase, en haut de l'écran est affiché un cadre dans lequel le rôle des différentes touches d'édition est rappelé.

On montre ci-dessous un tel écran, au niveau de la saisie de la valeur du coefficient P.

CURSEUR <-- -->	HAUT	BAS	EFFACE	Mode insertion: Ins
Carac.: Del	Sortie:	^End		
Mot: Home End	Page: PgUp	PgDn	Champ: ^Y	Abandon: Esc
Fenêtre: ^^	Aide: F1	Enreg.: ^U	Menu:	: ^Home

NC VALC-----	NBCONF		
DF	0.5000	16	
FM	0.6000	3	
N	1.0000	37	
P	0.0000	4	
S	0.2000	7	
SP	0.3000	5	
	VF	0.0000	10

BROWSE	<A:>COEFS	Enr: 3/6	Num
--------	-----------	----------	-----

Visualisation et édition des champs.

ETAPE 9 - CONSTRUCTION DE LA SÉRIE DES POIDS DES MOIS

Cette étape est non interactive, comme pour l'étape de construction des nombres de jours par mois on peut visualiser le résultat par la commande "Type".

LE MENU DES ÉDITIONS

Les fichiers en structure Foxbase peuvent être visualisés et édités à l'aide des fonctions proposées par ce menu:

VISUALISATION / IMPRESSION DES FICHIERS

- 1: Fichier des événements calendaires
- 2: Fichier des noms et classes des événements
- 3: Fichier des configurations
- 4: Fichier des coefficients
- 5: Fichier des mois/semaines
- F: Retour au menu principal

ETUDE D'UNE SERIE TRANSPORTS ROUTIERS DE MARCHANDISES

L'étude que nous allons mener est destinée à expliquer la méthode et les possibilités du logiciel sur un exemple concret. Bien que les prévisions obtenues soient de bonne qualité, elles ne sont calculées qu'à partir du seul passé de la série, en y ajoutant quelques éléments exogènes qui éclairent ce passé sans pour autant remplacer une analyse économique fine: conjoncture internationale, variation du PIB, hausse des prix, production industrielle, échanges extérieurs, productivité propre au secteur des transports routiers...

Néanmoins, les prévisions ne sont pas obtenues tout à fait à partir d'une "boite noire", comme un lissage exponentiel ou une désaisonnalisation habituelle, puisqu'elles sont construites à partir d'un modèle ARMAX qui intègre des effets de structure interne (mémoire à court terme et effets saisonniers), des effets calendaires spécifiques aux transports routiers (fêtes fixes ou mobiles, veilles de fêtes et ponts...) et d'autres encore plus localisés tels que des grèves, des périodes de froid.

Il serait facile d'y introduire des variables exogènes telles qu'on le fait généralement dans les modèles économétriques. Nous ne l'avons pas fait pour ne pas introduire des biais dus à des prévisions externes telles que celles de la production industrielle ou des conditions de la concurrence,... plus ou moins bien réussies. Ainsi nous avons pu tester sans ambiguïté des effets indiscutablement connus conformément au projet.

Dans ces conditions la modélisation et les prévisions obtenues dans le cadre de cette étude peuvent être considérées comme une étape initiale qui doit aider l'expert à quantifier des effets externes, connus mais généralement difficiles à évaluer.

LES EFFETS EXTERNES MODÉLISÉS

Ils sont de plusieurs types:

- 1 - Les effets calendaires construits à partir d'un profil type traduisant des effets spécifiques aux transports routiers. Dans chaque mois le nombre de dimanches et jours fériés, de samedis, de jours particuliers situés à l'intérieur d'un "pont" conduit à construire une suite de coefficients caractéristiques (qui seront estimés) dont la somme constitue un coefficient global qui peut modifier sensiblement la prévision.
- 2 - Des effets isolés tels que la grève de la SNCF de Décembre 1986 - Janvier 1987 qui a pu reporter une partie du trafic ferroviaire de marchandises sur le trafic routier.
- 3 - Des effets locaux (dits d'intervention) susceptibles d'introduire des effets sur plusieurs périodes successives, tels que la vague de froid de Janvier 1985 qui a réduit le trafic de Janvier mais dont une partie a été reportée sur le mois de Février.

Nous n'avons pas introduit de variables économétriques supplémentaires pour tester de façon plus claire les apports des trois types d'effets précédents lorsqu'ils sont correctement estimés. Le logiciel est naturellement prévu pour traiter ce type de variables. D'autres effets d'interventions tels que des hausses de tarif ont été étudiées sur d'autres séries (transport ferroviaire de voyageurs).

La modélisation de la série des transports routiers de marchandises a été construite avec les conseils des experts de l'OEST qui ont défini les effets à prendre en compte.

LES SÉRIES DÉFINISSANT LES EFFETS CALENDAIRES

Les séries retenues dans un premier temps sont:

- ST : nombre de jours (du mois)
- S_N : nombre de jours dits "normaux"
- S_DF : nombre de jours correspondant à un dimanche ou un jour férié fixe.
- S_FM : nombre de jours fêtes mobiles
- S_S : nombre de samedis
- S_VF : nombre de veilles de fête
- S_SP : nombre de samedis situés à l'intérieur d'un "pont"
- S_P : nombre de jours (autre que samedi) à l'intérieur d'un "pont"

Ces séries ont été construites avec le programme CALEND qui a été conçu pour donner un outil spécifique et facile à utiliser de façon interactive.

La série "ST" est naturellement la somme des sept autres; elle est utile pour normaliser les coefficients. En effet si on traite les effets des jours en terme de trafic en plus ou en moins il est indispensable de se référer à un jour moyen ou à un jour normal. Sous la forme additive nous retiendrons comme point de référence le jour "normal", d'où une contrainte sur son coefficient qui devra être fixé à 0. Dans ces conditions le coefficient de "ST" sera la partie de la constante dans le modèle qui mesure l'effet moyen d'un jour supplémentaire dans un mois.

On verra en fin d'étude que ce coefficient peut servir à construire des poids afin de traiter le modèle sous forme multiplicative.

Les hypothèses qui ont conduit à la construction de ces séries ont été élaborées par les experts de l'OEST. La construction des variables est décrite de façon détaillée avec la description de l'utilisation du programme CALEND.

LES SÉRIES DÉFINISSANT LES INTERVENTIONS

Quoiqu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'une intervention au sens courant du terme quand une grève de la SNCF provoque un report du trafic ferroviaire sur le trafic routier, l'effet est statistiquement analogue: un changement brusque localisé suivi éventuellement d'effets secondaires dont la structure temporelle n'est pas très longue, et dans certains cas peut être stable dans le temps. Une hausse de tarif, par exemple, peut se traduire par une augmentation précédant immédiatement le mois où elle a lieu (effet d'annonce) puis par une baisse suivie d'une reprise progressive.

Ici, dans le cas précis que nous traitons, on s'attend à une hausse du trafic local sur le mois où la grève a eu lieu et, de façon amortie, sur les deux suivants. Ceci nous conduit à l'introduction d'un "polynôme de retards", c'est à dire à une correction locale de la série initiale en Décembre 1986, Janvier et Février 1987. Malheureusement ce phénomène va se mélanger avec un autre qui est la vague de froid exceptionnelle de Janvier 87 qui perturbe le trafic de Janvier et peut-être aussi de Février. En l'absence d'informations plus précises et par recoupement avec des analyses des spécialistes de ce type de trafic il a été convenu d'expliquer l'augmentation de trafic de Décembre par l'effet de la grève et la chute de Janvier et éventuellement de Février par l'effet de la vague de froid. Lorsqu'on dispose d'une série qui est régulièrement perturbée par des "interventions du même type, on peut envisager une modélisation commune de ces chocs locaux.

Nous avons finalement retenu quatre séries constituées chacune d'une mesure de Dirac, c'est à dire nulles partout sauf en un point (date du choc), étant entendu que par le jeu des polynômes de retards on peut évaluer les effets instantanés et retardés des chocs sur le trafic.

GREVE : Décembre 1986

FROID85 : Janvier 1985

FROID86 : Février 1986

FROID87 : Janvier 1987

LE MODÈLE INITIAL

Rappelons que le modèle initial part de l'hypothèse que la série mensuelle de transport routier de marchandises (notée TRM dans la suite), une fois corrigée des effets calendaires et des interventions, à une structure ARIMA. Ou encore que la série corrigée et filtrée convenablement et notamment par un filtre enlevant les effets de tendance et saisonniers a une structure ARMA:

$$F(B) \left[\text{TRM}(t) - \sum \phi_z^j(B) Z^j(t) \right] = u(t) \quad \phi(B)u(t) = \mu + \theta(B)w(t)$$

avec les notations du chapitre I:

TRM est la série à modéliser et à prévoir

Z^j sont les douze séries "d'intervention"

F est le filtre de stationnarisation

$u(t)$ est la composante stationnaire ARMA

ϕ_z^j sont des polynômes de retards des interventions et des constantes pour les effets calendaires

ϕ , θ sont les polynômes autorégressifs et moyenne mobile de la composante ARMA

μ est une constante

w est l'innovation, c'est à dire la partie imprévisible de la série assimilable à un bruit blanc

Ce sont les coefficients des polynômes ϕ , ϕ^j , θ et la constante μ qu'il s'agit d'estimer pour obtenir le modèle de prévision.

TRAITEMENTS DE LA TENDANCE ET DES EFFETS SAISONNIERS

L'examen du graphique de la série TRM (figure 1), même superficiel, conduit à tenir compte d'une périodicité (12 mois) très régulière et d'une tendance du second degré. Le filtrage classique par différentiation pour une telle série est alors:

$$(I-B)(I-B^{12}) = (I-B)^2(I+B+B^2+ \dots +B^{11})$$

Mais lorsque la tendance est très régulière, comme ici, on peut faire un filtrage plus simple à condition d'introduire une variable exogène prenant en compte la partie du second degré de la tendance. Autrement dit, si on introduit une nouvelle variable du second degré en t dans le modèle, le filtrage est réduit à:

$$(I-B^{12}) = (I-B)(I+B+B^2+ \dots +B^{11})$$

Cette "correction de la tendance" est disponible dans MANDRAKE dans un module particulier. Mais ici il est préférable d'introduire cette tendance dans le corps même du modèle comme une variable exogène (Z^j conformément aux notations précédentes) parce que la tendance et les variables d'intervention seront estimées simultanément et donc de façon plus sûre (une estimation en deux étapes successives risque toujours de provoquer des biais).

D'autre part la simplification du filtrage a l'avantage de donner une interprétation plus claire des coefficients calendaires. En effet le filtrage par la différence $(I-B^{12})$ conduit à travailler en fait sur des variations d'une année sur l'autre de la série ou des effets calendaires. L'étude consiste alors à corriger les variations de la série d'une année sur l'autre et mois par mois (de Janvier à Janvier, de Février à Février,...) par les variations de la structure calendaire (un dimanche de plus ou de moins, une fête mobile, un "pont" de plus ou de moins d'une année sur l'autre dans un mois donné).

Deux conséquences peuvent en être tirées.

L'une est technique: les coefficients calendaires sont définis à une constante près; mais cette difficulté est résolue en introduisant une contrainte sous la forme d'un coefficient fixé à 0 pour une variable de référence. C'est "le jour normal" qui a été choisi avec un coefficient fixé à 0 de sorte que les autres coefficients calendaires sont interprétables comme des "différences de trafic" occasionées par un dimanche, une fête, un pont, ... et qu'ils s'expriment alors dans les mêmes unités que la série initiale (en milliards de tonnes-kilomètres).

L'autre conséquence porte sur l'évolution à long terme des coefficients calendaires: si on admet que les variations relatives des effets calendaires sont constantes, le modèle permet de les estimer sans pour autant prétendre que les effets soient constants sur toute la période. C'est à dire que pour des évolutions lentes de la série mais avec des relations fixes entre les effets calendaires locaux les coefficients obtenus garderaient un sens et permettraient de construire un système de poids des jours pour amorcer l'étude du modèle avec des effets mixtes: la série serait alors corrigée en divisant chaque donnée mensuelle par la somme des poids ainsi déterminée.

Dans le cadre de cette étude, des résultats que nous n'avons pas reportés parce qu'ils n'apportent rien de nouveau, ont montré que la correction préalable de la série avant détermination des coefficients calendaires et d'intervention ne modifieraient pas les résultats des prévisions à condition de compléter le modèle par un petit effet tendanciel qui est mal pris en compte à la première étape. Autrement dit la correction préalable de la série ne s'impose pas; il est plus rapide d'estimer ensemble la tendance et les effets locaux. Dans d'autres études une estimation préalable peut se justifier pour réduire le nombre de paramètres à estimer et éviter des difficultés numériques dans l'algorithme d'optimisation qui fournit les estimations.

Pour ce qui concerne la prise en compte de "poids" des mois nous avons donné en fin d'étude une prévision effectuée avec un modèle mixte estimé en deux étapes avec des pondérations choisies à partir des estimations "additives" des coefficients calendaires. Les résultats sont assez proches mais on ne pouvait pas l'assurer a priori. On en déduit seulement que les coefficients sont assez stables sur la période envisagée ce qui ne serait pas le cas si la série avait une forte croissance (ou une décroissance) avec une structure aléatoire plutôt multiplicative.

Le modèle dont nous allons présenter les résultats comporte donc en plus des douze variables déjà répertoriées une variable de tendance:

TEMPS2 : c'est la fonction t^2 , où t désigne le numéro des observations (de 1 à 114)

ECHANTILLON ÉTUDIÉ - ÉVALUATION

La série TRM du transport routier des marchandises (exprimé en milliards de tonnes-kilomètres) comporte 114 données mensuelles de 1980.1 à 1989.6 . Pour tester la validité du modèle toute la modélisation est faite sur une période plus courte: 1980.1 à 1987.12 . Les prévisions seront calculées sur la période 1988.1 à 1989.6 et elles seront comparées aux données réelles.

La structure ARIMA de la série corrigée de la tendance, des effets calendaires et des interventions (grève, périodes de froid), est un élément important pour l'estimation de ces effets. C'est par l'estimation simultanée de tous les coefficients intervenant dans la structure de la série qu'on espère améliorer la qualité des prévisions.

Comme il n'existe pas actuellement de méthode éprouvée pour identifier la structure dans son ensemble, la méthode proposée consiste à procéder par étapes:

- 1 ■ Obtenir par le module d'expertise de MANDRAKE une structure ARIMA qui ne tient pas compte de tous les autres effets.

Par prudence il a été retenu deux modèles: le premier M0 est le meilleur modèle proposé par MANDRAKE pour la série brute, le second M1 est le meilleur modèle obtenu avec la série corrigée de la tendance (polynôme du second degré); la correction a été faite en utilisant le module de prétraitement de MANDRAKE.

Il a été expliqué plus haut pourquoi il était préférable de tenir compte de la correction de tendance, mais l'expertise de MANDRAKE apporte un élément nouveau dans ce cas particulier parce que les modèles M0 et M1 n'ont pas la même forme (M0 est plutôt moyenne mobile et M1 plutôt autorégressif à court terme ce qui ne donne pas tout à fait les mêmes prévisions à court terme).

2 ■ Introduire tous les effets supplémentaires pour chaque modèle et lancer une première estimation.

Il pourrait arriver qu'un nombre trop grand de coefficients à estimer devant le nombre d'observations conduise à des difficultés de calcul au niveau de l'algorithme d'optimisation qui donne les coefficients. Ce sera particulièrement vrai si on démarre l'estimation en mettant tous les coefficients à 0.

Aussi, dans le cas où on n'a pas de valeurs plausibles de départ on pourra estimer les coefficients en plusieurs étapes en commençant avec ceux qui sont les plus faciles à estimer (ici ce seraient les chocs simples et la tendance en t^2); les coefficients calendaires seront ajoutés ensuite.

Le programme est conçu pour que ce type d'opérations soit très facile à mener en évitant des écritures fastidieuses.

Dans le cas particulier qui nous occupe de telles difficultés numériques n'ont pas été rencontrées.

3 ■ Affiner les modèles en ne gardant que les coefficients significatifs.

La procédure d'élimination successive des coefficients n'est pas automatique et le résultat final peut dépendre du choix des premiers coefficients à éliminer (stepwise descendant); aussi est-il prudent de s'appuyer sur les avis des spécialistes pour mener cette opération.

Ainsi on verra que dans le modèle retenu M2 certains coefficients ont des écart-types élevés; ils ont été conservés parce que leur faible qualité statistique n'implique pas qu'ils soient effectivement nuls et dans la mesure où les valeurs trouvées correspondent à peu près à celles qu'un spécialiste des séries de transport aurait données, ces coefficients ne détériorent pas les prévisions.

Une comparaison des prévisions obtenues par les différents modèles et le comportement du modèle avec des mises à jour successives aidera à évaluer l'amélioration apportée par l'intégration des effets calendaires et des variables d'intervention.

RÉSULTATS NUMÉRIQUES : MODÈLES ET PRÉVISIONS

MODELE M0

Il est classé premier dans l'ensemble des modèles ARIMA identifiés automatiquement dans MANDRAKE pour la série brute.

$$(I-B)(I-B^{12}) TRM(t) = 0.013 + (I - 1.06 B + 0.16 B^2)(I - 0.94 B^{12})w(t)$$

variance résiduelle: 0.175

MODELE M1

C'est le meilleur obtenu avec la série TRM corrigée de la tendance qui sera notée TRMC

$$(I-B^{12})(I + 0.16 B) TRMC(t) = (I - 0.94 B^{12})w(t)$$

variance résiduelle: 0.158

Les deux modèles sont très proches comme on le voit sur les coefficients avec le filtre supplémentaire $(I-B)$ indispensable pour enlever la tendance dans le modèle M0, qu'on retrouve dans la partie moyenne mobile. La variance est un peu meilleure dans le modèle M1 comme on s'y attendait car bien que les modèles soient pratiquement équivalents l'algorithme d'estimation dans MANDRAKE est plus performant en autorégressif qu'en moyenne mobile.

En prévision leur comportement sera un peu différent car dans M1 la tendance est estimée a priori alors que dans M0 elle est obtenue en remontant le filtre (figure 2).

Les premières prévisions pour 1989 ne sont pas mauvaises mais dès qu'on arrive aux mois pour lesquels les effets calendaires sont importants (Avril avec Pâques, Mai, Juin, Juillet, Août), elles se détériorent.

MODELE M2

Nous savons déjà que la structure ARIMA de M1 est un bon point de départ si on introduit une tendance en t^2 (qui sera estimée simultanément); avec en plus les variables calendaires et les chocs, une suite de modèles avec examen des résidus conduit à affiner la partie autorégressive avec un coefficient en B^2 et à éliminer les variables S_N , S_{VF} , S_P . La première a son coefficient fixé à 0 par convention (normalisation) comme il a été expliqué plus haut, les deux autres ne se distinguent pas de S_N .

Ce qui ne veut pas dire que le transport routier soit le même une veille de fête et un jour de "pont" qu'un jour normal, mais plus modestement que les données statistiques, disponibles sous la forme de la série TRM, et la modélisation ARIMA proposée ne permettent pas d'obtenir une quantification d'effets significativement différents d'un jour normal.

Le modèle proposé est le suivant:

$$(I-B^{12}) \begin{matrix} (I + 0.16 B - 0.20 B^2) \\ 0.10 \quad 0.11 \end{matrix} [TRM(t) + Z(t)] = \begin{matrix} -0.78 + (I - 0.76 B^{12})w(t) \\ 0.15 \quad 0.09 \end{matrix}$$

avec les corrections $Z(t)$ suivantes:

$$Z(t) = \begin{matrix} -0.21 S_{DF} - 0.19 S_{FM} - 0.37 S_S - 0.29 S_{SP} + 0.45 ST + \\ 0.05 \quad 0.09 \quad 0.06 \quad 0.06 \quad 0.28 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 0.21 GREVE + (-1.18 I + 0.62 B) FROID85 - 1.01 FROID87 + 0.00068 TEMPS2 \\ 0.29 \quad 0.29 \quad 0.29 \quad 0.30 \quad 0.00005 \end{matrix}$$

variance résiduelle: 0.09

(les écarts types des coefficients sont écrits juste au dessous)

On observe que la variance résiduelle a été divisée par deux, que le choc dû au report de trafic lors de la grève à la SNCF en décembre 86 n'est pas très significatif, que la période de froid de janvier 85 a provoqué une baisse de trafic de plus d'un milliard de tonnes-kilomètres qui a été rattrapée en partie en Février alors qu'en 1987 la baisse de trafic de Janvier n'a pas eu d'incidence en Février.

Les coefficients des séries calendaires s'interprètent en moyenne avec les réserves sur la normalisation qui ont été déjà faites.

Le coefficient de ST 0.45 signifie qu'un jour moyen "désaisonnalisé" correspond à 0.45 (10^9 TKM). Un dimanche ou jour férié (série S_DF) à une baisse de trafic de 0.21, soit donc un trafic moyen "désaisonnalisé" de 0.24 ,etc... Cette notion de jour moyen est difficile à interpréter en raison de la présence de la tendance du second degré et du filtre, mais les mesures de baisse de trafic sont réelles par rapport au jour normal et sont sans ambiguïté. A partir de ces nombres on peut tenter de construire des poids journaliers qui respectent ces moyennes:

jour normal	: 1
dimanche et férié	: 0.5
fête mobile	: 0.6
samedi normal	: 0.2
samedi dans un pont:	0.3

On en déduit une série des poids des mois (par combinaison linéaire), puis une série corrigée, en divisant TRM par les poids mensuels. Enfin on relance une modélisation complète, suivie de prévisions qu'il suffit de multiplier par les poids pour les redresser. Les résultats que nous avons obtenus avec ce procédé sont très proches des prévisions du modèle M2; et cela vient probablement de la grande régularité de la tendance dans la série TRM mais on obtiendrait des résultats plus probants avec un modèle mixte où les poids seraient estimés avec tous les autres coefficients (AR, MA, interventions, tendance...) simultanément. (un module d'estimation mixte n'est pas disponible actuellement).

La figure 3 donne un graphique des prévisions avec M2 comparées à la série originale.

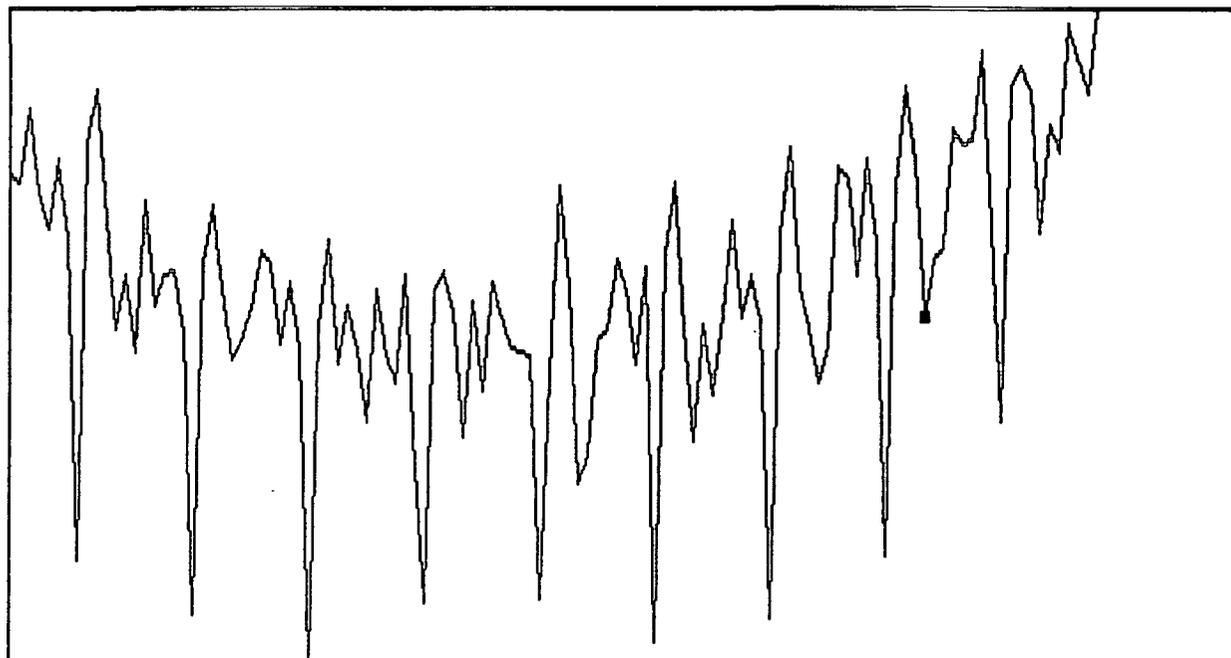
La figure 4 donne un graphique des prévisions de M2 comparées aux prévisions du modèle mixte. Les écarts sont en moyenne de 0.7% alors que les écarts à la série originale sont en moyenne de 2% .

Un dernier tableau donne les résultats numériques des prévisions faites avec M2 commençant en Janvier 88 avec deux mises à jour en Mars 89 et en Juin 89.

FIGURE 1

max: 1.06E+001

96: 7.75E+000



min: 4.50E+000

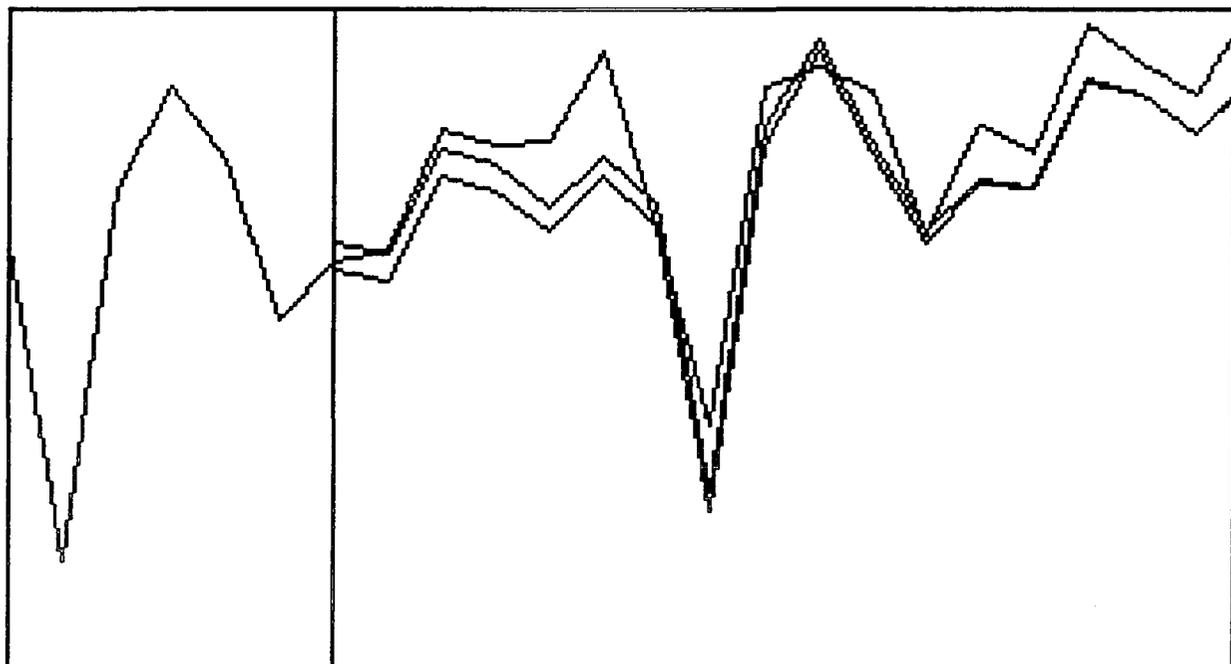
***TRM TKT SERIE BRUTE ***

1 - 114

FIGURE 2

1.06E+001

indice: 97



4.50E+000

1 2 3

91 - 114

FIGURE 3

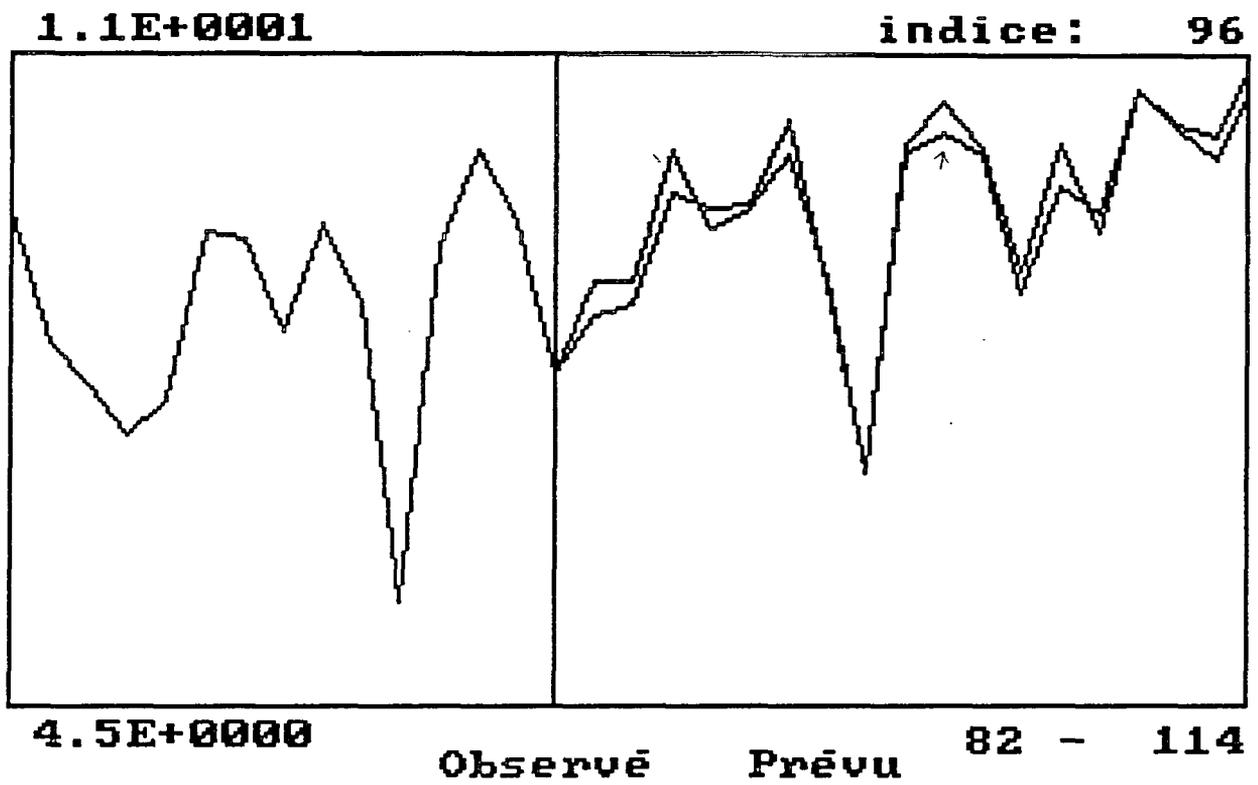
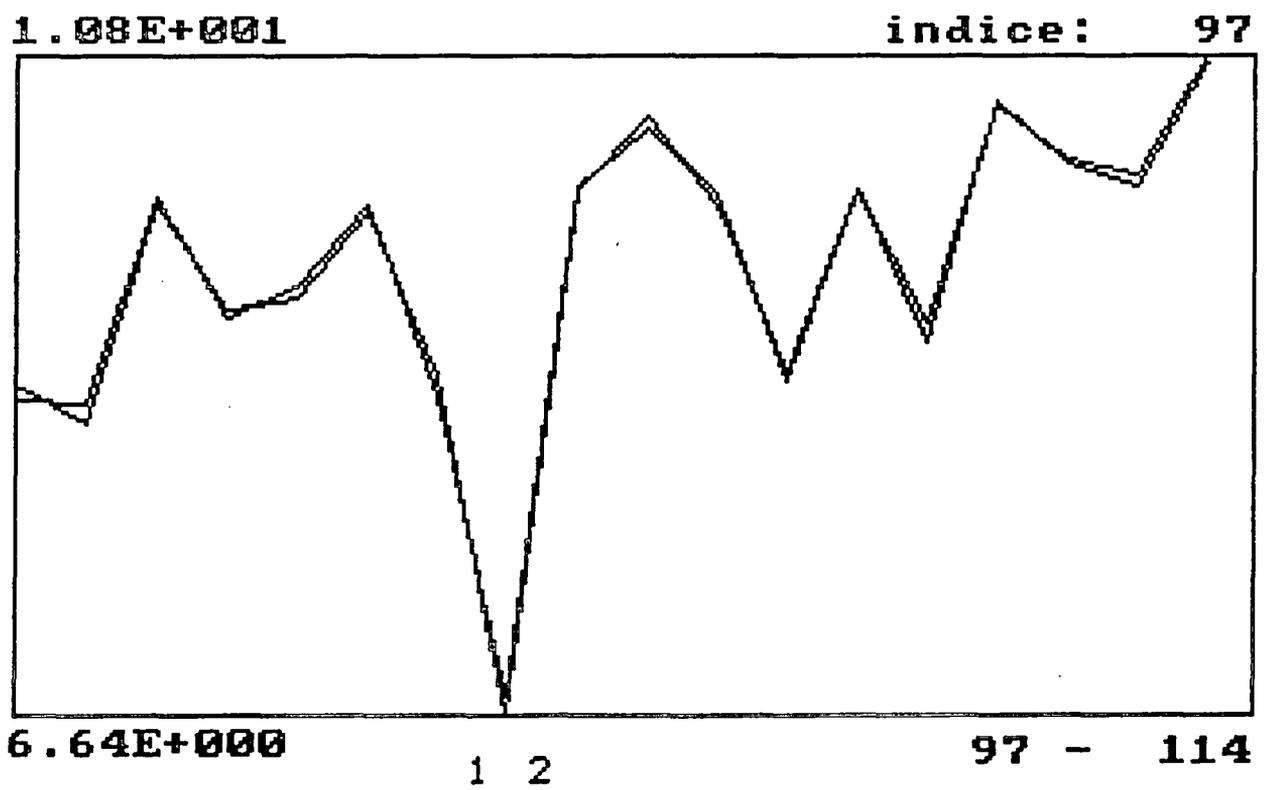


FIGURE 4



PREVISION

Temps	Série initiale	Prévision	Ecart abs.	Ecart rel.
97	8.280E+0000	8.632E+0000	3.525E-0001	4.26 %
98	8.390E+0000	8.618E+0000	2.276E-0001	2.71 %
99	9.490E+0000	9.902E+0000	4.120E-0001	4.34 %
100	9.340E+0000	9.154E+0000	-1.862E-0001	-1.99 %
101	9.380E+0000	9.341E+0000	-3.863E-0002	-0.41 %
102	1.020E+0001	9.861E+0000	-3.392E-0001	-3.33 %
103	8.600E+0000	8.664E+0000	6.378E-0002	0.74 %
104	6.780E+0000	6.752E+0000	-2.843E-0002	-0.42 %
105	9.880E+0000	9.973E+0000	9.295E-0002	0.94 %
106	1.007E+0001	1.036E+0001	2.853E-0001	2.83 %
107	9.860E+0000	9.941E+0000	8.145E-0002	0.83 %
108	8.520E+0000	8.745E+0000	2.250E-0001	2.64 %
109	9.540E+0000	9.955E+0000	4.148E-0001	4.35 %
110	9.290E+0000	9.113E+0000	-1.769E-0001	-1.90 %
111	1.047E+0001	1.050E+0001	3.149E-0002	0.30 %
112	1.010E+0001	1.015E+0001	5.146E-0002	0.51 %
113	9.830E+0000	1.005E+0001	2.212E-0001	2.25 %
114	1.061E+0001	1.082E+0001	2.075E-0001	1.96 %

PREVISION

Temps	Série initiale	Prévision	Ecart abs.	Ecart rel.
100	9.340E+0000	9.166E+0000	-1.740E-0001	-1.86 %
101	9.380E+0000	9.254E+0000	-1.259E-0001	-1.34 %
102	1.020E+0001	9.876E+0000	-3.241E-0001	-3.18 %
103	8.600E+0000	8.643E+0000	4.348E-0002	0.51 %
104	6.780E+0000	6.758E+0000	-2.237E-0002	-0.33 %
105	9.880E+0000	9.968E+0000	8.787E-0002	0.89 %
106	1.007E+0001	1.036E+0001	2.873E-0001	2.85 %
107	9.860E+0000	9.940E+0000	8.010E-0002	0.81 %
108	8.520E+0000	8.746E+0000	2.256E-0001	2.65 %
109	9.540E+0000	9.876E+0000	3.359E-0001	3.52 %
110	9.290E+0000	9.063E+0000	-2.275E-0001	-2.45 %
111	1.047E+0001	1.041E+0001	-6.046E-0002	-0.58 %
112	1.010E+0001	1.015E+0001	5.422E-0002	0.54 %
113	9.830E+0000	1.003E+0001	2.017E-0001	2.05 %
114	1.061E+0001	1.082E+0001	2.109E-0001	1.99 %

PREVISION

Temps	Série initiale	Prévision	Ecart abs.	Ecart rel.
103	8.600E+0000	8.623E+0000	2.290E-0002	0.27 %
104	6.780E+0000	6.828E+0000	4.788E-0002	0.71 %
105	9.880E+0000	9.953E+0000	7.346E-0002	0.74 %
106	1.007E+0001	1.037E+0001	3.040E-0001	3.02 %
107	9.860E+0000	9.935E+0000	7.471E-0002	0.76 %
108	8.520E+0000	8.750E+0000	2.298E-0001	2.70 %
109	9.540E+0000	9.874E+0000	3.342E-0001	3.50 %
110	9.290E+0000	9.064E+0000	-2.263E-0001	-2.44 %
111	1.047E+0001	1.041E+0001	-6.098E-0002	-0.58 %
112	1.010E+0001	1.019E+0001	9.332E-0002	0.92 %
113	9.830E+0000	1.006E+0001	2.296E-0001	2.34 %
114	1.061E+0001	1.089E+0001	2.832E-0001	2.67 %

ANNEXE A1 FICHIERS DE L'APPLICATION

EVT : ÉVÉNEMENTS CALENDAIRES SUR LA PÉRIODE ÉTUDIÉE

■ index: d_evt (date de l'événement)

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	DATE	Date	8	
2	NOM	Caractère	20	
3	CLASSE	Caractère	1	

■ extrait

Enreg.	DATE	NOM	CLASSE
56	01/01/80	JOUR DE L'AN	F
89	04/07/80	PAQUES	m
34	05/01/80	FETE DU TRAVAIL	f
12	05/08/80	ARMISTICE 45	f
100	05/15/80	ASCENSION	m
111	05/26/80	PENTECOTE	m
45	07/14/80	FETE NATIONALE	F
23	08/15/80	ASSOMPTION	F
78	11/01/80	TOUSSAINT	f
1	11/11/80	ARMISTICE 18	f
67	12/25/80	NOEL	F

■ utilisation

▷ modifié par S_EVT: saisie / modification des noms et date

▷ modifié par C_EVT: repport des classes

utilisé par EXPANS, MENU_EDI

LEVT : LISTE DES NOMS ET CLASSES DES ÉVÉNEMENTS CALENDAIRES

■ index : n_evt (nom de l'événement)

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	DATE	Date	8	
2	NOM	Caractère	20	
3	CLASSE	Caractère	1	

■ extrait

Enreg.	DATE	NOM	CLASSE
1	/ /	ARMISTICE 18	f
2	/ /	ARMISTICE 45	f
3	/ /	ASCENSION	m
4	/ /	ASSOMPTION	F
5	/ /	FETE DU TRAVAIL	f
6	/ /	FETE NATIONALE	F
7	/ /	JOUR DE L'AN	F
8	/ /	NOEL	F
9	/ /	PAQUES	m
10	/ /	PENTECOTE	m
11	/ /	TOUSSAINT	f

■ utilisation

▷ récrit par C_EVT

▷ utilisé par EXPANS, MENU_EDI

CAL : CALENDRIER ET CONFIGURATION DES JOURS

■ en ordre sur la date

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	DATE	Date	8	
2	CLASSE	Caractère	1	
3	CONF	Caractère	11	

■ extrait

Enreg.	DATE	CLASSE	CONF
124	04/28/80		
125	04/29/80		f
126	04/30/80		f
127	05/01/80	f	f
128	05/02/80		f
129	05/03/80		f
130	05/04/80		
131	05/05/80		
132	05/06/80		f
133	05/07/80		f
134	05/08/80	f	f
135	05/09/80		f
136	05/10/80		f
137	05/11/80		
138	05/12/80		

■ utilisation

▷ récrit par EXPANS

▷ modifié par VOIS (report des configurations)

▷ utilisé par C_MOIS, C_SEMAIN

CONF : FICHER DES CONFIGURATIONS

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	J	Caractère	1	
2	R	Caractère	1	
3	A	Caractère	1	
4	CONF	Caractère	11	
5	COEF	Caractère	2	
6	NBOC	Numérique	4	

■ index : jconf (jour, configuration)

■ extrait

Enreg.	J	R	A	CONF	COEF	NBOC
1	1	0	0		DF	560
2	2	2	2		N	492
3	3	2	2		N	489
4	4	2	2		N	481
5	5	2	2		N	498
6	6	2	2		N	501
7	7	2	2		S	482

■ utilisation

▷ récrit par VOIS

▷ utilisé par COEFS, C_MOIS, C_SEMAIN, AFCONF, IMPCO
MENU_EDI

COEFS : COEFFICIENTS DES CONFIGURATIONS

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	NC	Caractère	2	
2	VALC	Numérique	10	4
3	NBCONF	Numérique	4	

■ index : inc (nom du coefficient

■ extrait

Enreg.	NC	VALC	NBCONF
1	DF	0.5000	16
2	N	1.0000	37
3	P	0.0000	4
4	FM	0.4000	3
5	VF	0.0000	10
6	S	0.2000	6
7	SP	0.3000	7

■ utilisation

▷ modifié par COEFS, V_COEFS

▷ utilisé par C_MOIS, C_SEMAIN, S_VALEUR, S_NBJ, MENU EDI

MOIS : COMPTEURS DES JOURS PAR MOIS ET PAR COEFFICIENT

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc
1	ANNEE	Caractère	2	
2	MOIS	Caractère	2	
3	NOM	Caractère	2	
4	NBJ	Numérique	4	

■ index : amc (année, mois, coefficient)

■ extrait

Enreg.	ANNEE	MOIS	NOM	NBJ
1	80	1	DF	4
2	80	1	DF	1
3	80	1	FM	22
4	80	1	P	0
5	80	1	R1	0
6	80	1	R2	0
7	80	1	S	4

■ utilisation

▷ récrit par C_MOIS

▷ utilisé par S_NBJ, S_VALEUR, MENU_EDJ

SEMAINES : COMPTEURS DES JOURS PAR SEMAINE ET PAR COEFFICIENT

■ structure

Champ	Nom	Type	Largeur	Déc.
1	ANNEE	Caractère	2	
2	SEMAINE	Caractère	2	
3	NOM	Caractère	2	
4	NBJ	Numérique	4	

■ index : asc (année, semaine, coefficient)

■ extrait

■ utilisation

▷ récrit par C_SEMAIN

▷ utilisé par S_NBJ, S_VALEUR

FICHIERS RESULTATS: SERIES EN FORMAT MANDRAKE

SERIES MENSUELLES

■ S_VAL : série des poids des mois construite par S_VAL (fonction 9 du menu principal)

■ S_xx où xx est le nom d'un coefficient: série mensuelle donnant le nombre de jours du mois portant le coefficient xx; pour chaque coefficient, une telle série est construite par S_NBJ (fonction du menu principal)

SERIES HEBDOMADAIRES

■ H_VAL : série des poids des semaines construite par S_VAL (fonction 9 du menu principal)

■ H_xx où xx est le nom d'un coefficient: série hebdomadaire donnant le nombre de jours de la semaine portant le coefficient pour chaque coefficient, une telle série est construite par S_ (fonction 7 du menu principal)

ANNEXE A2 PROGRAMMES DE L'APPLICATION

Menus et traitements principaux

▷ Menu principal	CALEND
▷ Saisie des événements calendaires	S_EVT
▷ Classification des événements calendaires	C_EVT
▷ Construction du calendrier	EXPANS
▷ Définition des voisinages journaliers	VOIS
▷ Saisie des coefficients des configurations	COEFS
▷ Choix de l'option mensuelle ou hebdomadaire	CMH
▷ Construction du fichier mensuel	C_MOIS
▷ Construction du fichier hebdomadaire	C_SEMAIN
▷ Séries mensuelles/hebdomadaires par coefficient	S_NBJ
▷ Attribution de valeurs aux coefficients	V_COEFS
▷ Construction de la série des poids des mois/semaines	S_VALEUR
▷ Sous menu des éditions	MENU_EDI

Programmes auxiliaires

▷ SETS:	sélection des options Foxbase (commandes SET) p l'application.
▷ FSETS:	retour aux options standard de Foxbase (commandes SET).
▷ AFCONF:	affichage des configurations
▷ IMPCONF:	impression des configurations

Fichiers de rapports

▷ EVT:	impression des événements calendaires
▷ LEVT:	impression des noms et classes des événements
▷ COEFS:	impression du fichier des coefficients
▷ MOIS:	impression du fichier des mois
▷ SEMAINES :	impression du fichier des semaines