

7/04

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : GENIE INDUSTRIEL



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat

Thème :

MISE EN PLACE D'UN SYSTEME DE
GESTION PREVISIONNELLE DES VENTES
APPLICATION : PRODUITS TCHIN-LAIT

Proposé par :

M. T. E. BERKATI

*Directeur Marketing
Tchin-Lait*

Etudié par :

R. OUARAS

S. CHABANE

Dirigé par :

M^{elle} N.ABOUN

M^{me} O.BELMOKHTAR

Promotion Juin 2004



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : GENIE INDUSTRIEL

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat

Thème :

**MISE EN PLACE D'UN SYSTEME DE GESTION
PREVISIONNELLE DES VENTES.
APPLICATION : PRODUITS TCHIN-LAIT**

Proposé par :

M. T. E BERKATI

*Directeur Marketing
Tchin-Lait*

Etudié par :

R. OUARAS

S. CHABANE

Dirigé par :

M^{elle} N. ABOUN

M^{me} O. BELMOKHTAR

Promotion Juin 2004

10, Avenue Hassen Badi El Harrach Alger.
Tel : (021) 52.14.94 Fax: (021)52.29.73

ملخص :

الهدف من هذا العمل هو إعداد وسيلة مساعدة على اتخاذ القرارات وذلك لتمكين المؤسسة « Tchir-Lait » من متابعة تطور مبيعاتها. بعد دراسة السلاسل الزمنية لمبيعات المؤسسة، اقترحنا نموذجاً للتنبؤ على المدى القصير والمتوسط. كما عملنا على إنجاز حبكة إعلامية تسمح بحساب تنبؤات المبيعات. الكلمات المفتاحية: تنبؤ، نموذج، مبيعات.

RESUME :

Ce travail a pour objet d'élaborer un outil d'aide à la décision, permettant à l'entreprise Tchir-Lait de suivre l'évolution des ventes de ses produits dans le but d'optimiser sa chaîne logistique.

Après avoir analysé l'historique des ventes des différents produits, nous avons proposé un modèle de prévision des ventes à court et à moyen termes. A partir de ce modèle, nous avons conçu un logiciel de calcul des prévisions.

Mots clés: Prévision, Modèle, Ventes.

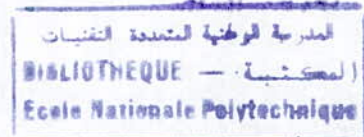
ABSTRACT:

This work has as goal the elaboration of a help tool to decision, allowing to the Tchir-Lait company to follow the evolution of its products sales in order to optimize its logistic chain.

After having analyzed the chronologic series of the sales of the various products, we have proposed a short and middle term forecasting model. From this model, we conceived a software to calculate the forecasts.

Key words: forecast, Model, Sales

REMERCIEMENTS



A travers ces quelques lignes nous voudrions exprimer sincèrement notre gratitude et nos remerciements à tous ceux qui nous ont permis de près ou de loin de parvenir à achever ce travail.

Nous aimerions tout d'abord témoigner notre profonde reconnaissance à M^{lle} N. ABOUN, notre directrice du département, pour tout le soutien et la facilité qu'elle nous a apportés afin que notre projet s'achève dans les meilleures conditions possibles.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à nos deux promotrices M^{lle} N. ABOUN et M^{me} O. BELMOKTAR avec le concours de M. T.E. BERKATI directeur Marketing de l'entreprise Tchén-Lait pour nous avoir guidés, assistés et encadrés.

Nous remercions aussi M. A. BELAID, enseignant de gestion de production pour son aide et son soutien tout le long de notre projet.

Nous présentons notre gratitude ainsi que notre reconnaissance à l'ensemble des enseignants qui ont contribué, directement ou indirectement, à notre formation et plus précisément à ceux du Département Génie Industriel.

Nous ne saurions terminer sans remercier vivement notre président et nos membres du jury pour avoir expertisé notre travail et nous avoir honorés par leur présence.

DEDICACES

A ma chère mère

A mon père

A mes frères, sœurs et belle-sœur

A mes grands parents

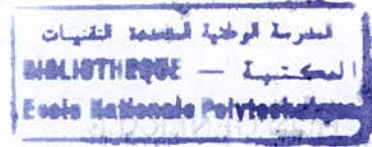
A toute ma famille

A tous mes amis

Je dédie ce travail

Rachid

DEDICACES



Encore une occasion qui se présente pour rappeler à tous ceux qui comptent le plus au monde qu'ils seront à jamais ma raison d'être et source de mon bonheur qui grandit en le partageant avec eux.

Grand-mère «AAZIZOU», Père, Mère, Frère, Sœurs, Cousins, Cousines, Amis, Amies, vous serez pour moi les étoiles qui me guideront vers tout ce qu'il y a d'agréable dans cette vie. Vous dédier ce modeste travail est encore un autre signe de ma profonde gratitude et de la sincérité de mes sentiments que je vous éprouve.

Pour que vous restiez toujours dans mes pensées et pour que nous soyons unis à jamais.

Je dédie très particulièrement ce travail à M. A.OUABDESSELAM

Affectueusement Saïd

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE



CHAPITRE I: PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I.1. Introduction.....	1
I.2. Historique de l'entreprise.....	1
I.3. Contrat de franchise.....	1
I.4. Organisation de l'entreprise Tchén-Lait.....	2
I.4.1 Organigramme de l'entreprise.....	2
I.4.2. Les produits.....	4
I.4.3. Analyse ABC.....	4
I.4.4. Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise.....	6
I.5. La distribution.....	6
I.6. Conclusion.....	7

CHAPITRE II: PROBLEMATIQUE

II.1. Introduction.....	8
II.2. Position du problème.....	8
II.3. Pourquoi élaborer des prévisions ?.....	9
II.4. Prévision et la gestion des stocks.....	10
II.5. Eléments difficilement mesurables et quantifiables pour les prévisions.....	11
II.6. Coûts associés aux prévisions.....	12
II.7. Conclusion.....	12

CHAPITRE III: LES SERIES CHRONOLOGIQUES

III.1. Introduction aux séries chronologiques.....	13
III.1.1. Définition.....	13
III.1.2. Redressement préalable des chroniques.....	13
III.1.3. Composantes d'une série chronologique.....	13
III.1.3.1. Composante tendancielle.....	14

III.1.3.2. Composante saisonnière	14
III.1.3.3. La composante aléatoire	15
III.1.4. Schémas de décomposition d'une chronique	15
III.2. Eléments d'analyse des séries chronologiques	16
III.2.1. L'autocorrélation et le coefficient d'autocorrélation	16
III.2.2. Tests de bruit blanc et de stationnarité	17
III.2.2.1. Statistique de Box-Pierce et Ljung-Box	17
III.2.2.2. Tests de stationnarité	18
III.4. Conclusion.....	20

CHAPITRE IV: LES METHODES DE PREVISION

IV.1. Introduction	21
IV.2. Classification des méthodes de prévision.....	21
IV.3. Les techniques subjectives.....	22
IV.4. Les techniques objectives	22
IV.4.1. Les méthodes causales ou associatives.....	22
IV.4.2. Les méthodes d'extrapolation statistique (séries chronologiques)	22
IV.4.2.1. Les méthodes de prévision pour les séries stationnaires	23
IV.4.2.2. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance	25
IV.4.2.2. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une saisonnalité	27
IV.4.2.2. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance et une saisonnalité	27
IV.4.3. Critères de sélection des méthodes.....	30
IV.4.3.1. L'erreur moyenne	31
IV.4.3.2. L'erreur moyenne absolue.....	31
IV.4.3.3. Le pourcentage moyen d'erreur absolue	31
IV.4.3.4. L'erreur quadratique moyenne.....	32
IV.4.3.5. Estimation de l'écart type.....	32
IV.5. Conclusion.....	32

CHAPITRE V: RECHERCHE DU MODELE APPROPRIE

VI.1. Introduction.....	33
VI.2. Redressement des chroniques.....	33
VI.3. Analyse des séries chronologiques.....	34
VI.3.1. La stationnarité.....	34
VI.3.2. Analyse de la saisonnalité.....	36
VI.4. Recherche du modèle le plus approprié.....	39

CHAPITRE VI: PRESENTATION DES MODELES ADOPTES ET APPLICATION

VII.1. Présentation des modèles adoptés	47
VII.1.1. Modèle de prévision hebdomadaire	47
VII.1.2. Modèle de prévision par deux semaines	48
VII.1.3. Modèle de prévision par quatre semaines	48
VII.2. Application numérique et validation des Modèles	49
VII.3. Présentation de l'application informatique	51
VII.3. 1. Introduction	51
VII.3. 2. Objectif	51
VII.3. 3. Langage de programmation et la base de données.....	51
VII.3. 4. Présentation	52
VII.3. 4.1. Le menu Fichier.....	54
VII.3. 4.2. Le menu Données.....	54
VII.3. 4.3. Le menu Prévisions	55
VII.3. 4.4. Le menu Analyse	56
VII.3. 4.5. Le menu Outil	57
VII.3. 4.5. Le menu Aide	57
VII.4. Conclusions et recommandations	58

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

ABREVIATIONS ET NOTATIONS

NOTATIONS

ABREVIATIONS

AC	:	Autocorrelation
ACP	:	Analyse en Composantes Principales
AFC	:	Analyse Factorielle de Correspondance
AR	:	Auto Régressif
DF	:	Dickey-Fuller
DFA	:	Dickey-Fuller augmenté
DS	:	Differency Stationary
EM	:	Erreur Moyenne
EMA	:	Erreur Moyenne Absolue
ET	:	Ecart type
EQM	:	Erreur quadratique moyenne
FAC	:	Fonction d'Autocorrélation
MA	:	Moyenne Mobile
MCO	:	Moindres Carrés Ordinaires
NF	:	Normal Forecast
PAC	:	Partial Autocorrelation
PMEA	:	Pourcentage Moyen d'Erreur Absolue
TS	:	Trend Stationary
UHT	:	Ultra Haute Température (*)



(*) Dans notre rapport UHT désigne le Lait stérilisé partiellement écrémé.

NOTATIONS

- X_t : La série chronologique initiale
- T_t : Composante tendancielle
- S_t : Composante saisonnière
- ε_t : Composante aléatoire
- \bar{X} : Moyenne de la série
- n : Nombre d'observations
- ρ_k : Coefficient d'autocorrélation d'ordre k
- $\hat{\rho}_k$: Autocorrélation empirique d'ordre k
- t_{cal} : Statistique de Student empirique
- Q : Statistique de Box-Pièce
- Q' : Statistique de Ljung-Box
- μ_k : Moment empirique centré d'ordre k
- D : Opérateur de décalage
- d : Ordre du filtre au décalage
- p : Ordre du modèle autorégressif
- q : Ordre du modèle moyenne mobile
- Φ_j : Estimation des paramètre du modèle autorégressif ; $j=1,2,\dots,p$
- θ_j : Estimation des paramètre du modèle moyenne mobile ; $j=1,2,\dots,p$
- s : Indice de saisonnalité
- P_t : Prévision à la période t
- X'_t : La série lissée à partir de X_t
- X''_t : La série lissée à partir de X'_t
- h : Horizon de la prévision
- α : Coefficient de lissage
- α_t : Coefficient de lissage à l'instant t
- β : Coefficient de lissage
- γ : Coefficient de lissage
- e_t : Erreur de prévision à la période t

(*) Dans notre rapport l'HT désigne le fait réalisés partiellement écrits



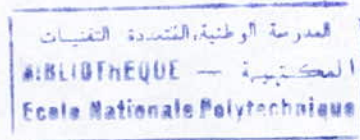
- S'_t : Premier lissage du niveau moyen
- S''_t : Deuxième lissage du niveau moyen
- b_t : Estimation de la pente pour la période t
- m : Ordre de la moyenne mobile
- L : Longueur du cycle saisonnier
- I : Indice saisonnier
- I_t : Indice saisonnier de la période t
- EPS_t : Indicateur d'écart instantané
- $SUMEPS_t$: Indicateur de valeurs cumulées des écarts
- MAD_t : Indicateur de la valeur absolue moyenne des écarts (**Mean Absolute Deviation**)
- NF_t : Signal de régulation (Normal Forecast)

LISTE DES FIGURES



	<i>Page</i>
Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise Tchín-Lait	3
Figure I.2 : Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise Tchín-Lait	6
Figure 5.1 : Graphes des séries brute et corrigée des ventes du produit UHT « total entreprise »	34
Figure 5.2 : L'ensemble du processus de prévision	38
Figure 5.3 : histogrammes des séries chronologiques UHT, L'ben et Raïb.....	43
Figure 6.1 : Lissage de la série des ventes UHT à l'aide de MM (3).....	47
Figure 6.2 : Prévisions par le modèle hebdomadaire « lait UHT ».....	50
Figure 6.3 : Prévisions par le modèle en deux semaines « lait UHT ».....	50
Figure 6.4 : Prévisions par le modèle en quatre semaines « lait UHT ».....	50
Figure 6.5 : organigramme du menu principal.....	53

LISTE DES TABLEAUX



	<i>Page</i>
Tableau 1.1 : Analyse ABC.....	5
Tableau 2.1 : Situations des stocks des produits UHT et Raïb	10
Tableau 4.1: Classification des méthodes de prévision.....	21
Tableau 5.1 : Equations des droites de régression des produit UHT, L'ben et Raïb par région	35
Tableau 5.2 : Résultats du test de Dickey Fuller.....	36
Tableau 5.3 : Résultats du test de Fisher	37
Tableau 5.4 : Valeurs retenues des paramètres de lissage exponentiel.....	39
Tableau 5.5 : Le pourcentage moyen de l'erreur absolue.....	40
Tableau 5.6 : Erreurs Algébriques moyennes.....	41
Tableau 5.7 : Erreurs quadratiques moyennes.....	41
Tableau 6.1 : Erreurs moyennes des prévisions par les modèles hebdomadaire, en deux semaines et en quatre semaines (série UHT).....	49

*MIEUX VAUT
PREVOIR
SANS CERTITUDE
QUE NE PAS
PREVOIR DU TOUT*

« Henri Poincaré »

الطبعة الوطنية المتحدة للقياسات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La prévision à cours terme a connu des développements importants durant les dernières années. La diffusion des logiciels spécialisés la met à la portée de toutes les organisations.

La prévision est fondamentale dans la mesure où elle est à la base de l'action. La prise de décision repose en effet toujours sur des prévisions. C'est ainsi qu'une entreprise commerciale s'intéresse aux prévisions des ventes futures pour faire face à la demande, gérer sa production et ses stocks, mais aussi orienter sa politique commerciale (prix, marketing, produits). Il s'agit de prévision à court terme. De même, on essaye de prévoir le rendement d'un investissement, la pénétration d'un marché. Il s'agit de la prévision à moyen terme.

Dans le secteur de la grande consommation, particulièrement dans le domaine des produits laitiers, le cycle de fabrication ainsi que les contraintes de fraîcheur propres à de nombreux produits imposent que les prévisions soient échéancées à la semaine.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui consiste à élaborer un outil d'aide à la décision qui permettra à l'entreprise Tchén-Lait de suivre l'évolution des ventes de ses produits.

Après avoir présenté l'entreprise, nous mettrons en évidence sa problématique dans le deuxième chapitre.

Les deux chapitres suivants présentent de façon simple les notions de base sur les séries chronologiques et sur les principales méthodes de prévision développées et couramment utilisées.

Le cinquième chapitre traite de l'approche de résolution. Nous y analysons les séries afin d'identifier leurs composantes principales, et ce afin de pouvoir sélectionner le modèle approprié à notre cas.

Le dernier chapitre sera consacré à la présentation des modèles adoptés ainsi qu'à l'application informatique.

Enfin, nous terminons notre travail par quelques recommandations et une conclusion générale.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I.1. Introduction

Tchin-Lait est une entreprise Algérienne spécialisée dans la production et la commercialisation des produits laitiers sous le label Candia. Elle a été créée en 1999 en signant un contrat de franchise avec l'entreprise française Candia.

Candia est actuellement le leader européen des produits laitiers avec 30 ans d'expérience dans le traitement et le conditionnement du lait.

Tchin-Lait est entrée en exploitation en mai 2001. Dans les premiers temps elle produisait uniquement le lait UHT (Ultra Haute Température), par la suite elle a lancé d'autres produits tels que : L'ben, Raib, fraîcheur ... (voir le tableau I.1)

I.2. Historique de l'entreprise [BER 99]

Tchin-Lait était à l'origine, une entreprise familiale, spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954. Elle se situe à l'entrée de la ville de Béjaia et s'étend sur une superficie de 3000 m² dont 2000 m² couvert.

Avec l'entrée de l'Algérie en économie de marché, plusieurs entreprises étrangères se sont installées sur le territoire national notamment des entreprises de fabrication de boissons gazeuses. L'arrivée de ces firmes multinationales et la multiplication des limonadiers ont contraint l'entreprise de revoir sa stratégie. D'où l'idée de remplacer cette entreprise de limonades par une laiterie en recherchant un partenaire étranger dans ce domaine avec une marque connue par le consommateur algérien. Le choix s'est porté sur l'entreprise française Candia.

I.3. Contrat de franchise

Le contrat de franchise consiste en un partenariat entre l'entreprise Tchin-Lait et Candia. D'une part, grâce à ce contrat le franchiseur (Candia) peut étendre son marché et la notoriété de ses produits à l'échelle internationale, d'autre part le franchisé (Tchin-Lait) peut bénéficier du savoir-faire de Candia.

La durée de ce contrat est de 10 ans renouvelable, le franchiseur joue le rôle de conseiller et bénéficie du chiffre d'affaire réalisé par l'entreprise Tchinq-Lait.

I.4. Organisation de l'entreprise Tchinq-Lait

Le personnel de l'entreprise est constitué de 200 employés, 150 travaillent dans l'usine et 50 répartis dans les trois centres de distribution, un centre à Béjaia, deux à Alger (Zéralda et Dar El Beida).

Le taux d'encadrement est de 13%, les agents de maîtrise représentent 30% de l'effectif et 57% sont des agents d'exécution. L'entreprise fonctionne actuellement 16 heures par jours, soit deux équipes.

I.4.1 Organigramme de l'entreprise [AGR 03]

Les différents services de l'entreprise, ainsi que leurs fonctions principales sont résumés dans l'organigramme de la *figure 1.1*.

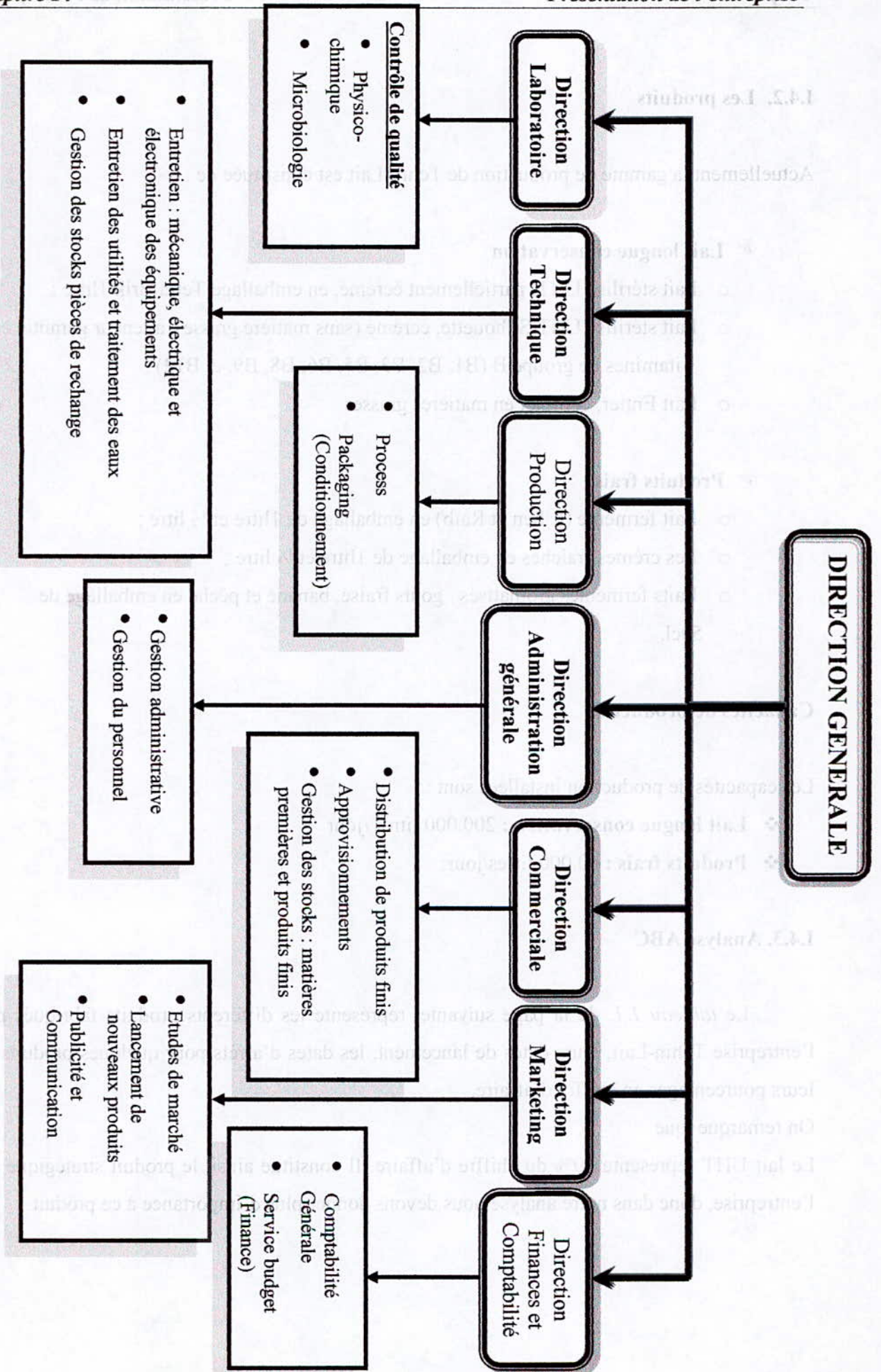


Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise Techn-Lait

I.4.2. Les produits

Actuellement la gamme de production de Tchinq-Lait est constituée de :

☛ Lait longue conservation

- Lait stérilisé UHT, partiellement écrémé, en emballage Tetra Brik 1litre ;
- Lait stérilisé UHT Silhouette, écrémé (sans matière grasse), à teneur garantie en vitamines de groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, et B12) ;
- Lait Entier, complet en matières grasses.

☛ Produits frais

- Lait fermenté (L'ben et Raïb) en emballage de 1litre et ½ litre ;
- Les crèmes fraîches en emballage de 1litre et ¼ litre ;
- Lait fermentés aromatisés : goûts fraise, banane et pêche en emballage de 50cl.

Capacités de production

Les capacités de production installées sont :

- ❖ **Lait longue conservation** : 200.000 litres /jour
- ❖ **Produits frais** : 60.000 litres/jour.

I.4.3. Analyse ABC

Le tableau 1.1, de la page suivante, représente les différents produits fabriqués par l'entreprise Tchinq-Lait, leurs dates de lancement, les dates d'arrêts pour quelques produits et leurs pourcentages en chiffre d'affaire.

On remarque que :

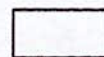
Le lait UHT représente 80% du chiffre d'affaire. Il constitue ainsi, le produit stratégique de l'entreprise, donc dans notre analyse nous devons donner plus d'importance à ce produit.

Tableau 1.1 : Analyse ABC

Produits	Année 2001								Année 2002								Année 2003								% en C.A								
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A		M	J	J	O	S	O	N	D
Lait UHT	En production																																0,790
Silhouette	En production																En arrêt																0,021
Lait Entier	En production																En arrêt																0,004
L'ben 1l	En production																																0,070
L'ben 1/2l	En production								En arrêt																0,001								
Raïb 1l	En production				En arrêt				En production								En arrêt								0,081								
Raïb 1/2l	En production								En arrêt								En production								0,001								
Fraîcheur goût banane	En production																En arrêt																0,008
Fraîcheur goût fraise	En production								En arrêt																0,015								
Fraîcheur goût pêche	En production								En arrêt								En production								0,001								
Crème fraîche 25cl	En production				En arrêt				En production																0,007								
Crème fraîche 1l	En production								En arrêt																0,0001								



En production



En arrêt

I.4.4. Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise

La laiterie Tchîn-Lait est entrée en exploitation en mai 2001. Le chiffre d'affaire réalisé en 2001 s'élève à près de 200 millions de DA.

En 2002, le chiffre d'affaire global atteint 750 millions de DA, et en 2003 il a dépassé un milliard de DA.

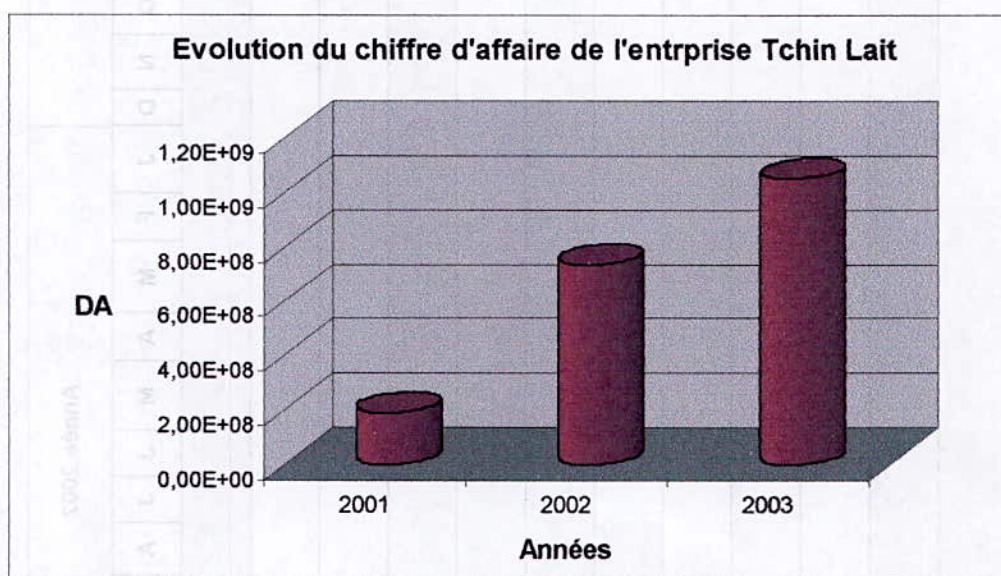


Figure I.2 : Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise Tchîn-Lait

I.5. La distribution

Tchîn-Lait dispose actuellement de trois centres de distribution, un centre à Bejaia, deux à Alger (Zéralda et Dar El Beida). Elle assure aussi, une distribution directe dans ces deux villes.

Elle dispose également de clients grossistes et dépositaires dans les autres wilayas :

- Un dépositaire à Alger
- Un dépositaire à Annaba
- Quatre dépositaires à Oran
- Un dépositaire à Tlemcen
- Un dépositaire à Bechar
- Un dépositaire à EL Oued.

1.6. Conclusion

Nous avons analysé dans ce chapitre la situation de l'entreprise Tchou-Lait en mettant en exergue quelques éléments (analyse ABC, Le processus de distribution, ...) que nous jugeons utiles pour pouvoir définir la problématique.

CHAPITRE II :
PROBLEMATIQUE

CHAPITRE II : PROBLEMATIQUE

II.1. Introduction

Tchin-Lait, comme nous l'avons évoqué, est une entreprise très récente. Ses responsables sont actuellement engagés à améliorer la qualité de leur management et à optimiser la chaîne logistique à tous les niveaux :

- ☞ Au niveau des approvisionnements en matières premières (Lait cru, Lait en poudre, emballage,...) ;
- ☞ Au niveau des stocks (matières premières et produits finis) ;
- ☞ Au niveau de la production (planification de la production, affectation des ressources...) ;
- ☞ Au niveau de la commercialisation (répondre aux besoins des clients).

Optimiser la chaîne logistique revient à assurer un équilibre entre les flux internes (production) et les flux externes (approvisionnements et demande des clients). Pour ce faire, l'étape préalable consiste à estimer la demande des clients.

II.2. Position du problème

Le processus de prévision constitue la première étape de la gestion de la demande des clients. L'entreprise doit, avant de planifier la production et les approvisionnements évaluer les besoins du marché. La prévision de la demande joue ce rôle.

La situation actuelle de l'entreprise et notamment sa faible connaissance du marché, fait qu'il est impossible d'avoir les informations sur la vraie demande des clients. C'est pourquoi, elle nous a confié à travers le présent travail de mettre en place un système de gestion prévisionnelle, qui lui permettra de suivre l'évolution des ventes pour chaque type de produit en se basant sur l'historique des ventes réalisées.

En fait les ventes ne représentent pas toujours la demande, surtout lorsqu'on parle des prévisions à très court terme, soit journalière. Faire des prévisions en se basant sur des demandes passées s'avère non seulement difficile, mais très coûteux, car il nécessite la compilation des informations sur les ventes perdues et l'évaluation du taux de service.

C'est ainsi que la plupart des entreprises préfèrent élaborer des modèles de prévision en se basant sur les ventes enregistrées par le processus de facturation.

En résumé, notre tâche consiste à identifier dans un premier temps le comportement du marché aval de l'entreprise en analysant l'évolution historique de ses ventes, puis à mettre en place une application informatique basée sur des modèles de prévision et qui sera un outil à l'entreprise en terme de prise de décision.

II.3. Pourquoi élaborer des prévisions ?

Prévoir avec précision s'avère d'une extrême importance. Les résultats provenant des activités prévisionnelles auront un impact inévitable au niveau de la gestion de production et des opérations.

Les prévisions ont un impact direct sur :

- la répartition des ressources internes de l'entreprise ;
- l'identification des besoins monétaires ;
- la planification de la production ;
- l'identification de la nature et de la quantité des stocks ;
- l'ordonnancement pour les produits fabriqués sur la même chaîne de production (lait UHT, Silhouette et Lait Entier),
- l'approvisionnement en matières premières (lait cru, emballage)...

Pour ce faire il sera donc nécessaire d'obtenir le plus rapidement possible des prévisions, quant à la nature des produits devant être mis en production et des quantités à produire pour chacun des ces produits. Si nous ne disposons pas de ces informations, il sera impossible de déterminer, entre autre, où mettre la priorité au niveau de la production et avec quels fournisseurs il sera nécessaire d'amorcer les négociations en premier lieu.

Une fois le besoin commercial est évalué, le plan directeur de production peut être élaboré, la planification des besoins matières (pour fin d'approvisionnement) pourra être établie et l'ordre de traitement des différentes commandes, les dates de lancement de fabrication pour chaque produit et l'affectation des tâches aux différent postes pourront être définis.

II.4. Préviation et la gestion des stocks

Les prévisions doivent être considérées en rapport avec la gestion des stocks. La gestion des stocks se fait en considérant deux types de demandes : la demande dépendante et la demande indépendante. Le processus de prévision constitue donc la première étape de la gestion de la demande indépendante. Il sert à déterminer la nature et les quantités des stocks.

Les produits de Tchik-Lait nécessitent des conditions de stockage très particulières : un endroit sec, couvert et à une température inférieure à 5 °C pour les produits frais (L'ben, Raïb, fraîcheurs...), donc l'optimisation des quantités stockées s'avère très importante.

Le tableau suivant nous donne quelques exemples sur la situation des stocks des produits UHT et Raïb pour les exercices 2002 et 2003 :

Tableau 2.1 : Situations des stocks des produits UHT et Raïb

UHT	27/06/02	25/07/02	30/01/03	31/07/03	26/04/03
Quantité stockée (litre)	474 251	483 918	882342	559673	2336
Equivalent en production moyenne	10 jours	10 jours	12 jours	8 jours	0,03 jour

Raïb	07/11/02	14/11/02	12/08/03	03/10/03	28/02/03
Quantité stockée (litre)	67 568	67 568	39431	34951	1942
Equivalent en production moyenne	8,5 jours	8,5 jours	6 jours	5,5 jours	0,05 jour

D'après les données du *tableau 2.1* nous constatons que les stocks ne sont pas optimisés. A titre d'exemple :

- la situation des stocks pour le 30 janvier 2003 représente un équivalent de 2 semaines de production, qui signifie bien un surstock important,
- et celle du 26 avril 2003 représente un équivalent d'une heure de production, qui est une situation d'alerte d'une rupture de stocks.

L'entreprise a connu plusieurs autres situations de rupture et de surstocks. Ces phénomènes sont dus essentiellement à l'absence d'un système de veille.

Gérer la production sans prévoir la demande engendre des coûts trop élevés pour l'entreprise. D'une part un surplus de stocks engendre des coûts de maintien en inventaire, réduit l'espace disponible dans l'entrepôt. De plus un délai de rotation du stock des produits frais supérieur à leur durée de conservation peut s'avérer très coûteux. D'autre part la rupture des stocks engendre des coûts attribuables à la non satisfaction des consommateurs ou des clients, ce qui peut avoir comme conséquence la perte des clients. Or perdre un client engendre pour l'entreprise des coûts souvent nettement supérieur au coût d'en gagner un autre.

II.5. Eléments difficilement mesurables et quantifiables pour les prévisions

Les périodes 2002 et 2003 ont connus plusieurs événements (cf. annexe F) qui rendent les prévisions des ventes très difficiles. Nous pouvons constater ceci en analysant les représentations graphiques des séries brutes des différents produits (cf. annexe E.2). Nous pouvons classer ces événements en trois catégories :

- *Evénements apparaissant suivant le calendrier lunaire* : Mois de Ramadhan, fêtes religieuses (Mouharem, âchoura, El Mawlid : (1 jour d'arrêt), Aïd El-Fitr et Aïd El-Adha (2 jours d'arrêt).

- *Evénements apparaissant suivant le calendrier solaire* : fêtes nationales (1^{er} janvier, 1^{er} mai, 5 juillet)...

- *Evénements exceptionnels* : grève (mai 2002), événements climatiques (inondations décembre 2002),...

En plus de ces événements il peut y en avoir d'autres que nous ne pouvons pas quantifier tels que :

- ☞ L'apparition et la disparition des concurrents ;
- ☞ Apparition de nouveaux produits ;
- ☞ La disparition de produits sur le marché ;
- ☞ Les politiques des prix et des promotions des concurrents ;
- ☞ L'apparition de nouvelles technologies.

II.6. Coûts associés aux prévisions

Dans ce qui précède nous avons insisté sur l'importance et la nécessité de mettre en place un système de gestion prévisionnelle, mais nous devons également parler des coûts qui s'y rattachent et que l'entreprise doit être prête à prendre en charge.

Nous pouvons les classer en deux catégories:

- Coûts d'obtention des prévisions : ce sont les coûts de développement et d'implantation des modèles ainsi que les coûts d'opération (utilisation de ces modèles) ;
- Coûts des erreurs de prévision : ils incluent les coûts relatifs aux erreurs de jugement et les coûts découlant des erreurs de prévision.

II.7. Conclusion

L'optimisation de la chaîne logistique s'opère à travers la mise en œuvre d'actions spécifiques qui se situent à différents niveaux du fonctionnement de l'entreprise.

L'intérêt de mettre en place un système de prévision des ventes est d'anticiper le volume d'activité de l'entreprise pour lui permettre d'adapter ses ressources à toute évolution de l'activité. Pour ce faire, un état de l'art des méthodes de prévisions s'impose.

CHAPITRE III :
LES SERIES CHRONOLOGIQUES

CHAPITRE III : LES SERIES CHRONOLOGIQUES

III.1. Introduction aux séries chronologiques

III.1.1. Définition [WHE 83]

Le terme «séries temporelles» désigne à la fois les séries réelles chronologiques et une suite théorique de variables aléatoires indicées par le temps et qui va servir à modéliser ces premières. Elles sont basées sur l'analyse des données historiques recueillies pour un phénomène donné durant une certaine période de temps. Les prévisions effectuées à partir des séries chronologiques ont pour hypothèse que le passé est garant de l'avenir, que le phénomène continuera à se comporter comme il l'a fait dans le passé.

Avant toute étude de chronique à des fins de prévision, il convient d'abord de redresser la série pour pouvoir l'analyser et déterminer à quel type de loi elle correspond ; et enfin choisir une technique de prévision.

III.1.2. Redressement préalable des chroniques [WHE 83]

Il s'agit d'éliminer les perturbations les plus importantes dont l'origine est parfaitement connue, pour pouvoir rechercher les stabilités significatives des chroniques étudiées.

Un examen de la présentation graphique peut mettre en évidence des observations particulières qu'il est parfois préférable de modifier :

- le premier cas est celui des valeurs aberrantes ;
- le deuxième cas est celui des valeurs hétérogènes.

III.1.3. Composantes d'une série chronologique [BOU 92]

On isole habituellement trois composantes dans les séries temporelles :

- une composante tendancielle appelée encore *TREND*, que l'on notera T_i ;
- une composante saisonnière que l'on notera S_i .
- une composante aléatoire appelé perturbation ou terme résiduel, que l'on notera ε .

III.1.3.1. Composante tendancielle (T_i)

La composante tendancielle (T_i) correspond à une variation lente s'effectuant dans un sens déterminé qui se maintient pendant de longues périodes, et c'est elle qui est susceptible de faire l'objet d'une approche causale, c'est-à-dire d'être expliquée par un modèle économétrique dans lequel la variable étudiée dépend d'une ou plusieurs variables.

Cette composante est, le plus souvent, décrite par une fonction polynomiale en t de degré n (avec $n=1$ ou 2 , mais plus rarement supérieure à 2).

$$T_i = at + b$$

ou

$$T_i = at^2 + bt + c$$

où a, b, c : constantes

On utilise également assez souvent la fonction puissance pour décrire les évolutions de type exponentiel :

$$T_i = T_0 \cdot \beta^{a \cdot t} \quad \text{ou} \quad T_i = T_0 \cdot e^{a \cdot t}$$

Pour certaines chroniques, on utilise encore des lois comme :

$$T_i = \frac{a}{(b + e^{a \cdot t})}$$

III.1.3.2. Composante saisonnière (S_i)

Elle est due à des facteurs exogènes apparaissant de façon régulière. Les variations saisonnières peuvent intervenir de plusieurs façons dans les valeurs observées et ne sont pas nécessairement constantes. Cette composante correspond à des variations s'effectuant au cours de la semaine, du mois, du trimestre. En outre, une même chronique peut être soumise à plusieurs variations saisonnières de périodes éventuellement différentes.

III.1.3.3. La composante aléatoire (ε)

Cette composante représente les fluctuations erratiques de la chronique dues aux accidents conjoncturels. Sa caractéristique est d'être non déterministe car en fait le terme aléatoire auquel se résument certaines chroniques peut correspondre à des processus aléatoires de nature bien différente à savoir :

- Un processus purement aléatoire ;
- Un processus aléatoire dont les paramètres varient au cours du temps ;
- Un processus stationnaire.

III.1.4. Schémas de décomposition d'une chronique [BOU 01]

Les différentes composantes d'une chronique, peuvent se combiner soit de façon additive, soit de façon multiplicative. En pratique, il existe essentiellement trois grands types :

a) **le schéma additif** qui suppose l'orthogonalité (indépendance) des différentes composantes. Il s'écrit :

$$X_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$$

Dans ce schéma, la saisonnalité est rigide en amplitude.

b) **le schéma multiplicatif**

Dans ce schéma, la composante saisonnière est liée à la tendance (saisonnalité souple avec variation de l'amplitude au cours du temps). Il s'écrit :

$$X_t = T_t + S_t \times \varepsilon_t$$

c) **le schéma multiplicatif complet** dans lequel on a une interaction générale des trois composantes.

$$X_t = T_t \times S_t \times \varepsilon_t$$

Ce schéma est le plus utilisé en économie, il est commode puisque le logarithme de la chronique conduit au schéma additif.

III.2. Eléments d'analyse des séries chronologiques [BOU 98], [SYL 97], [MAU 71]

III.2.1. L'autocorrélation et le coefficient d'autocorrélation [BOU 98]

L'autocorrélation est un concept lié à celui de la corrélation (*cf. annexe A*) : il s'agit non pas d'un calcul entre deux chroniques différentes mais entre la série et elle-même à différents décalages dans le temps.

Le coefficient d'autocorrélation d'ordre k est le coefficient de corrélation linéaire calculé entre la série et cette même série décalée de k périodes de temps. Son expression est donnée par :

$$\rho_k = \frac{\text{cov}[X_t, X_{t-k}]}{\sigma_{X_t} \cdot \sigma_{X_{t-k}}} = \frac{\sum_{t=k+1}^n (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^n (X_t - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{t=k+1}^n (X_{t-k} - \bar{X})^2}}$$

avec

\bar{X} : moyenne de la série calculée sur $(n-k)$ périodes, n nombre d'observations.

k : étant le décalage maximum admissible pour que le coefficient d'autocorrélation ait un sens.

$$\text{en général } \frac{n}{6} \leq k \leq \frac{n}{3} \quad \text{ou} \quad k = \frac{n}{5} \quad \text{si } n \geq 150$$

La représentation graphique de la fonction d'autocorrélation (noté FAC) est appelée *corrélogramme*. (*cf. annexe G*)

Nous pouvons en déduire que : $\rho_0 = 1, \rho_k = \rho_{-k}$

Dans la pratique, on préfère calculer la fonction d'autocorrélation d'échantillonnage donnée par :

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad \text{avec} \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t$$

Nous pouvons démontrer, par construction, que ce coefficient reste compris entre -1 et 1, mais réellement, ce coefficient est rarement très proche de l'une de ces deux bornes.

III.2.2. Tests de bruit blanc et de stationnarité [BOU 98]

Si les ρ_k ne sont pas significativement différents de zéro alors le processus étudié est dit sans mémoire (pas de tendance, pas de saisonnalité).

Le test d'hypothèse est donné par :

$$\begin{cases} H_0 & \rho_k = 0 \\ H_1 & \rho_k \neq 0 \end{cases}$$

Si $t_{\text{cal}} > t_{n-2}^{\alpha/2}$: le coefficient d'autocorrélation est significativement différent de zéro

($t_{n-2}^{\alpha/2}$ Valeur de Student au seuil α à $n-2$ degrés de liberté).

Le calcul de ρ_k permet de détecter des liaisons internes à la série.

III.2.2.1. Statistique de Box-Pierce et Ljung-Box [BOU 98]

Le test de **Box-Pierce** permet d'identifier les processus de bruit blanc. Nous devons donc identifier :

$$\begin{cases} \text{cov}(X_t, X_{t-k}) = 0 \\ \text{ou} \\ \rho_k = 0 \end{cases}$$

Un processus de bruit blanc implique que : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$

Soit le test :

$$\begin{cases} H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \\ H_1 : \text{non } H_0 \end{cases}$$

La statistique utilisée est : $Q = n \sum_{k=1}^h \hat{\rho}_k^2$

avec h : nombre de retards ;

$\hat{\rho}_k$: Autocorrélation empirique d'ordre k ;

La statistique de **Box-Pierce** Q est distribuée de manière asymptotique suivant une loi de **khi-deux** à h degrés de liberté.

Si $Q > z_{\alpha}$: alors on rejette l'hypothèse de bruit blanc au seuil α .

(z_{α} : lu dans la table de khi-deux au seuil $(1-\alpha)$ et h degrés de liberté).

Nous pouvons aussi utiliser la statistique dérivée de Q , appelée statistique de **Ljung-Box** :

$$Q' = 2(n+2) \sum_{k=1}^h \frac{\hat{\rho}_k}{n-k}$$

Les propriétés asymptotiques de Q' sont meilleures que celles de Q .

III.2.2.2. Tests de stationnarité [BOU 98], [SYL 97]

1) Tests de DICKEY-FULLER

En plus de la détection de la tendance, les tests de Dickey-Fuller permettent de stationnariser une chronique. Pour ce faire deux types de processus sont distingués :

- Le processus TS (Trend Stationnary) : qui représente une non stationnarité de type déterministe ;
- Le processus DS (Differency Stationnary) : pour le processus non stationnaire aléatoire.

a) Le processus TS

Le processus TS s'écrit :

$$X_t = f_t + \varepsilon_t$$

où f_t : est une fonction polynomiale du temps, linéaire ou non,

ε_t : un processus stationnaire.

Par exemple le processus $X_t = a + b.t + \varepsilon_t$ est un TS de degré 1. Ce processus est non stationnaire car l'espérance mathématique $E[X_t]$ dépend du temps.

b) Le processus DS

Les processus DS sont des processus que l'on peut rendre stationnaires par l'utilisation d'un filtre aux différences :

$$(1-D)^d X_t = \beta + \varepsilon_t$$

où ε_t : est un processus stationnaire,

β : une constante réelle,

D : l'opérateur décalage et d l'ordre du filtre aux décalage.

Ces processus sont souvent représentés en utilisant le filtre aux différences premières ($d = 1$).

Le processus s'écrit alors :

$$(1-D)X_t = \beta + \varepsilon_t \Leftrightarrow X_t = X_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

- $\beta = 0$: le processus DS est dit sans dérive. Il s'écrit $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$
Comme ε_t est un bruit blanc, le processus DS porte le nom de modèle de marche au hasard ou marche aléatoire.
- $\beta \neq 0$ le processus porte le nom de processus DS avec dérive.

En résumé, pour stationnariser un processus TS, la bonne méthode est celle des moindres carrés ordinaires ; pour le processus DS il faut employer le filtre aux différences. Le choix d'un processus DS ou TS comme structure de la chronique n'est donc pas neutre.

c) Tests de racine unitaires : tests de Dickey-Fuller

Les tests de Dickey-Fuller (DF) permettent de mettre en évidence le caractère stationnaire ou non d'une chronique par la détermination d'une tendance déterministe ou stochastique.

Le test de Dickey-Fuller est donné par :

$$\begin{cases} H_0 : & \phi_1 = 1 \\ H_1 : & \text{non } H_0 \end{cases}$$

Le principe du test est simple :

☛ Si l'hypothèse H_0 est retenue pour l'un des trois modèles :

Modèle 1 : $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$ modèle autoregressif d'ordre 1

Modèle 2 : $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$ modèle autoregressif avec constante

Modèle 3 : $X_t = \phi_1 X_{t-1} + b.t + c + \varepsilon_t$ modèle autoregressif avec tendance

le processus est alors non stationnaire.

☛ Si H_0 est acceptée alors la chronique X_t n'est pas stationnaire quelque soit le modèle.

2) Tests de Dickey Fuller augmentés

Dans les modèles précédents, utilisés pour les tests de Dickey Fuller simples, le processus ε_t est par hypothèse, un bruit blanc. Or il n'y a aucune raison pour que, a priori, l'erreur soit non corrélée.

On appelle tests de Dickey Fuller augmentés (DFA) la prise en compte de cette hypothèse.

Soient les modèles :

$$\text{Modèle 4 : } \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$\text{Modèle 5 : } \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + c + \varepsilon_t$$

$$\text{Modèle 6 : } \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + c + bt + \varepsilon_t$$

Le test se déroule de manière similaire aux tests DF simple, seules les tables statistiques diffèrent. La valeur de p est, en général, choisie égale à 4.

III.4. Conclusion

Après avoir présenté les éléments de base d'analyse des séries chronologiques, permettant d'identifier les composantes principales d'une série, il est intéressant de sélectionner les différentes méthodes de prévision définies dans la théorie ainsi que leurs conditions d'utilisation pour pouvoir identifier le modèle qui correspond à notre cas pratique.

CHAPITRE IV :
LES METHODES DE PREVISION

CHAPITRE IV : LES METHODES DE PREVISION

IV.1. Introduction

La prévision recouvre un ensemble de méthodes très diverses qui ont en commun de chercher à réduire l'incertitude liée à la non connaissance du futur. De ce fait, le thème central de la prévision étant l'hypothèse selon laquelle on peut trouver un certain événement futur à partir de ce qui s'est passé auparavant.

Pour répondre aux diverses situations où des prévisions sont nécessaires, un certain nombre de méthodes ou de techniques ont été développé.

IV.2. Classification des méthodes de prévision [GER 00]

Les méthodes de prévision peuvent être classifiées de différentes façons. Le tableau 4.1 propose une classification en deux axes ; selon la nature des prévisions et selon le cadre conceptuel dans lequel s'inscrivent les méthodes de prévision.

Tableau 4.1: Classification des méthodes de prévision

		<i>NATURE DES PREVISIONS</i>	
		<i>SUBJECTIVE</i>	<i>OBJECTIVE</i>
<i>C</i>	<i>A</i>	<i>METHODES EXPLORATOIRES</i>	<i>METHODES DE SERIES CHRONOLOGIQUES</i>
		<ul style="list-style-type: none"> diagrammes et graphiques ajustements de courbes analogies sondages, entrevues et réunion jeux de rôles 	<ul style="list-style-type: none"> moyennes mobiles lissage exponentiel modèles ARIMA méthodes adaptatives méthodes de décomposition
<i>O</i>	<i>N</i>	<i>METHODES NORMATIVES</i>	<i>METHODES CAUSALES</i>
		<ul style="list-style-type: none"> matrice de décision arbre de décision analyse de systèmes simulation 	<ul style="list-style-type: none"> régression linéaire simple régression linéaire multiple régression non linéaire modèles économétriques modèles multivariés

IV.3. Les techniques subjectives [GUE 76]

Ces méthodes consistent à faire un sondage et à interroger les experts et les personnes ayant un avis à donner sur l'évolution de la variable à prévoir. Il est intéressant de souligner la subjectivité de ces méthodes qui se basent sur l'intuition et le jugement des personnes interrogées.

Elles s'appliquent aux études à long terme et elles reposent sur quatre options principales :

1. les études de marché : celles-ci concernent plus précisément le domaine du marketing ;
2. les opinions des gestionnaires et des vendeurs ;
3. méthodes Delphi : basée sur l'opinion des experts ;
4. l'analogie avec les situations passées.

IV.4. Les techniques objectives

IV.4.1. Les méthodes causales ou associatives [MEL 90]

Les méthodes causales constituent une première sous famille des méthodes quantitatives. Elles supposent l'établissement sur la base des données passées d'une relation entre la variable à prévoir (variable expliquée ou endogène) et une ou plusieurs variables (variables explicatives ou exogènes). Cette relation s'appuie sur un modèle explicatif, les méthodes les plus connues sont les modèles économétriques qui se présentent sous la forme de système d'équations reliant la variable à étudier aux autres variables.

IV.4.2. Les méthodes d'extrapolation statistique (séries chronologiques)

Elles sont généralement utilisées pour la prévision à court et moyen termes. Elles consistent à déterminer l'avenir à partir de l'analyse de séries chronologiques du passé.

Nous pouvons classer ces méthodes suivant la nature de la série chronologique :

- ☞ Les méthodes de prévision pour les séries stationnaires ;
- ☞ Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance ;
- ☞ Les méthodes de prévision pour les séries ayant une saisonnalité ;
- ☞ Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance et une saisonnalité.

IV.4.2.1. Les méthodes de prévision pour les séries stationnaires

a) Moyenne mobile simple [GER 00]

La prévision est obtenue en calculant la moyenne arithmétique des observations des n périodes les plus récentes :

$$P_t = \frac{1}{m} \sum_{i=t-m}^{i=t-1} X_i$$

$t : m, \dots, n.$

avec

- m : ordre de la moyenne mobile
- n : nombre d'observations

b) Moyenne mobile pondérée [MEL 90]

L'idée est de faire en sorte que le poids des observations passées utilisées pour obtenir une prévision puisse être différent pour chaque observation :

$$P_t = \sum_{i=t-n}^{i=t-1} w_i X_i$$

avec

$$\begin{cases} 0 \leq w_i \leq 1 \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

Cette méthode s'applique surtout pour les séries semi-stationnaires

c) Le lissage exponentiel simple [GOU 95]

Le lissage simple permet d'obtenir une prévision pour une période t donnée à partir de la prévision et de l'erreur de prévision de la période précédente (période $t-1$).

L'équation de base pour le lissage exponentiel simple est :

$$P_t = P_{t-1} + \alpha \cdot e_{t-1}$$

avec $e_{t-1} = X_{t-1} - P_{t-1}$;

e_{t-1} : Erreur de prévision à la période $t-1$;

α : Constante de lissage ($0 \leq \alpha \leq 1$).

En remplaçant dans la première équation le terme e_{t-1} par son expression, on obtient :

$$P_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha) P_{t-1}$$

C'est l'équation la plus utilisée.

Initialisation

Puisque chaque prévision dépend de l'observation de la période précédente et de la prévision de cette même période, il faut que celle-ci ait été calculée préalablement.

Puisque $P_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha) P_{t-1}$

il s'ensuit que : $P_1 = \alpha X_0 + (1 - \alpha) P_0$

et puisque les observations débutent à la période 1, il est impossible de calculer P_1 . Il faut donc attribuer à P_1 une valeur initiale, qui peut se faire de différentes façons :

1. $P_1 = X_1$;
2. $P_1 = \frac{X_1 + X_2}{2}$;
3. $P_1 =$ valeur arbitraire.

IV.4.2.2. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance

b) Moyennes mobiles doubles [GER 00]

Cette méthode, comme son nom le suggère, consiste à appliquer deux fois consécutivement la technique des Moyennes Mobiles Simples décrite au paragraphe précédent.

$$X'_t = \frac{1}{m} \sum_{i=t-m}^{t-1} X_i$$

$$X''_t = \frac{1}{m} \sum_{i=t-m}^{t-1} X'_i \quad t: m, \dots, n$$

La prévision est donnée par la formule suivante :

$$P_t(h) = a_t - h \cdot b_t$$

avec $a_t = 2X'_t - X''_t$

$$b_t = \frac{2}{n-1} (X'_t - X''_t)$$

b) Le lissage exponentiel double [GOU 95], [LEW 85]

Dans ce cas nous calculons les prévisions après avoir lissé la série deux fois, comme suit :

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

La différence, pour une période donnée, entre la courbe S'_t et la courbe S''_t représente l'augmentation moyenne dans les observations entre la période $(t-1)$ et (t) de sorte que le niveau moyen corrigé pour la période t est :

$$S_t = S'_t + (S'_t - S''_t)$$

Les prévisions pour la période $(t+m)$ sont obtenues par l'équation suivante :

$$P_{t+m} = S_t + b_t m$$

avec
$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S_t)$$

b_t : est l'estimation de la pente pour la période t .

c) Lissage exponentiel à deux paramètres pour une tendance (modèle de Holt) [MEL 90]

Le lissage exponentiel de Holt, appelé aussi lissage exponentiel à deux paramètres pour une tendance, est une méthode de prévision qui estime séparément le niveau moyen des ventes et le taux d'augmentation des ventes par période à chacune des périodes :

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

La prévision est obtenue par l'équation suivante :

$$P_{t+m} = S_t + b_t m$$

avec

S_t : Estimation du niveau moyen pour le période t (incluant la tendance) ;

b_t : Estimation de la pente pour la période t ;

m : Nombre de périodes après la période de la dernière vente réelle disponible pour laquelle une prévision doit être obtenue ;

α, γ : Constantes de lissage ($0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$).

Initialisation

Le lissage exponentiel de Holt est une méthode de lissage donc une méthode récursive où il est nécessaire de calculer les valeurs de S_t et de b_t pour toutes les périodes précédant celle pour laquelle une prévision est requise, en commençant par :

$$\begin{cases} S_1 = X_1 \\ b_1 = X_2 - X_1 \end{cases}$$

IV.4.2.3. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une saisonnalité

Le lissage exponentiel à deux paramètres pour une saisonnalité [MEL 90]

Le lissage exponentiel à deux paramètres pour une saisonnalité comporte deux estimations. La première est destinée à évaluer le niveau moyen désaisonnalisé des observations (S_t) et la deuxième, à évaluer l'indice saisonnier (I_t) qui se rapporte à chacune des périodes occupant la même position à l'intérieur des différents cycles saisonniers de longueur L .

Les équations utilisées sont :

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-L}$$

La prévision est obtenue par l'équation suivante :

$$P_t = S_t I_{t-L+m}$$

Cette méthode s'applique pour des séries sans tendance.

IV.4.2.4. Les méthodes de prévision pour les séries ayant une tendance et une saisonnalité

a) Le lissage exponentiel à trois paramètres pour une tendance et une saisonnalité (modèle de Holt & Winters) [WHE 83], [MEL 90]

Pour effectuer des prévisions à partir de séries ayant une tendance et une saisonnalité, il est nécessaire d'estimer séparément les trois composantes structurelles que sont le niveau moyen désaisonnalisé (incluant la tendance), la pente et l'indice saisonnier pour chacune des périodes.

Cette méthode fait recours à trois équations :

La première procure une estimation du niveau moyen désaisonnalisé pour la période t (incluant la tendance) S_t qui est donnée par l'équation suivante :

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

La deuxième équation procure une estimation de la pente b_t :

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

Enfin, la troisième équation procure une estimation de l'indice saisonnier I_t :

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-L}$$

avec α, β, γ : constantes de lissage ($0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$)

La prévision par cette méthode est obtenue par l'équation :

$$P_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m}$$

Initialisation

Les premières prévisions sont obtenues à partir de la période $L+1$ de sorte que les premières estimations de la pente pour la dernière période du premier cycle (b_L), des indices saisonniers pour toutes les périodes du premier cycle ($I_t, t=1, \dots, L$) et du niveau moyen pour la dernière période du premier cycle (S_L) doivent être fournis :

$$b_L = \frac{1}{L^2} \sum_{t=0}^{L-1} (X_{2L-t} - X_{L-t}) \quad S_L = \frac{X_L}{I_L}$$

$$I_t = \frac{X_t}{\bar{X}}, \quad t=1, \dots, L \quad \text{et} \quad \bar{X} = \frac{1}{L} \sum_{t=1}^L X_t$$

b) La méthode de Box & Jenkins [BOX 76], [BOU 01]

L'approche de Box-Jenkins est tout à fait différente de la plupart des autres méthodes. Elle commence par une loi expérimentale adaptée aux données, elle fournit ensuite des informations explicites qui lui permettent de juger la loi adoptée :

- Si elle est correcte, l'utilisateur peut établir directement la prévision ;
- Sinon, la méthode donne des indications supplémentaires permettant d'identifier la loi correcte et d'apporter de proche en proche des améliorations.

Méthodologie de Box et Jenkins [BOU 01]

Box et Jenkins ont développé une véritable méthodologie de recherche systématique d'un modèle adéquat en fonction de l'étude des corrélogrammes empiriques, ils se réfèrent aux modèles MA, AR et à une combinaison des deux.

Recherche de la représentation adéquate

L'objectif est de chercher parmi tous les modèles (AR, MA, ARMA) (cf. annexe A.2) celui qui semble le mieux adapté, puis de spécifier le (ou les) degré (s) du processus retenu.

Plusieurs étapes sont nécessaires :

1. L'identification

Cette phase consiste à déterminer le modèle adéquat, c'est-à-dire les valeurs des paramètres p , d , q du modèle *ARIMA*. Elle est fondée sur l'étude des corrélogrammes simple et partiel.

2. Estimation et validation

L'estimation des paramètres du modèle est fondée sur la maximisation d'une fonction de vraisemblance.

La validation de la représentation porte sur :

- ◆ Les coefficients du modèle qui doivent être significativement différents de zéro (application du test de Student). Dans le cas contraire, il convient d'envisager une nouvelle spécification éliminant l'ordre du modèle AR ou MA non valide;
- ◆ L'analyse des résidus qui permet de vérifier s'ils sont :

- de moyenne nulle, dans le cas contraire, il convient d'ajouter une constante au modèle ;
- représentatif d'un bruit blanc. Si le résidu n'est pas un bruit blanc, cela signifie que la spécification du modèle est incomplète et qu'il manque au moins un ordre à un processus.

La phase de validation du modèle est très importante et nécessite le plus souvent un retour à la phase d'identification.

3. Prévision

Lorsque le modèle est validé, la prévision peut être calculée pour un horizon h de quelques périodes, limité par la variance de l'erreur de prévision qui augmente rapidement avec l'horizon.

Il est nécessaire, lors de cette étape, de prendre en compte la ou les transformations retenues afin de stationnariser le processus générateur pour qu'il soit identifiable dans la classe des processus ARMA.

Remarque : les prévisions par la méthode de Box et Jenkins sont fournies par plusieurs logiciels tels que TSP, STATISTICA et TSP-EVEWS.

Chaque modèle a ses propres particularités permettant, en fonction de son paramétrage, de mettre en évidence, de manière quantitative ou qualitative, les caractéristiques de base d'une série chronologique de données (but d'un modèle).

Les théoriciens ont défini plusieurs critères permettant de juger la qualité d'un modèle. Il s'agit essentiellement de quelques types d'erreurs commises par le modèle que nous allons définir dans le paragraphe suivant.

IV.4.3. Critères de sélection des méthodes [GER 00], [MEL 90]

Les erreurs de prévision sont une source utile d'information pour quatre raisons :

1. pour l'ajustement des modèles de prévision et de leurs paramètres ;
2. pour l'évaluation des prévisions ;
3. pour l'estimation de l'écart-type des ventes ;
4. pour la détermination du stock de sécurité.

IV.4.3.1. L'erreur moyenne (EM)

L'erreur moyenne est la moyenne périodique des erreurs de prévisions, elle est calculée par :

$$EM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

avec $e_i = X_i - P_i$

L'erreur moyenne est essentiellement une mesure du biais dans les prévisions. Le biais est l'écart systématique entre les objectifs visés et les résultats obtenus.

IV.4.3.2. L'erreur moyenne absolue (EMA)

Cette erreur permet de mesurer, sans égard au signe des prévisions, l'écart moyen entre les réalisations d'une période et la prévision pour cette même période :

$$EMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|$$

Les deux statistiques EM et EMA, sont complémentaires dans la mesure où elles fournissent deux informations différentes concernant les erreurs de prévision :

- ❖ l'EM donne l'indication du biais ;
- ❖ et l'EMA permet de se faire une idée de combien, en moyenne, on se trompe lorsqu'une prévision est générée.

IV.4.3.3. Le pourcentage moyen d'erreur absolue (PMEA)

Le problème avec les statistiques sur les erreurs de prévision vues précédemment est qu'elles sont dépendantes de l'ordre de grandeur des observations pour lesquelles des prévisions ont été obtenues, et il est souvent difficile de se faire une idée sur l'importance réelle que représentent les valeurs de EM, EMA.

Le pourcentage moyen d'erreur absolue permet de mesurer, en pourcentage, l'écart moyen entre les prévisions et les observations correspondantes :

$$PMEA = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{X_i}$$

IV.4.3.4. L'erreur quadratique moyenne

L'erreur quadratique moyenne noté EQM est tout simplement la moyenne des erreurs au carré :

$$EQM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2$$

IV.4.3.5. Estimation de l'écart type (ET)

Cette statistique sert à calculer directement, pour la gestion des stocks, la valeur du stock de sécurité faisant en sorte de maintenir un niveau désiré selon une mesure de service donné.

Elle est calculée à partir de l'EQM :

$$ET = \sqrt{EQM \left(\frac{n}{n-1} \right)}$$

IV.5. Conclusion

Dans la pratique, nous ne pouvons parler de supériorité d'une méthode par rapport à une autre en calculant uniquement ces erreurs, tout dépend du contexte. Ce qui peut bien convenir pour une situation peut se révéler inefficace pour une autre.

Dans cette partie nous avons défini les éléments d'analyse des séries chronologiques, les méthodes de prévision définies par la théorie et les critères de sélection de modèles. Notre tâche devient donc plus facile. Elle consiste à appliquer ces notions à notre cas pratique en suivant la même démarche.

CHAPITRE V :
RECHERCHE DU MODELE APPROPRIE

CHAPITRE V : RECHERCHE DU MODELE APPROPRIE

V.1. Introduction

Dans cette partie nous allons, dans un premier temps analyser les séries chronologiques afin d'identifier leurs composantes principales, en vue de pouvoir sélectionner les méthodes à utiliser dans le modèle de prévision. Pour ce faire nous devons calculer quelques statistiques et développer des tests d'hypothèses définis dans le troisième chapitre. Une fois les composantes principales identifiées nous allons tester les méthodes sélectionnées et nous retiendrons le ou les modèles pour lesquels les critères de décision sont optimaux. Mais, au préalable, il convient de redresser les séries en corrigeant leurs valeurs aberrantes.

V.2. Redressement des chroniques

Le comportement des chroniques des produits Tchik-lait est influencé par plusieurs événements : économiques, climatiques, culturels, religieux,... Pour cela l'étape de redressement s'avère très difficile.

Avant de s'engager dans les corrections des valeurs, il est intéressant de recenser et de classer tous les événements qui sont susceptibles de perturber le processus de distribution ou de production. Nous pouvons les grouper en deux catégories :

- Les événements exceptionnels (cf. annexe F) ;
- Les événements qui reviennent chaque année (cf. § II.5).

Nous représentons par la *figure 5.1* les graphes des séries brute et corrigée du produit UHT (total entreprise). Celles des produits L'ben et Raib sont représentés par les figures *E.6* et *E.9* de l'annexe E.

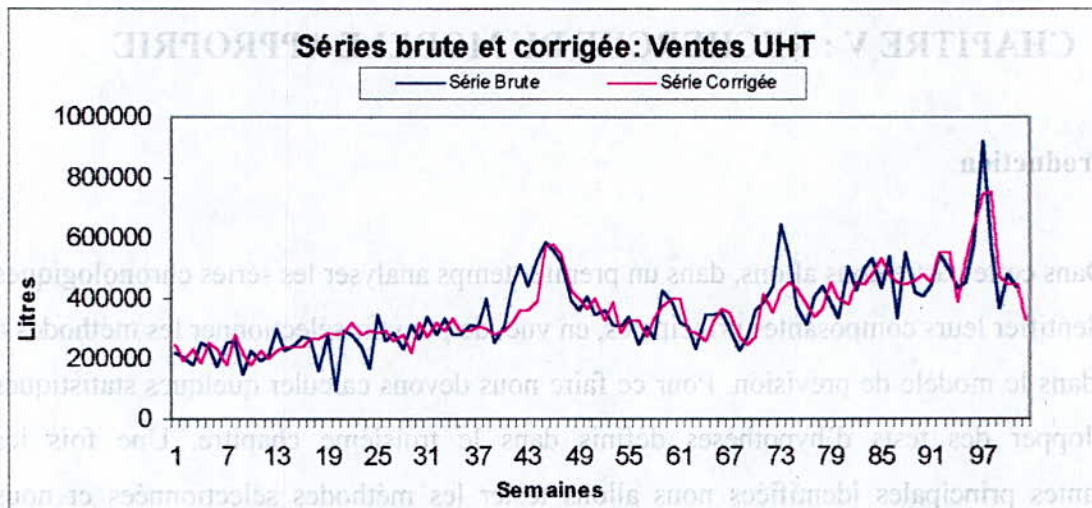


Figure 5.1 : Graphes des séries brute et corrigée des ventes du produit UHT « total entreprise »

V.3. Analyse des séries chronologiques

V.3.1. La stationnarité

Avant le traitement de toute série chronologique, il convient d'en étudier ses caractéristiques stochastiques. Si ces caractéristiques, c'est-à-dire son espérance et sa variance, se trouvent modifiées dans le temps, la série est considérée comme non stationnaire.

Pour notre cas on définit comme série chronologique les ventes des produits Tchinalait. Nous limitons notre étude aux trois produits UHT, L'ben et Raïb.

En effectuant la régression par les moindres carrés ordinaires (MCO) sur les séries, nous constatons qu'elles possèdent une composante tendancielle (pente positive pour le UHT et négative pour les L'ben et Raïb). A ce stade déjà nous pouvons conclure que les séries ne sont pas stationnaires.

On donne dans le tableau suivant les fonctions des droites de régression par produit et par région.

Tableau 5.1 : Equations des droites de régression des produit UHT, L'ben et Raib par région

	BEJAIA	ALGER
UHT	$Y_t = 1362,60t + 142102$	$Y_t = 1313,08t + 76367,85$
L'ben	$Y_t = -167,35t + 37628,92$	$Y_t = -86,26t + 17494,9$
Raib	$Y_t = -138,96t + 31923,51$	$Y_t = 6,63t + 16373,45$

En fait la méthode la plus judicieuse pour étudier la stationnarité ainsi que pour identifier les composantes constituant la série chronologique est celle qui se base sur l'analyse de sa fonction d'autocorrélation (cf. § III.2.1) en définissant le test d'hypothèse suivant :

$$\begin{cases} H_0 : \rho_k = 0 \quad \forall k \\ H_1 : \text{il existe au moins un coefficient } \rho_k \text{ différent de zéro} \end{cases}$$

A l'aide de la statistique de Box-Pierce (cf. § III.2.2.1.) on définit l'intervalle de confiance. Si les coefficients calculés $\hat{\rho}_k$ sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance, le processus est stationnaire au seuil α (généralement $\alpha = 0.05$). Dans le cas contraire, si on trouve au moins un coefficient à l'extérieur de l'intervalle de confiance, ce coefficient est significativement différent de zéro au seuil α .

Pour calculer les corrélogrammes et leurs intervalles de confiances nous avons utilisé le logiciel TSP-Eviews. Les résultats obtenus sont représentés par les tableaux G.1, G.2, et G.3 de l'annexe G.

TSP-Eviews fournit les résultats de la fonction d'autocorrélation simple (colonne AC) et partielle (colonne PAC) avec leurs corrélogrammes respectifs et les bornes de l'intervalle de confiance. Le logiciel calcule également les valeurs de la statistique de Ljung-Box ainsi que les valeurs des probabilités critiques pour chaque coefficient.

En analysant les corrélogrammes des trois séries, nous constatons qu'elles possèdent au moins un coefficient $\hat{\rho}_k$ significativement différent de zéro. Nous remarquons que la statistique Q a une probabilité critique de $0 \quad \forall k$.

Nous avons donc un risque nul de rejeter à tort l'hypothèse de nullité des coefficients ρ_k . Par conséquent les séries ne sont pas stationnaires.

Tests DF et ADF

Les tests de Dickey Fuller et Dickey Fuller Augmentés nous permettent, comme nous l'avons cité dans le troisième chapitre, de déterminer le type de la tendance donc la meilleure manière de stationnariser la série chronologique de son effet tendanciel.

Appliquons ces tests à nos chroniques et suivant le type de processus nous choisissons la méthode adéquate pour les stationnariser comme suit :

- Le processus TS → les moindres carrés ordinaires.
- Le processus DS → le filtre aux différences.

Tableau 5.2 : Résultats du test de Dickey Fuller

		Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
UHT	y_t	$y_t = 0.976 y_{t-1}$	$y_t = 0.70 y_{t-1} + 108735$	$y_t = 0.30 y_{t-1} + 1782 t + 160372$
	t_{cal}	(46.5)	(9.18) (4.17)	(2.66) (5.96) (6.65)
L'ben	y_t	$y_t = 0.995 y_{t-1}$	$y_t = 0.88 y_{t-1} + 4788$	$y_t = 0.80 y_{t-1} - 77 t + 11576$
	t_{cal}	(42.4)	(17.28) (2.4)	(12.85) (-2.13) (3.10)
Raïb	y_t	$y_t = 0.98 y_{t-1}$	$y_t = 0.76 y_{t-1} + 9529$	$y_t = 0.70 y_{t-1} - 50 t + 14093$
	t_{cal}	(44)	(12.55) (3.19)	(10.36) (-1.58) (3.74)

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que les valeurs de t_{cal} sont supérieures à $t_{tab}(102)$. Donc les tests DF et ADF montrent bien qu'il s'agit de séries non stationnaires et elles sont de type DS, donc pour les stationnariser nous effectuons la différenciation de premier ordre.

V.3.2. Analyse de la saisonnalité

En analysant les allures des séries chronologiques, nous constatons l'existence d'un phénomène saisonnier dû au mois de Ramadhan, mais il peut y avoir d'autres phénomènes saisonniers dus à d'autres facteurs (culturels, économiques et autres), pour cela il est intéressant de développer les tests statistiques qui détectent l'existence de la saisonnalité aussi

bien pour les séries avec l'effet de mois de Ramadhan que pour les séries corrigées de l'effet de mois de Ramadhan.

Le test le plus communément employé est celui de Fisher par analyse de la variance du facteur hebdomadaire par rapport à la variance totale de la série. Cela revient à comparer :

- La somme des carrés des écarts prévision et réalisation du modèle à tendance seule ;
- A la somme des carrés des écarts du modèle à tendance et saisonnalité.

En appliquant le test de Fisher (cf. annexe C) sur les différentes séries nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 5.3 : Résultats du test de Fisher

	Béjaïa			Alger		
	UHT	L'ben	Raïb	UHT	L'ben	Raïb
Avec effet Ramadhan	62.26	1400	197.8	21.32	75907	294.8
Sans effet Ramadhan	343.67	7.51	12.58	35.79	26.73	31.25
F_{Tab}	2	2	2	2	2	2

La valeur de F_{cal} est largement supérieure à F_{tab} pour les trois produits, soit avec ou sans effet de Ramadhan, mais ceci ne justifie pas définitivement la saisonnalité car les fluctuations sont intégrées dans le calcul des écarts quadratiques.

Une autre remarque importante est que, lorsqu'on élimine l'effet de mois de Ramadhan F_{cal} de la série UHT augmente alors que celles des produits L'ben et Raïb diminuent.

Donc les séries L'ben et Raïb sont très affectées par l'effet du mois de Ramadhan, mais pour expliquer le deuxième phénomène (UHT) deux situations peuvent se présenter :

- ☞ La série sans effet Ramadhan est saisonnière avec un effet saisonnier très important ;
- ☞ Les valeurs de F_{cal} sont dues aux fluctuations trop élevées.

Donc dans le processus de recherche de modèle approprié pour la série UHT nous devons tester des méthodes traitant des séries avec et sans effet saisonnier, car le fait d'utiliser des méthodes saisonnières pour des séries sans effet saisonnier donne des prévisions souvent fausses.

L'approche standard de sélection des modèles appropriés est décrite par le schéma de la figure suivante :

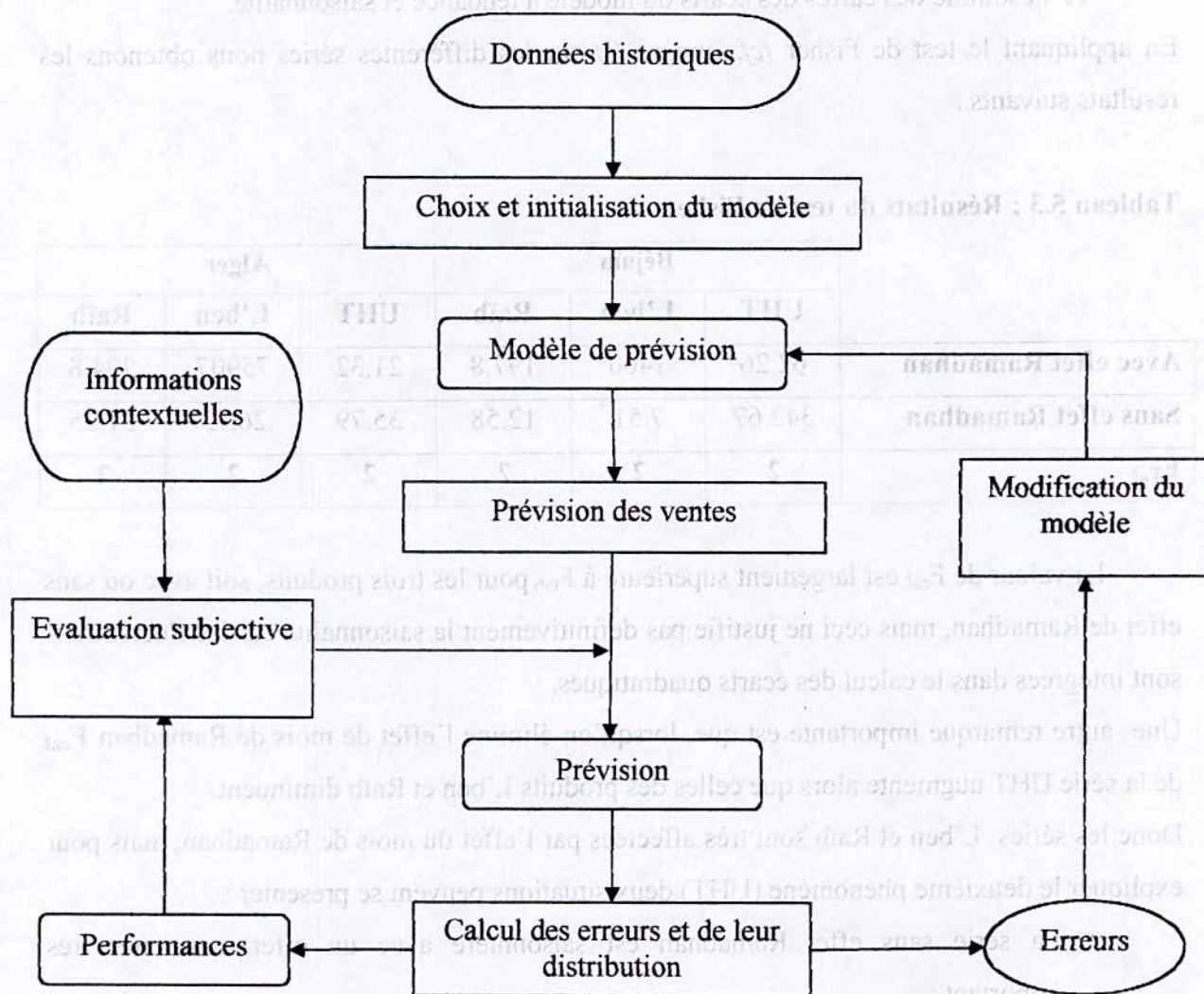


Figure 5.2 : L'ensemble du processus de prévision

V.4. Recherche du modèle le plus approprié

Après avoir analysé les chroniques et identifié leurs composantes principales nous devons tester les méthodes traitant les séries ayant une tendance uniquement ainsi que les méthodes traitant les séries ayant une tendance et une saisonnalité. Nous avons donc sélectionné les méthodes suivantes :

- ☞ Moyenne mobile double ;
- ☞ Lissage exponentiel double ;
- ☞ Lissage à deux paramètres pour une tendance (Holt).
- ☞ Lissage à trois paramètres pour une tendance et une saisonnalité (Holt et Winters).
- ☞ Méthode de Box et Jenkins.

Ce travail est effectué à l'aide de tableur d'Excel pour les quatre premières méthodes et les logiciels TSP-Eview et STATISTICA pour la méthode de Box et Jenkins.

- Pour la moyenne mobile double nous avons testé le modèle avec les ordres $m=3,4$ et 5 , la valeur optimale du critère de décision (PMEA) est atteinte pour $m=3$.
- Pour les méthodes de lissage exponentiel (double, à deux paramètres et Holt et Winters), nous avons élaboré une procédure qui nous donne les valeurs des critères de PMEa, EA et EQM pour toute valeur donnée des paramètres (Alpha, Bêta et Gamma) comprise entre 0 et 1. Par la suite en faisant varier les paramètres de 0 à 1 avec un pas de 0.05, nous retenons les paramètres pour lesquels les trois critères atteignent leurs valeurs optimales.

Les valeurs des paramètres retenues sont données dans le tableau 5.4 :

Tableau 5.4 : Valeurs retenues des paramètres de lissage exponentiel

Produits par région		Lissage exponentiel double	Lissage exponentiel à 2 paramètres		Lissage exponentiel à 3 paramètres		
		α	α	γ	α	β	γ
UHT	Béjaia	0,25	0,25	0,20	0,20	0,50	0,10
	Alger	0,15	0,35	0,20	0,30	0,50	0,30
	Total	0,20	0,30	0,20	0,35	0,50	0,20
L'ben	Béjaia	0,35	0,70	0,20	0,40	0,40	0,25
	Alger	0,35	0,80	0,20	0,55	0,50	0,25
	Total	0,50	0,80	0,20	0,45	0,50	0,20
Raïb	Béjaia	0,30	0,75	0,20	0,40	0,50	0,15
	Alger	0,25	0,50	0,20	0,15	0,50	0,35
	Total	0,30	0,65	0,20	0,35	0,50	0,20

Nous regroupons dans les tableaux suivants les résultats obtenus par les quatre premières méthodes.

a. Le Pourcentage Moyen de l'Erreur Absolue

Tableau 5.5 : Le pourcentage moyen de l'erreur absolue

Méthodes	UHT			L'ben			Raïb		
	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total
Moyenne mobile double	0,25	0,18	0,18	0,28	0,40	0,25	0,26	0,28	0,22
Lissage exponentiel double	0,22	0,14	0,15	0,25	0,43	0,23	0,27	0,25	0,21
Lissage à deux paramètres	0,22	0,14	0,15	0,25	0,38	0,22	0,26	0,25	0,21
Lissage à trois paramètres	0,30	0,25	0,21	0,43	0,49	0,36	0,40	0,35	0,28

Interprétation

- ☞ La valeur la plus petite de PMEA est de 14 %, donnée par le lissage exponentiel double et le lissage à deux paramètres pour les ventes UHT Alger ;
- ☞ Les valeurs de PMEA données par la méthode de lissage exponentiel à deux paramètres sont minimales pour les trois produits et pour les deux régions ;
- ☞ Les valeurs de PMEA de la série UHT sont moins importantes que celle des séries L'ben et Raïb pour les quatre modèles.

Produits par région	Lissage exponentiel à 2 paramètres			Lissage exponentiel à 3 paramètres		
	α	β	γ	α	β	γ
UHT	Béjaia	0,22	0,25	0,22	0,20	0,10
	Alger	0,14	0,18	0,14	0,18	0,18
	Total	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L'ben	Béjaia	0,25	0,25	0,25	0,40	0,22
	Alger	0,38	0,43	0,38	0,43	0,40
	Total	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Raïb	Béjaia	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
	Alger	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
	Total	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

b. Erreur algébrique moyenne

Tableau 5.6: Erreurs Algébriques moyennes

Méthodes	UHT			L'ben			Raïb		
	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total
Moyenne mobile double	-844,39	-619,16	-1463,55	-44,07	130,13	86,06	-262,94	-99,76	-362,70
Lissage exponentiel double	-1719,04	512,80	-2110,63	-113,14	-58,41	-90,39	-149,59	-170,57	-296,70
Lissage à deux paramètres	2745,83	2745,83	2215,68	145,14	52,06	165,84	149,60	167,70	300,81
Lissage à trois paramètres	-18809,67	-3102,30	-9400,05	-1672,57	-1099,48	-2105,08	-295,24	-1268,16	-518,23

Interprétation

- Les valeurs de l'erreur algébrique pour les modèles 1, 2, et 4 sont toutes négatives. La prévision par ces modèles a sous-estimé les ventes, nous disons donc que ce sont des modèles pessimistes.
- Alors que ces valeurs sont positives pour le lissage exponentiel à deux paramètres, La prévision par ce modèle a surestimé les ventes, nous disons donc qu'il est optimiste.

c. Erreur quadratique moyenne

Tableau 5.7 : Erreurs quadratiques moyennes

Méthodes	UHT			L'ben			Raïb		
	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total
Moyenne mobile double	3,92E+09	1,41E+09	6,39E+09	5,70E+07	2,85E+07	1,10E+08	4,64E+07	4,14E+07	1,30E+08
Lissage exponentiel double	2,68E+09	8,88E+08	4,24E+09	5,22E+07	2,40E+07	9,99E+07	3,51E+07	2,59E+07	8,49E+07
Lissage à deux paramètres	2,44E+09	9,20E+08	4,12E+09	4,85E+07	1,95E+07	8,80E+07	3,44E+07	2,55E+07	8,04E+07
Lissage à trois paramètres	5,84E+09	2,85E+09	1,06E+10	1,32E+08	3,37E+07	2,04E+08	6,40E+07	4,36E+07	1,35E+08

Cette erreur nous informe sur l'existence des erreurs de prévisions trop élevées, ce qui est le cas pour le modèle Holt & Winters (lissage à trois paramètres).

L'approche que nous avons adoptée consiste à tester les différentes méthodes de prévisions développées par la théorie en cherchant les modèles qui s'adaptent mieux à notre cas. Or nous avons constaté que la qualité des résultats ne s'améliore pas. A ce stade nous avons conclu que la détection des composantes saisonnières et tendancielle des chroniques étudiées ne dépend pas de la performance des modèles.

En fait, Ces résultats sont essentiellement dus aux changements de comportement des séries dans le temps et aux fluctuations qui sont d'ordre relativement très élevé.

Nous pouvons visualiser ce phénomène en dessinant les courbes de Gauss (Histogrammes) des trois séries:

Ces courbes nous informent sur la dispersion des données par rapport à la moyenne : plus les fluctuations sont importantes plus la courbe de Gauss s'écarte de la moyenne c'est-à-dire que son écart type est très important.

c. Erreur quadratique moyenne

Tableau 5.7: Erreurs quadratiques moyennes

Méthodes	L HT			L'pb			Rabp		
	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total	Béjaia	Alger	Total
Moyenne mobile double	3,92E+00	1,74E+00	6,70E+00	2,70E+00	4,92E+00	1,10E+00	4,04E+00	4,14E+00	1,30E+00
Lissage exponentiel double	2,58E+00	8,82E+00	4,24E+00	2,12E+00	2,40E+00	2,90E+00	3,21E+00	1,59E+00	2,10E+00
Lissage à deux paramètres	2,44E+00	6,20E+00	4,12E+00	4,82E+00	1,92E+00	2,40E+00	2,44E+00	2,52E+00	8,04E+00
Lissage à trois paramètres	2,81E+00	2,82E+00	1,00E+10	1,22E+00	2,17E+00	2,94E+00	2,40E+00	4,26E+00	1,32E+00

Cette erreur nous informe sur l'existence des erreurs de prévisions trop élevées, ce qui est le cas pour le modèle Holt & Winters (lissage à trois paramètres).

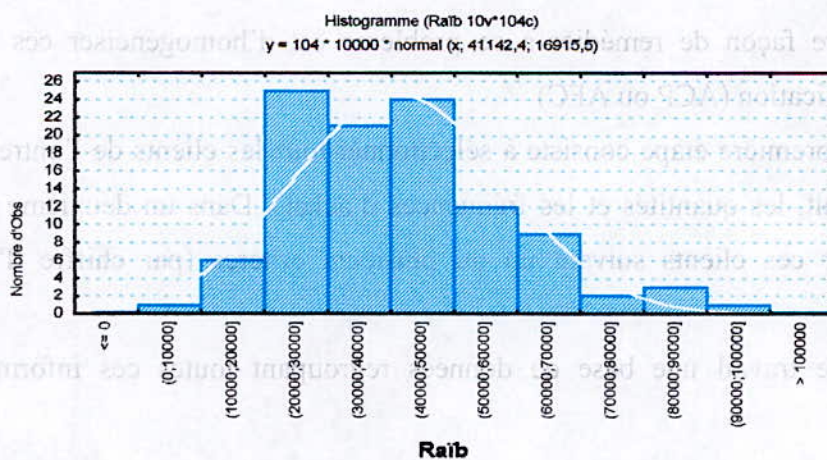
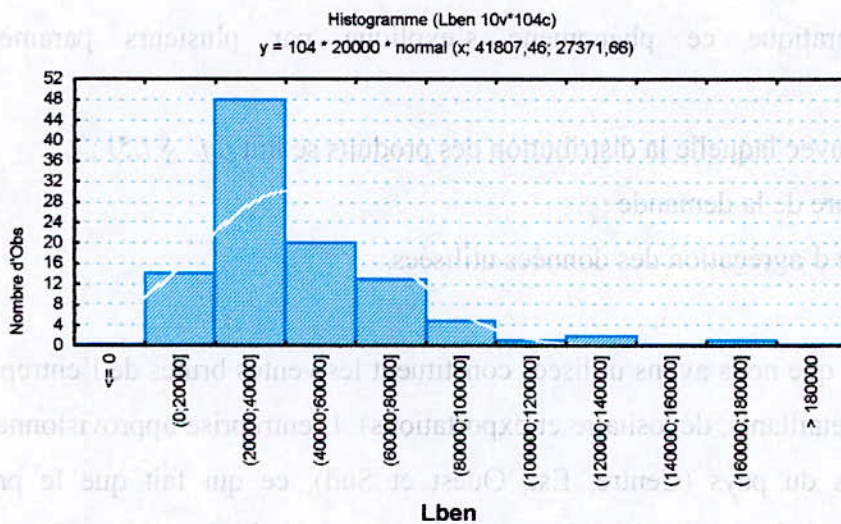
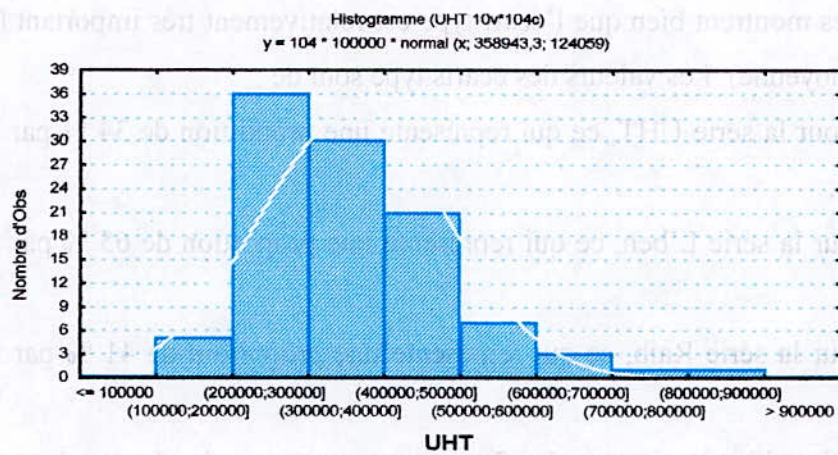


Figure 5.3 : histogrammes des séries chronologiques UHT, L'ben et Raïb

Ces histogrammes montrent bien que l'écart type est relativement très important (les courbes s'écartent de la moyenne). Les valeurs des écarts type sont de :

- 124059 pour la série UHT, ce qui représente une proportion de 34 % par rapport à la moyenne ;
- 27371 pour la série L'ben, ce qui représente une proportion de 65 % par rapport à la moyenne
- 16915 pour la série Raib, ce qui représente une proportion de 41 % par rapport à la moyenne.

Ces chiffres justifient bien l'existence des fluctuations avec un ordre de grandeur relativement élevé.

Dans la pratique ce phénomène s'explique par plusieurs paramètres, mais essentiellement :

- La façon avec laquelle la distribution des produits se fait (*cf.* § 1.5) ;
- La structure de la demande ;
- Le niveau d'agrégation des données utilisées.

Les données que nous avons utilisées constituent les ventes brutes de l'entreprise (ventes aux grossistes, détaillants, dépositaire et exportations). L'entreprise approvisionne également plusieurs régions du pays (Centre, Est, Ouest et Sud), ce qui fait que le processus de distribution n'est pas homogène par conséquent les données utilisées ne le sont pas également, d'où la présence de ces fluctuations.

La meilleure façon de remédier à ce problème est d'homogénéiser ces données en faisant une classification (ACP ou AFC).

Pour ce faire, la première étape consiste à sélectionner tous les clients de l'entreprise : leurs achats (par produit, les quantités et les fréquences d'achat). Dans un deuxième temps nous devons regrouper ces clients suivant un ou plusieurs critères (par chiffre d'affaire, par région,...).

Pour effectuer ce travail une base de données regroupant toutes ces informations est indispensable.

Comme dans l'état actuel nous ne disposons pas de ce type d'informations, nous devons donc nous limiter à quelques techniques de correction des données.

Donc dans notre approche, au lieu de continuer à chercher des modèles de plus en plus sophistiqués, nous devons penser à construire un modèle simple, ou à améliorer les modèles déjà testés en y intégrant d'autres options qui prennent en compte ces phénomènes. En d'autre terme, la vraie problématique c'est de trouver un modèle très réactif aux changements de structure de la série et corrigeant (lissant) cette dernière de ses fluctuations aléatoires.

Le problème de la rigidité des méthodes de lissage est dû à la rigidité de leurs paramètres (α , β , γ). Une fois ces paramètres choisis, ils demeurent constants dans le temps, ce qui fait que les modèles n'arrivent pas à ajuster les changements survenus sur la tendance ou la saisonnalité. Pour remédier à ce problème, nous devons construire un modèle de lissage souple avec des paramètres évoluant avec le changement de comportement de la série.

La procédure de régulation d'un coefficient de lissage

En cas d'erreur de prévision constatée, deux interprétations sont possibles :

- il s'agit d'un accident, le coefficient α doit alors diminuer afin de gommer l'effet de cette valeur anormale ;
- il s'agit d'une rupture de tendance durable, le coefficient α doit être augmenté afin d'intégrer rapidement cette rupture.

La procédure de contrôle de coefficient α (cf. annexe D.2) permet de rendre le modèle souple et réactif aux changements de structures.

Lissage des séries

Plusieurs méthodes existent pour lisser la chronique de ses fluctuations, mais nous devons nous assurer au début qu'il s'agit bien de fluctuations provenant des aléas et non pas d'un effet saisonnier. La méthode la plus utilisée pour lisser une série chronologique est la moyenne mobile avec un ordre faible (pour ne pas gommer l'effet saisonnier).

Cette technique consiste à remplacer chaque valeur X_t par la moyenne des valeurs de X_{t-1} , X_t , X_{t+1} . Notons que lorsque la chronique n'est pas affectée des fluctuations l'effet de ce lissage est très réduit.

Prenons l'exemple de la période 2002 pour les ventes du lait UHT Alger, qui sont relativement stables. Le lissage de cette chronique a donné une différence moyenne de 5%. Notre décision doit donc se baser sur ce critère. Pour cette série nous disons que l'effet des fluctuations est estimé à 5 %.

Une autre possibilité pour remédier à ce problème de fluctuations c'est d'augmenter l'horizon de la période de prévisions. Donc au lieu d'opter pour des prévisions à court terme, on rassemble les ventes de l'entreprise en deux ou quatre semaines ce qui fait que les fluctuations vont s'annuler les unes les autres.

La procédure de régulation d'un coefficient de lissage

En cas d'erreur de prévision constante, deux interprétations sont possibles :

- Il s'agit d'un accident, le coefficient α doit alors diminuer afin de donner l'effet de cette valeur anormale ;

- Il s'agit d'une rupture de tendance durable, le coefficient α doit être augmenté afin d'ajuster rapidement cette rupture ;

La procédure de contrôle de coefficient α (L. Winters, 1973) permet de rendre le modèle souple et réactif aux changements de structures.

Lissage des séries

Plusieurs méthodes existent pour lisser la chronique de ses fluctuations, mais nous devons nous assurer au début qu'il s'agit bien de fluctuations provenant des aléas et non pas d'un effet saisonnier. La méthode la plus utilisée pour lisser une série chronologique est la moyenne mobile avec un ordre finie (pour ne pas donner l'effet saisonnier).

CHAPITRE VI :
PRESENTATION DES MODELES
ADOPTES ET APPLICATION

CHAPITRE VI : PRESENTATION DES MODELES ADOPTES ET APPLICATION

VI.1. Présentation des modèles adoptés

Suites aux problèmes rencontrés dans l'analyse précédente, nous avons opté pour trois modèles : un modèle hebdomadaire, un modèle par deux semaines et un modèle par quatre semaines. Nous avons retenu les méthodes de lissage exponentiel :

- Lissage exponentiel double ajusté par des indices saisonniers pour le lait UHT, car la série présente une tendance importante.
- Lissage exponentiel simple ajusté par des indices saisonniers pour les produits frais, car les séries présentent des tendances très faibles.

VI.1.1. Modèle de prévision hebdomadaire

Dans ce modèle nous avons utilisé comme données les ventes hebdomadaires, mais avec quelques redressements.

En plus de la correction des valeurs aberrantes dues à des événements exceptionnels, nous avons effectué trois autres redressements :

- ☞ *Lissage de la série brute par une moyenne mobile d'ordre 3* : c'est un redressement qui se fait sur la série brute (avant le calcul des prévisions). Il permet de lisser la série (gommer les fluctuations) comme le montre la figure suivante

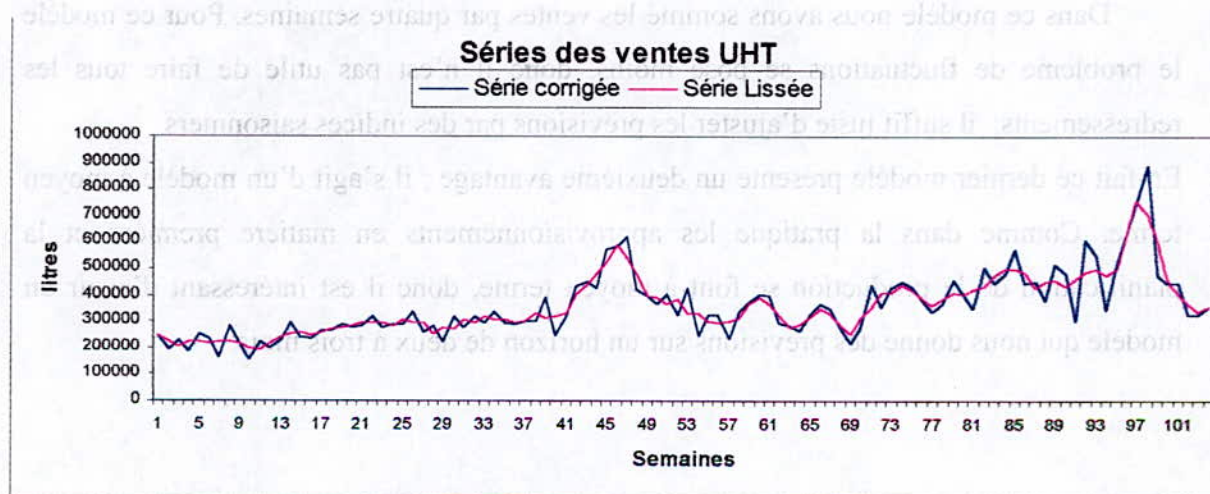


Figure 6.1 : Lissage de la série des ventes UHT à l'aide de MM (3)

- ☞ **Régulation de coefficient de lissage** : c'est un redressement qui se fait au moment du calcul des prévisions en corrigeant le paramètre alpha d'une façon automatique à l'aide d'une procédure de régulation (cf. *Annexe D.2*).
- ☞ **Ajustement des prévisions par des indices saisonniers** : une fois les prévisions calculées, on les ajuste par des indices saisonniers. Ces indices jouent un autre rôle : comme les méthodes de lissage présentent souvent un retard, il est intéressant d'estimer ce retard en calculant le rapport « Ventes réalisées/ventes prévues » et d'ajuster par la suite les prévisions par ces indices. Ces indices sont estimés à l'aide des données historiques et d'autres paramètres subjectifs. En réalité un historique de deux ans est insuffisant pour une bonne estimation de ces indices, donc ils doivent faire l'objet d'autres corrections dans les années à venir.

VI.1.2. Modèle de prévision par deux semaines

Dans ce modèle nous avons rassemblé les ventes en deux semaines, ce qui fait 26 périodes dans l'année. Nous avons effectué deux redressements :

- ☞ Lissage de la série par une moyenne mobile d'ordre 3 ;
- ☞ Ajustement des prévisions par des indices saisonniers.

VI.1.3. Modèle de prévision par quatre semaines

Dans ce modèle nous avons sommé les ventes par quatre semaines. Pour ce modèle le problème de fluctuations se pose moins, donc il n'est pas utile de faire tous les redressements, il suffit juste d'ajuster les prévisions par des indices saisonniers.

En fait ce dernier modèle présente un deuxième avantage ; il s'agit d'un modèle à moyen terme. Comme dans la pratique les approvisionnements en matière première et la planification de la production se font à moyen terme, donc il est intéressant d'avoir un modèle qui nous donne des prévisions sur un horizon de deux à trois mois.

VI.2. Application numérique et validation des Modèles

Avant de mettre en œuvre tout modèle de prévision il doit être validé. La validation constitue la dernière étape d'élaboration d'un modèle de prévision. Elle se fait en comparant les erreurs de prévision commises par le modèle et l'erreur tolérée par l'entreprise. Cette dernière est fixée suivant la quantité maximale de produits que l'entreprise est prête à mettre en stocks.

Nous utilisons les données historiques (deux années) pour valider nos modèles, et nous choisissons la série du Lait UHT, car les ventes de ce produit sont relativement régulières. Les prévisions et les erreurs des autres séries sont données dans les annexes I, J, K

Nous regroupons dans le tableau suivant les erreurs moyennes des trois modèles :

Tableau 6.1 : Erreurs moyennes des prévisions par les modèles hebdomadaire, en deux semaines et en quatre semaines (série UHT)

	Modèle hebdomadaire	modèle en deux semaines	modèle en quatre semaines
PMEA	6,99%	7,87%	9,04%
EMA	24715,27	55564,29	126683,98
EQM	1,11E+09	5,18E+09	2,78E+10
ET	33944,58	73271,05	169784,23

Les graphes de la page suivante nous donnent les courbes des séries corrigées et des prévisions données par les trois modèles :



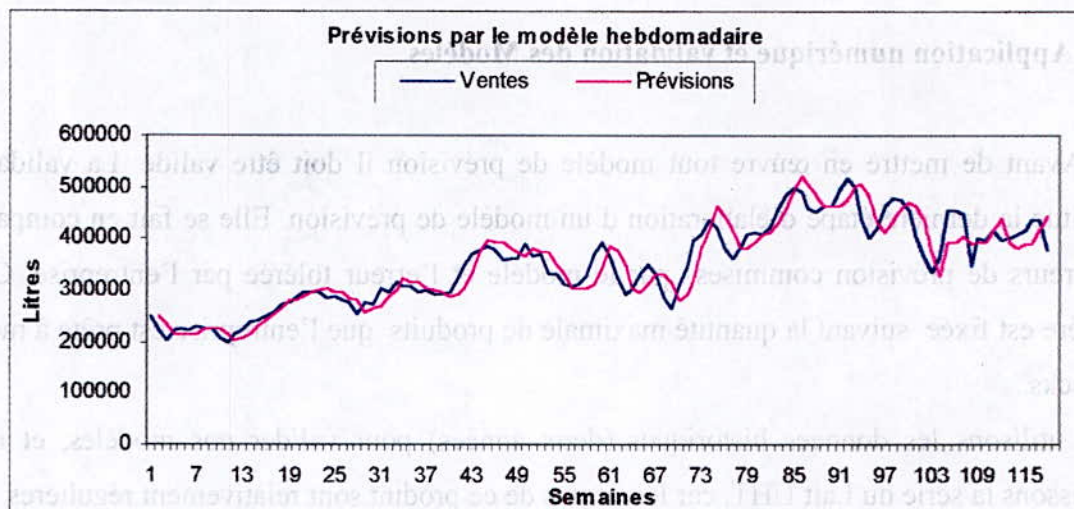


Figure 6.2 : Prévisions par le modèle hebdomadaire « lait UHT »

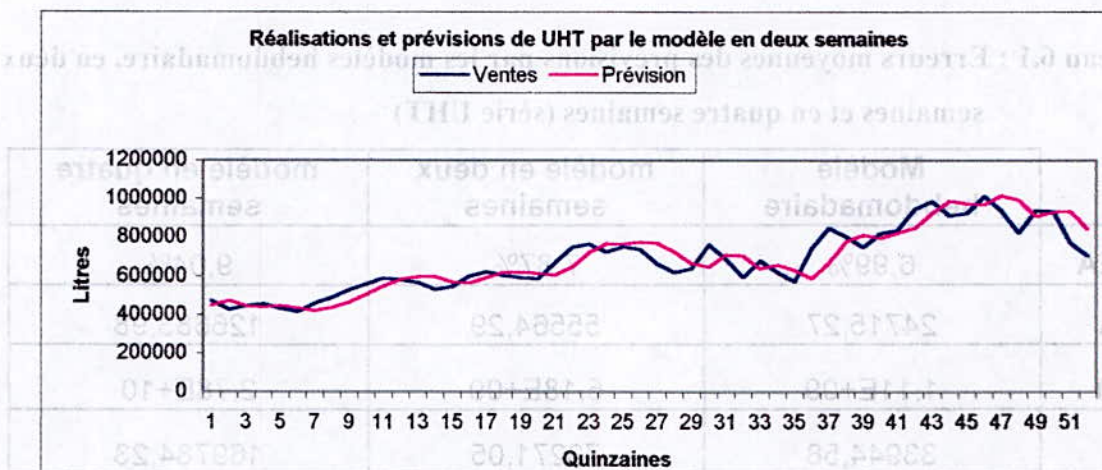


Figure 6.3 : Prévisions par le modèle en deux semaines « lait UHT »

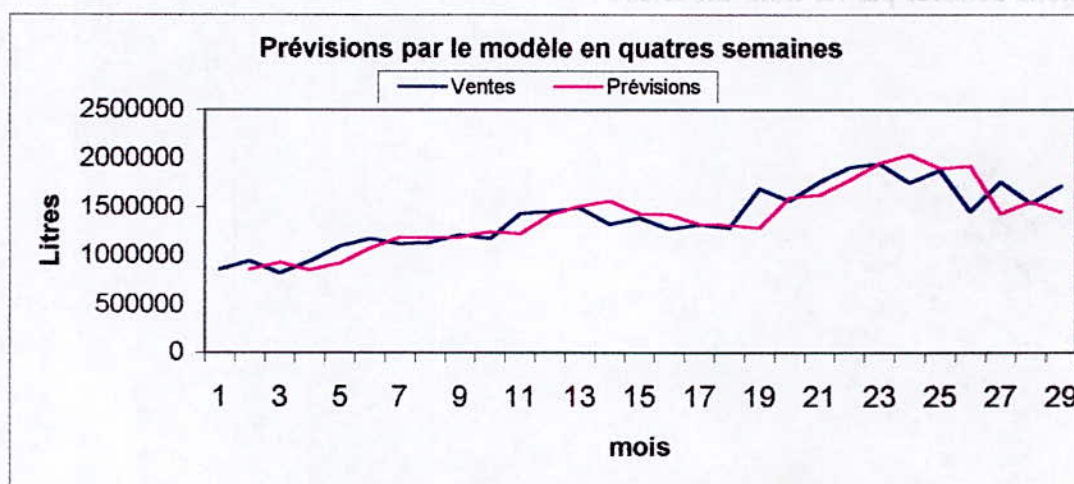


Figure 6.4 : Prévisions par le modèle en quatre semaines « lait UHT »

Le pourcentage moyen d'erreur absolue des trois modèles est inférieur à 10 %, alors qu'il était supérieur à 14 % dans les premiers modèles que nous avons testé.

Comme les données que nous avons utilisées sont affectées par des fluctuations relativement très élevées, une erreur de 10% peut constituer un résultat satisfaisant.

VI.3. Présentation de l'application informatique

VI.3. 1. Introduction

Afin d'exploiter nos résultats sur le terrain, il est nécessaire de développer une application informatique (logiciel). Ce dernier doit être conçu de manière à répondre aux besoins que nous avons cité dans la problématique. Il doit également prendre en considération la structure du système d'information de l'entreprise.

Nous présentons dans ce paragraphe l'essentiel de cette application.

VI.3. 2. Objectif

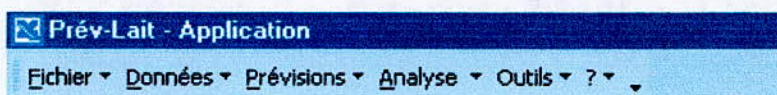
Il s'agit d'un système de prévision à court et à moyen termes. Dans cette application nous avons modélisé et programmé le modèle décrit dans le paragraphe précédent. En plus du calcul des prévisions l'application constitue également une base de données, où nous avons sauvegardé les ventes de tous les produits par semaine et par centre de distribution (Bejaia, Zéralda et Dar El Beida).

VI.3. 3. Langage de programmation et la base de données

Nous avons utilisé le langage de programmation orienté objet Visual Basic. Comme la majorité des entreprises travaillent avec le tableur de l'Excel, ce qui est le cas pour l'entreprise Tchén-Lait, notre travail est effectué donc dans un classeur d'Excel. Ce dernier est constitué de plusieurs feuilles : 52 feuilles pour sauvegarder les rapports d'activité hebdomadaires, une feuille pour sauvegarder l'historique des ventes de tous les produits, des feuilles pour la saisie des ventes de l'année en cours, une pour les indices saisonniers ainsi que d'autres feuilles pour la gestion de la base de données.

VI.3. 4. Présentation

A l'ouverture du classeur d'Excel une barre de menu s'affiche. Cette barre est constituée de six menus comme le montre le schéma suivant :



Les différents sous-menus et les barres de commande du logiciel sont donnés dans l'organigramme (figure 6.5) de la page suivante :

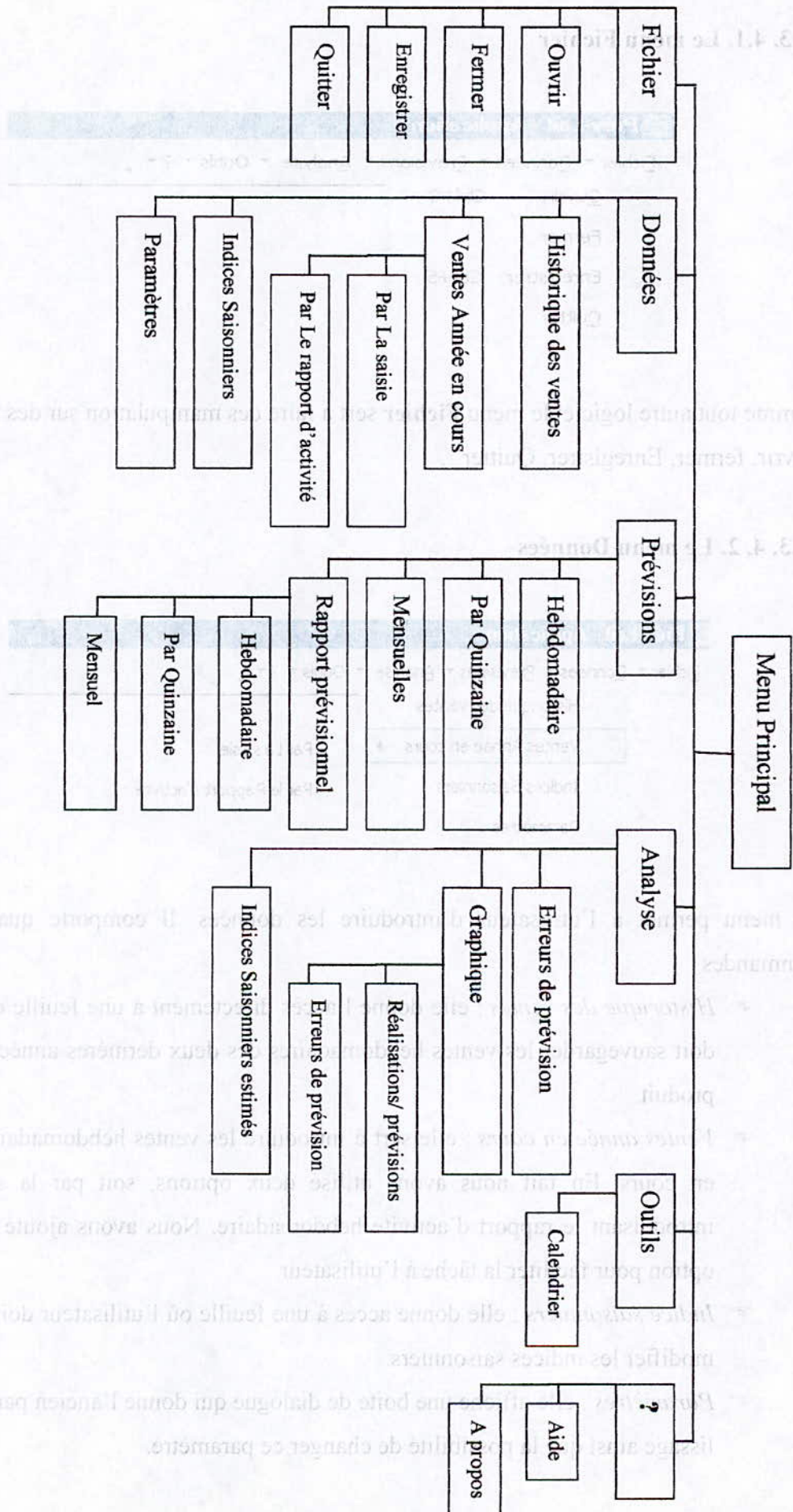
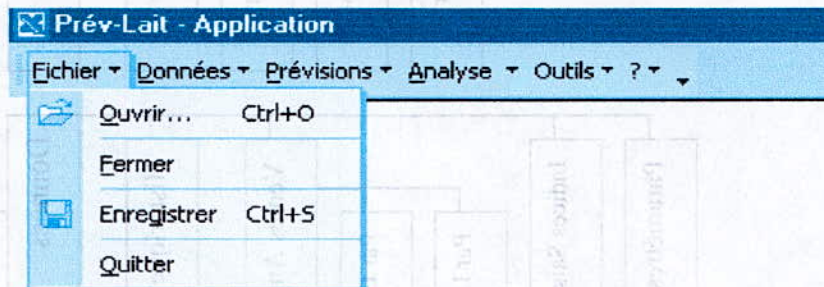


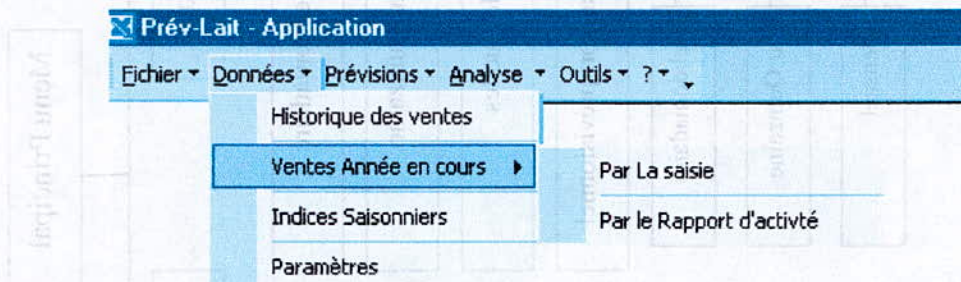
Figure 6.5. Organigramme du menu principal

VI.3. 4.1. Le menu Fichier



Comme tout autre logiciel le menu **Fichier** sert à faire des manipulation sur des fichiers : Ouvrir, fermer, Enregistrer, Quitter...

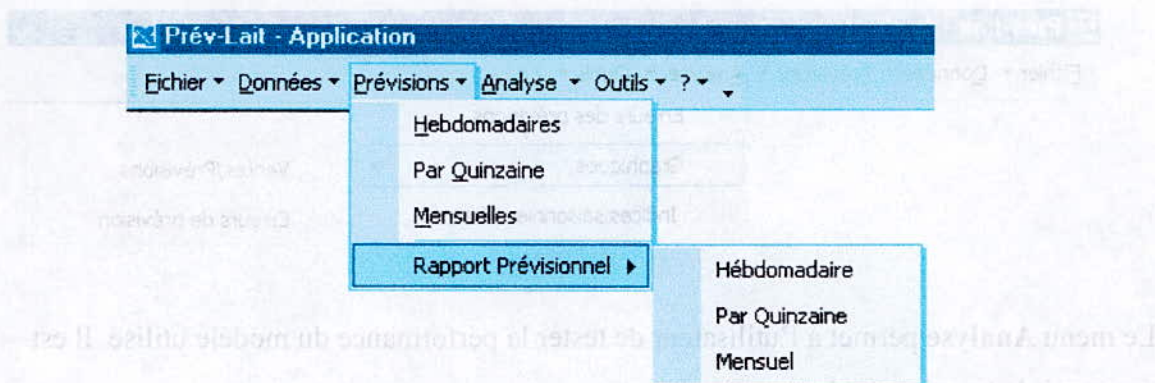
VI.3. 4. 2. Le menu Données



Ce menu permet à l'utilisateur d'introduire les données. Il comporte quatre barres de commandes :

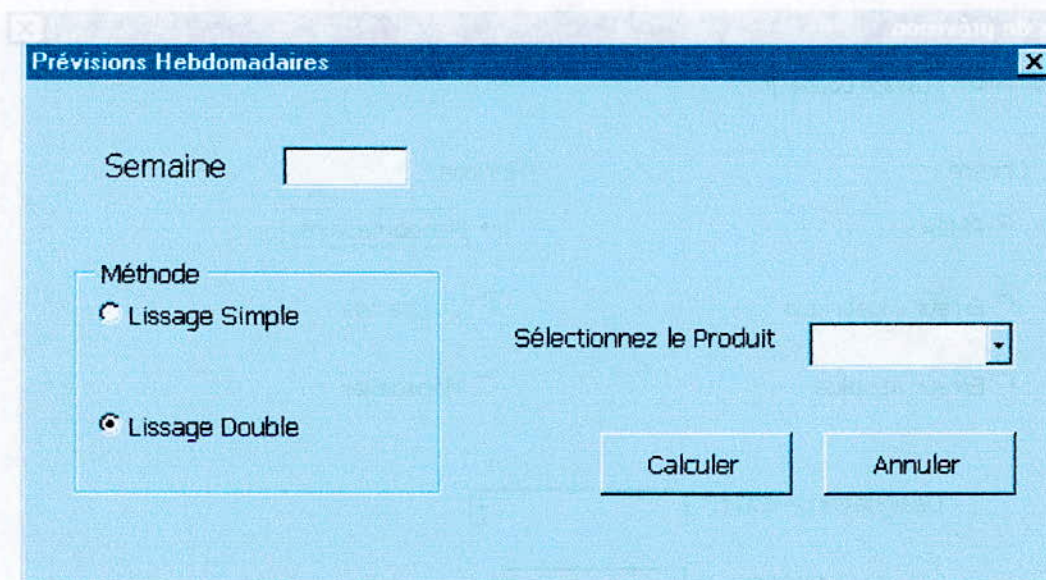
- ☞ *Historique des ventes* : elle donne l'accès directement à une feuille où l'utilisateur doit sauvegarder les ventes hebdomadaires des deux dernières années pour chaque produit.
- ☞ *Ventes année en cours* : elle sert à introduire les ventes hebdomadaires de l'année en cours. En fait nous avons utilisé deux options, soit par la saisie, soit en introduisant le rapport d'activité hebdomadaire. Nous avons ajouté cette dernière option pour faciliter la tâche à l'utilisateur.
- ☞ *Indice saisonniers* : elle donne accès à une feuille où l'utilisateur doit introduire ou modifier les indices saisonniers.
- ☞ *Paramètres* : elle affiche une boîte de dialogue qui donne l'ancien paramètre de lissage ainsi que la possibilité de changer ce paramètre.

VI.3. 4. 3. Le menu Prévisions



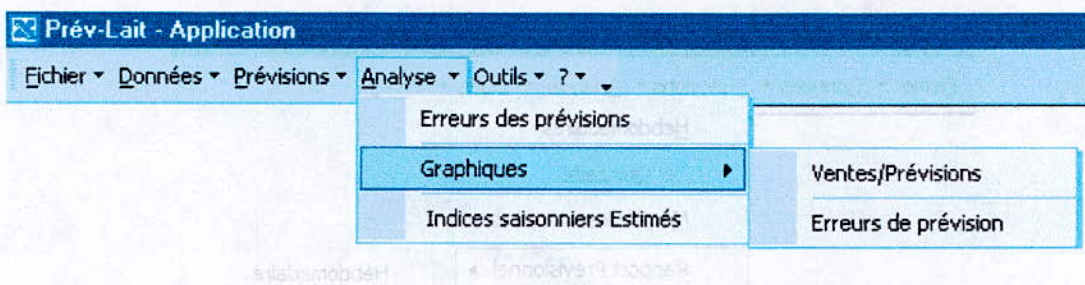
Le menu **Prévision** permet le calcul des prévisions. Il est constitué également de quatre barres de commandes :

- ☛ Les trois premières barres affichent une boîte de dialogue qui permet à l'utilisateur d'introduire les informations nécessaires pour calculer les prévision :



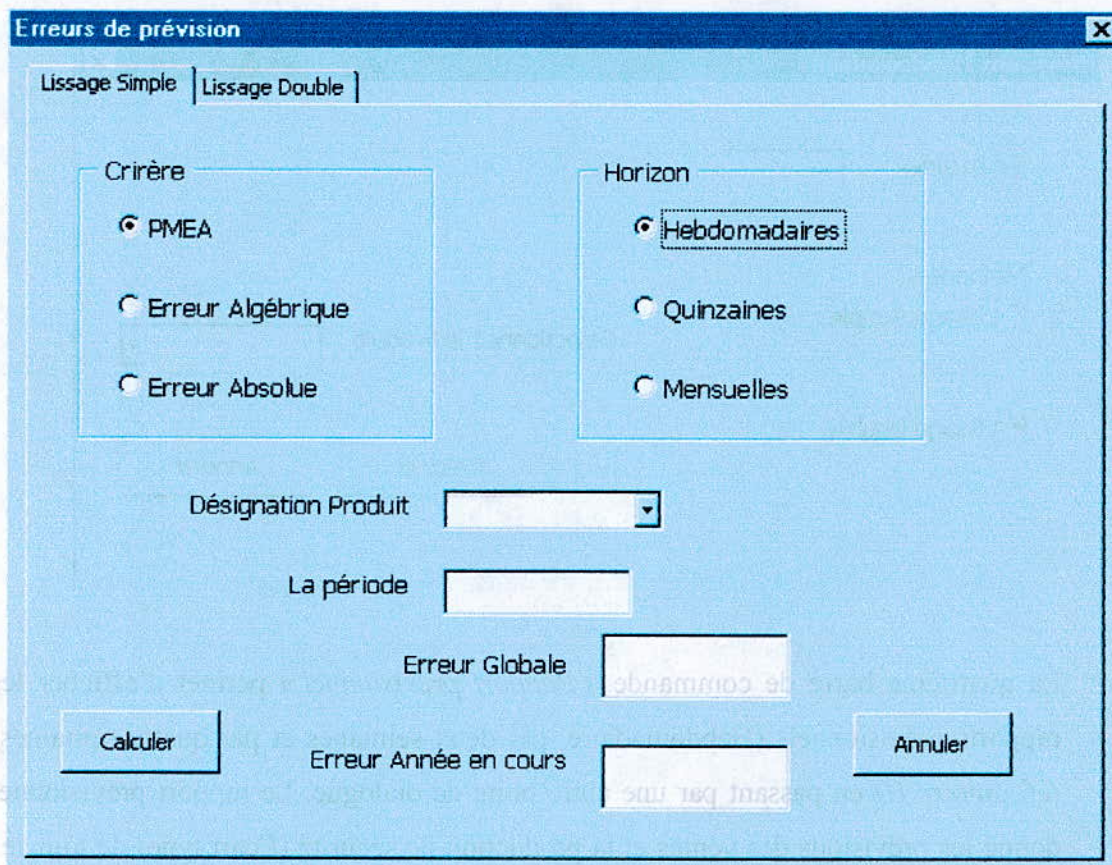
- ☛ La quatrième barre de commande « *Rapport prévisionnel* » permet d'afficher les rapports prévisionnels (Hebdomadaire, par deux semaines et par quatre semaines) (cf. annexe H) en passant par une autre boîte de dialogue. Le rapport prévisionnel donne les prévisions des ventes et la production de sécurité (Ecart type) de tous les produits rassemblés dans un tableau et sur un horizon de trois périodes.

VI.3. 4. 4. Le menu Analyse



Le menu **Analyse** permet à l'utilisateur de tester la performance du modèle utilisé. Il est composé de trois barres de commandes :

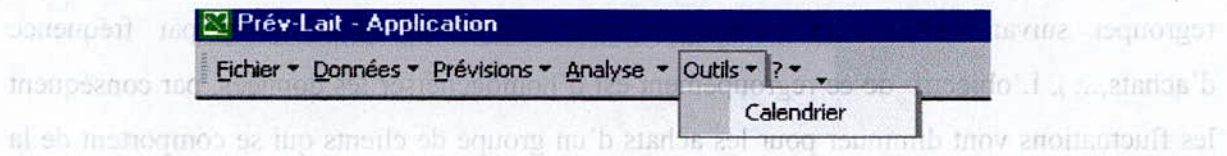
- ☛ *Erreurs de prévisions* : elle affiche une boîte de dialogue qui nous donne les trois types d'erreurs que nous avons défini (PMEA, Erreur Algébrique et l'Erreur Absolue)



☞ *Graphiques* : elle nous permet de visualiser les représentations graphiques Prévisions/réalisations ainsi que celle des erreurs de prévisions.

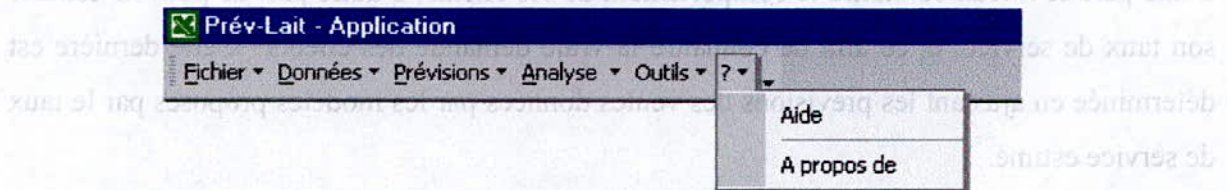
☞ *Indices saisonniers estimés* : elle calcule les nouveaux indices saisonniers estimés par le modèle. Ces indices aident l'utilisateur à corriger les anciens indices.

VI.3. 4. 5. Le menu Outils



Il est constitué d'une barre de commande « *Calendrier* » affichant une boîte de dialogue qui donne la date ainsi que la semaine, la quinzaine et le mois correspondant.

VI.3. 4. 5. Le menu Aide (?)



Il est constitué de deux barres de commandes qui fournissent une aide à l'utilisateur.

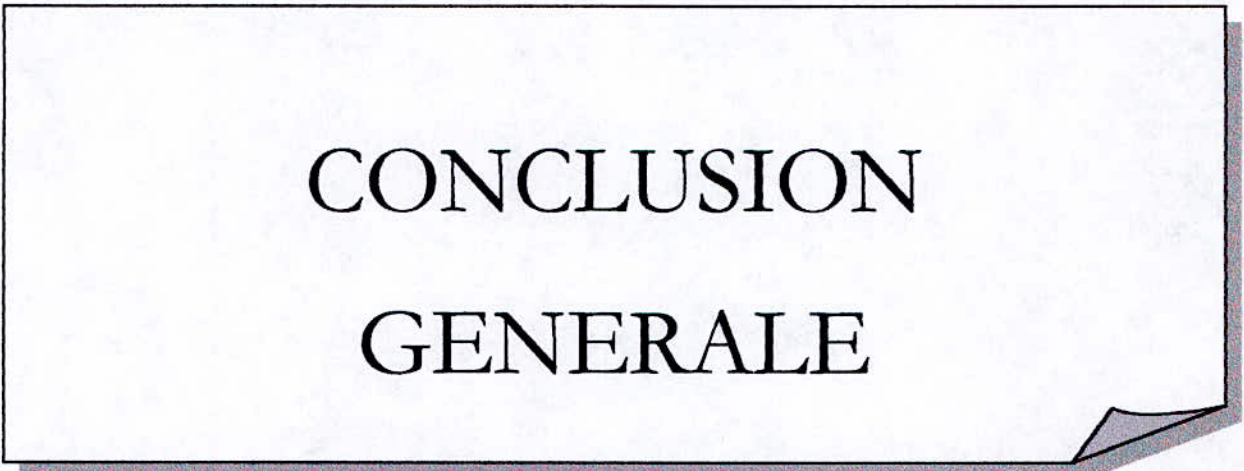
VI.4. Conclusions et recommandations

Dans notre travail nous avons rencontré quelques problèmes dus essentiellement au manque de l'information et de données. Pour cela, nous proposons à l'entreprise d'entreprendre quelques mesures pour améliorer notre travail :

Mettre en place une base de données permettant de classer les clients et de les regrouper suivant plusieurs critères (par chiffre d'affaire, par région, par fréquence d'achats,...). L'objectif de ce regroupement est d'homogénéiser les données, par conséquent les fluctuations vont diminuer pour les achats d'un groupe de clients qui se comportent de la même façon.

En effectuant également une analyse ABC sur les achats des clients, nous pouvons retenir comme données uniquement celles des clients importants, les autres vont faire l'objet d'une estimation.

Nous sollicitons enfin l'entreprise à mener une étude de marché qui lui permettra, d'une part de mieux connaître le comportement de ses clients, d'autre part de pouvoir estimer son taux de service, et ce afin de connaître la vraie demande des clients. Cette dernière est déterminée en ajustant les prévisions des ventes données par les modèles proposés par le taux de service estimé.



CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Notre travail a consisté à mettre en place un système de veille qui informe l'entreprise Tchén-Lait sur l'évolution des ventes de ses produits et contribue à l'amélioration des processus de décision dans l'entreprise.

Dans cette étude, nous avons élaboré un logiciel qui calcule les prévisions des ventes à court et moyen termes. En plus du calcul des prévisions, l'application constitue une base de données des ventes des différents produits de l'entreprise.

En fait, nous ne pouvons pas parler, dès maintenant, de l'efficacité de ce système, car il nécessite dans un premier temps un suivi par des corrections (paramètres et indices saisonniers), mais il reste flexible et peut être sujet à des améliorations par le biais d'intégration d'autres options telles que : l'intégration de variables muettes pour prendre en considération l'impact des promotions des ventes.

Il reste un outil d'aide à la décision ouvrant la voie à d'autres projets tels que :

- ☞ La gestion optimale des stocks ;
- ☞ La planification de la production et des approvisionnements ;
- ☞ L'ordonnancement de la production ;
- ☞ L'optimisation de la chaîne logistique.

Comme le logiciel calcule les prévisions d'une façon automatique en introduisant les données, et sachant que ce travail est effectué dans un classeur d'Excel, il pourra être intégré dans une démarche de mise en place d'un système intégré de gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO).

Pour conclure notre étude, nous dirons que ce travail nous a permis d'acquérir plusieurs connaissances : d'une part il constitue une synthèse de nos acquis durant le cursus d'ingénieur. D'autre part, la conception et la réalisation du logiciel nous ont permis d'acquérir des connaissances en matière de programmation événementielle VBA (Visual Basic pour Application).

Enfin, nous avons à travers cette étude, pris en charge un problème concret vécu par une entreprise. Ceci a été pour nous l'occasion de faire un travail de terrain ce qui constitue sans aucun doute un apport très important à la veille d'entamer une vie professionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES (Statistiques, Gestion, Econométrie)

- [BAG 01].** Gérard BAGLIN & Olivier BRUEL & Alain GARREAU & Michel GREIF & Christian VAN DELFT,
Management industriel et logistique, 3^{ème} édition, Ed. ECONOMICA, Paris, 2001.
- [BOU 98].** Régis BOURBANNAIS,
Econométrie « manuel et exercices corrigés »,
2^{ème} édition, Ed. DUNOD, Paris, 1992.
- [BOU 92].** Régis BOURBANNAIS & Jean-Claude USINIER,
Pratiques de la prévision des ventes « conception des systèmes »,
Ed. ECONOMICA collection Gestion, Paris, 1992.
- [BOU 01].** Régis BOURBANNAIS & Jean-Claude USINIER,
Prévision des ventes « Théories et pratiques »,
Ed. ECONOMICA collection Gestion, Paris, 2001.
- [BOX 76].** G. BOX & G. JENKINS,
Times Series Analysis Forecasting and Control,
Holden-Day, San Francisco, 1976.
- [GER 00].** Michel GERVAIS,
Contrôle de gestion,
7^{ème} édition, Ed. ECONOMICA, Paris, 2000.
- [GOU 95].** Christian GOURIEROUX & Alain MONFORT,
Séries temporelles et modèles dynamiques,
Ed. ECONOMICA, Paris, 1995.
- [GUE 76].** J. DE GUERNY & J.C. GUIRIEC,
Principes et pratiques de gestion prévisionnelle,
3^{ème} édition, Ed. DELMAS, Paris, 1976.
- [LEW 85].** Rudolph LEWANDOWSKI,
La prévision à court terme : présentation des techniques et mise en place des systèmes de prévision,
Ed. DUNOD, 1985.

OUVRAGES (Statistiques, Gestion, Econométrie)

- [BAG 01].** Gérard BAGLIN & Olivier BRUEL & Alain GARREAU & Michel GREIF & Christian VAN DELFT,
Management industriel et logistique, 3^{ème} édition, Ed. ECONOMICA, Paris, 2001.
- [BOU 98].** Régis BOURBANNAIS,
Econométrie « manuel et exercices corrigés »,
2^{ème} édition, Ed. DUNOD, Paris, 1992.
- [BOU 92].** Régis BOURBANNAIS & Jean-Claude USINIER,
Pratiques de la prévision des ventes « conception des systèmes »,
Ed. ECONOMICA collection Gestion, Paris, 1992.
- [BOU 01].** Régis BOURBANNAIS & Jean-Claude USINIER,
Prévision des ventes « Théories et pratiques »,
Ed. ECONOMICA collection Gestion, Paris, 2001.
- [BOX 76].** G. BOX & G. JENKINS,
Times Series Analysis Forecasting and Control,
Holden-Day, San Francisco, 1976.
- [GER 00].** Michel GERVAIS,
Contrôle de gestion,
7^{ème} édition, Ed. ECONOMICA, Paris, 2000.
- [GOU 95].** Christian GOURIEROUX & Alain MONFORT,
Séries temporelles et modèles dynamiques,
Ed. ECONOMICA, Paris, 1995.
- [GUE 76].** J. DE GUERNY & J.C. GUIRIEC,
Principes et pratiques de gestion prévisionnelle,
3^{ème} édition, Ed. DELMAS, Paris, 1976.
- [LEW 85].** Rudolph LEWANDOWSKI,
La prévision à court terme : présentation des techniques et mise en place des
systèmes de prévision,
Ed. DUNOD, 1985.

ANNEXES

La corrélation [BOU 98]

On dit que deux phénomènes X et Y sont corrélés s'ils ont une évolution commune. La corrélation simple mesure le degré de liaison existant entre ces deux phénomènes.

Deux variables peuvent être :

- en corrélation positive, on constate une augmentation (ou diminution ou constance) simultanée des valeurs des deux variables ;
- en corrélation négative, lorsque les valeurs de l'une augmentent, les valeurs de l'autre diminuent ;
- non corrélées, lorsqu'il n'y a aucune relation entre les variations des valeurs de l'une des variables et les valeurs des autres.

La représentation graphique ne donne qu'une « impression » de la corrélation entre deux variables sans donner une idée précise de l'intensité de la liaison ; c'est pour cela qu'il est préférable de calculer une statistique appelée coefficient de corrélation simple noté ρ_{xy} . elle est égale à :

$$\rho_{xy} = \frac{\text{cov}[X, Y]}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}}$$

Les modèles ARIMA [BOU 98], [BOU 01]

Nous allons présenter une famille de processus aléatoires qui sont censés recouvrir une gamme très large d'évolution possible des séries chronologiques : les processus autorégressif et les processus de moyennes mobiles.

a- Modèle autorégressif AR

Dans le cas d'un modèle autorégressif d'ordre p , l'observation X_t est générée par une moyenne des observations passées jusqu'à la $p^{\text{ème}}$ période. Il est défini par la forme suivante :

$$\begin{aligned} AR(1) : X_t &= \theta_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \\ AR(2) : X_t &= \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \varepsilon_t \\ AR(p) : X_t &= \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad [1]$$

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$: sont des paramètres positifs ou négatifs à estimer et

ε_t : aléa gaussien.

A l'aide de l'opérateur décalage D , l'équation [1] peut s'écrire comme suit :

$$(1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_p D^p) X_t = \varepsilon_t$$

Caractéristiques des corrélogrammes

Il est démontré que le corrélogramme simple d'un processus AR (p) est caractérisé par une décroissance géométrique de ses termes de type $\rho_k = \rho^k$. Les premiers termes d'un corrélogramme partiel sont différents de zéro

b- Modèles à moyenne mobile MA(q)

Dans un processus MA(q), chaque observation Y_t est générée par une moyenne pondérée d'aléas jusqu'à la $q^{\text{ème}}$ période :

$$\begin{aligned} MA(1) : X_t &= \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} \\ MA(2) : X_t &= \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} \\ MA(q) : X_t &= \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q} \end{aligned} \quad [2]$$

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$: des paramètres positifs ou négatifs à estimer

A l'aide de l'opérateur décalage D , l'équation [2] peut s'écrire :

$$(1 - \alpha_1 D - \alpha_2 D^2 - \dots - \alpha_p D^p) \varepsilon_t = X_t$$

Remarque

Dans ce processus, tout comme dans AR(p), les aléas sont supposés être engendrés par un processus de type bruit blanc. Nous pouvons interpréter les modèles MA comme étant représentatifs d'une série chronologique fluctuant autour de sa moyenne de manière aléatoire ; d'où le nom de moyenne mobile. Il est aussi à noter que MA (1) = AR (∞).

Caractéristiques des corrélogrammes

Dans le corrélogramme simple d'un processus MA(q) seuls les q premiers termes sont significativement différents de zéro. Alors que le corrélogramme partiel est caractérisé par une décroissance géométrique des retards.

c- Modèles ARMA (mélange de AR et MA)

Les modèles ARMA sont donc représentatifs d'un processus généré par une combinaison des valeurs passées et des erreurs passées. Ils sont définis par l'équation :

$$\text{ARMA}(p, q) : (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_p D^p) X_t = (1 - \alpha_1 D - \alpha_2 D^2 - \dots - \alpha_q D^q) \varepsilon_t$$

Nous avons ARMA (1,0) = AR (1) et ARMA (0,1) = MA (1).

Caractéristiques des corrélogramme

Les corrélogrammes simple et partiel sont, par voie de conséquence, un mélange des deux corrélogrammes des processus AR et MA.

Conditions d'utilisation

Il est très important de noter que les modèles AR, MA, ARMA ne sont représentatif que des chroniques :

- Stationnaires en tendance ;
- Corrigées des variations saisonnières.

d- L'extension aux processus ARIMA et SARIMA

Les tests de Dickey Fuller et ADF nous permettent de savoir si la série est stationnaire et dans le cas d'une non stationnarité de quel type il s'agit : TS ou DS.

- Si la série étudiée est de type TS, il convient de la stationnariser par régression simple sur le temps et le résidu d'estimation est alors étudié selon la démarche BOX JENKINS. Ceci permet de déterminer p et q des parties AR et MA du résidu. Le modèle est toujours dans ce cas ARMA (p, q).
- Si la série étudiée est de type DS, il convient de la stationnariser par passage aux différences selon l'ordre d'intégration $I = d$ (c'est-à-dire le nombre de fois qu'il faut différencier la série pour la rendre stationnaire). Nous pouvons par la suite déterminer les ordres p et q des parties AR et MA par la méthodologie de BOX JENKINS. Ce type de modèle sera noté par ARIMA (p, d, q).

Les modèles SARIMA permettent d'intégrer un ordre de différentiation lié à une saisonnalité générée par la transformation $(I-D^s) X_t = X_t - X_{t-s}$ où s correspond à la périodicité des données ($s = 4$ pour une série trimestrielle, $s = 12$ pour une série mensuelle).

Test de Fisher (test sur la saisonnalité) [BOU 01]

Avant de corriger une chronique de ses variations saisonnières, il convient d'élaborer un test permettant de détecter l'existence d'une saisonnalité.

Le test de Fisher se déroule en trois étapes :

1. Calcul de la somme des carrés des écarts du modèle avec tendance simple :

Estimation de la droite de tendance :

$$T_i = a_1 t + a_0$$

puis on calcule : $U^* = \sum_{t=1}^n (X_t - T_i)^2$

Pour U^* , le nombre de degré de liberté est : $ddl_{U^*} = n - 2$ car nous avons estimé deux paramètres a_0 et a_1 .

2. calcul de la somme des carrés des écarts du modèle avec tendance et saisonnalité :

Estimation des coefficients saisonniers S_t , puis on calcule :

$$U^{**} = \sum_{t=1}^n (X_t - (T_t \times S_t))^2$$

Pour U^{**} , le nombre de degré de liberté est : $ddl_{U^{**}} = n - 2 - 51$ car nous avons estimé deux paramètres a_0 et a_1 et 51 coefficients saisonniers (le 52^{ème} se déduit des 51 autres coefficients d'après le principe de la conservation des aires).

3. calcul de la valeur de Fisher empirique :

$$F^* = \frac{U^* - U^{**}}{U^{**}} \times \frac{n - 53}{51}$$

La valeur de F^* empirique, calculée à partir de l'historique, est à comparer à la valeur du Fisher théorique donnée par la table de la loi de Fischer-Snedecor aux degrés de liberté correspondants :

$$\begin{cases} v_1 = ddl_{U^*} - ddl_{U^{**}} = 51 \\ v_2 = ddl_{U^{**}} = n - 53 \end{cases}$$

☞ Si $F^* \leq F_{\alpha}$: alors la série est saisonnière ;

☞ Si non la série n'est pas saisonnière.

Choix du coefficient de lissage [BOU 01], [BOU 92]

Pour débiter le processus de lissage, il convient de choisir une valeur pour la constante α . Ce choix conditionne la prévision future à travers le degré de pondération que l'on affecte au passé récent et au passé lointain.

Diverses procédures d'estimation de α ont été établies :

- ☛ La plus classique consiste à retenir une valeur de α qui minimise l'écart entre la prévision et la réalisation sur la partie connue de la chronique ;
- ☛ Une autre approche consiste à élaborer des procédures de régulation et de contrôle qui permettent de modifier la constante de lissage.

1. Valeur de α qui minimise la somme des carrés des erreurs de prévision [BOU 92]

C'est la technique de calcul de α qui la plus couramment utilisée. Son principe est simple :

Pour un intervalle donné de valeurs de α avec un pas assez fin (généralement 0.05), les prévisions sont simulées ainsi que la somme des carrés des erreurs de prévisions, et nous retiendrons la valeur de α qui rend minimum la somme des carrés des écarts pour un horizon h .

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{T-h} [X_{t+h} - P_{t+h}]^2$$

2. Procédure de régulation du coefficient de lissage [BOU 01]

La valeur optimale résulte d'un compromis entre l'inertie liée à l'intégration de donnée lointaines et la sensibilité aux valeurs récentes.

En cas d'erreur de prévision constatée, deux interprétations sont possibles :

- Il s'agit d'un accident, le coefficient α doit alors diminuer afin de gommer l'effet de cette valeur anormale ;
- Il s'agit d'une rupture de tendance durable, le coefficient α doit être augmenté afin d'intégrer plus rapidement cette rupture.

L'arbitrage est délicat entre ces deux hypothèses. L'idéal est d'avoir un coefficient susceptible d'évoluer au cours du temps.

On est conduit à essayer de réguler de façon automatique et à chaque instant t le paramètre α_t .

Les variables de contrôles

a) Indicateur d'écart instantané (EPS_t)

L'écart entre prévision et réalisation à l'instant t est la première variable à calculer pour juger de la performance du système de prévision :

$$EPS_t = X_t - P_t$$

b) Indicateur de valeurs cumulées des écarts ($SUMEPS$, somme des EPS)

Soit T périodes de prévisions successives, il est défini par :

$$|SUMEP_t| = \sum_{i=t-T+1}^t EPS_i$$

- Si les observations sont – réparties – régulièrement autour des prévisions, la valeur de $SUMEPS$ est voisine à chaque instant de zéro ;
- Si, en revanche, à partir d'un certain moment, $SUMEPS$ croit en valeur absolue, cela indique un changement de tendance ou de niveau.

c) Indicateur de la valeur absolue moyenne des écarts (*Mean Absolute Deviation*)

Il s'agit d'une caractéristique de dispersion : MAD_t est l'analogie d'un écart-type instantané des écarts de prévision.

A une observation « aberrante » correspond une augmentation instantanée de MAD .

Il est défini à l'instant t par :

$$MAD_t = \frac{\sum_{i=t-T+1}^t |EPS_i|}{T}$$

Les signaux d'alerte

Un écart instantané EPS_t ne peut en fait se comprendre par rapport aux fluctuations moyennes de la série. C'est pourquoi il faut comparer systématiquement EPS et $SUMEPS$ à l'indicateur d'écart moyen MAD , ce qui conduit à deux signaux de régulation NF et AWS .

a) Signal NF (tracking signal)

Il est défini par : $NF_t = \frac{EPS_t}{MAD_t}$

Ecart Instantané

Soit $NF_t = \frac{\text{Ecart Instantané}}{\text{Valeur absolue moyenne des écarts}}$

Ce signal est l'analogie d'une variable centrée réduite et il est très sensible aux observations anormales (si $|EPS_t|$ est particulièrement élevé, NF_t est aussi élevé)

b) Signal AWS

Il est défini par : $AWS_t = \frac{SUMEPS_t}{MAD_t}$

Dans le cas d'un changement de tendance, la somme algébrique des écarts de prévision est de même signe sur plusieurs périodes : la prévision ne s'ajuste pas convenablement au niveau des réalisations, le filtre $SUMEPS$ cumule ces écarts, $|AWS|$ augmente.

L'indicateur NF est donc spécifique d'une valeur anormale et l'indicateur AWS permet de détecter les ruptures de tendances.

D'une manière opérationnelle et afin de pouvoir automatiser le pilotage du coefficient de lissage il convient de calculer la somme des deux codes NF et AWS :

$$SOMME = CODE\ NF + CODE\ AWS$$

Puis la valeur du coefficient se déduit directement de cette valeur selon l'équation empirique suivante :

$$\alpha_t = 0,7 - 0,1 \times SOMME$$

Tableau E.1 : Les ventes hebdomadaires (2002/2003)

N°	Ventes d'Alger			Ventes de Béjaia			Ventes Total Entreprise		
	UHT	L'ben	Raib	UHT	L'ben	Raib	UHT	L'ben	Raib
1	99948	28100	11180	99948	28100	11180	99948	28100	11180
2	68376	25204	5444	68376	25204	5444	68376	25204	5444
3	91771	15399	212	91771	15399	212	91771	15399	212
4	94992	5256	13000	94992	5256	13000	94992	5256	13000
5	95939	4320	6590	95939	4320	6590	95939	4320	6590
6	86964	6290	20690	86964	6290	20690	86964	6290	20690
7	73404	12829	12605	73404	12829	12605	73404	12829	12605
8	103001	9367	10169	103001	9367	10169	103001	9367	10169
9	64704	20410	15855	64704	20410	15855	64704	20410	15855
10	78996	20306	22003	78996	20306	22003	78996	20306	22003
11	76188	22790	19782	76188	22790	19782	76188	22790	19782
12	79781	10595	16998	79781	10595	16998	79781	10595	16998
13	91920	2109	24850	91920	2109	24850	91920	2109	24850
14	87389	38665	45215	87389	38665	45215	87389	38665	45215
15	102156	23093	24013	102156	23093	24013	102156	23093	24013
16	94164	7390	3890	94164	7390	3890	94164	7390	3890
17	90288	14330	14510	90288	14330	14510	90288	14330	14510
18	86748	17910	19387	86748	17910	19387	86748	17910	19387
19	115914	17206	24062	115914	17206	24062	115914	17206	24062
20	67188	10992	13882	67188	10992	13882	67188	10992	13882
21	109458	3610	8680	109458	3610	8680	109458	3610	8680
22	133848	3168	6155	133848	3168	6155	133848	3168	6155
23	130692	10803	22254	130692	10803	22254	130692	10803	22254
24	97716	9827	15898	97716	9827	15898	97716	9827	15898
25	133092	13493	15510	133092	13493	15510	133092	13493	15510
26	125292	13942	17102	125292	13942	17102	125292	13942	17102
27	122643	11750	9755	122643	11750	9755	122643	11750	9755
28	115604	14749	16595	115604	14749	16595	115604	14749	16595
29	105191	11164	11966	105191	11164	11966	105191	11164	11966
30	112740	13397	12518	112740	13397	12518	112740	13397	12518
31	118512	17724	12685	118512	17724	12685	118512	17724	12685
32	100788	20302	11880	100788	20302	11880	100788	20302	11880
33	116496	12648	8143	116496	12648	8143	116496	12648	8143
34	119472	9400	11590	119472	9400	11590	119472	9400	11590
35	130440	7728	10754	130440	7728	10754	130440	7728	10754
36	139980	7706	9690	139980	7706	9690	139980	7706	9690
37	133884	10435	12557	133884	10435	12557	133884	10435	12557
38	128448	10590	12133	128448	10590	12133	128448	10590	12133
39	123372	7190	10368	123372	7190	10368	123372	7190	10368
40	116630	6768	12997	116630	6768	12997	116630	6768	12997
41	126685	4600	8122	126685	4600	8122	126685	4600	8122
42	121778	8767	14090	121778	8767	14090	121778	8767	14090
43	163680	15150	12211	163680	15150	12211	163680	15150	12211
44	148632	30187	23629	148632	30187	23629	148632	30187	23629
45	188148	44312	12722	188148	44312	12722	188148	44312	12722
46	181548	33540	15983	181548	33540	15983	181548	33540	15983
47	239539	33478	28324	239539	33478	28324	239539	33478	28324
48	145482	16465	23497	145482	16465	23497	145482	16465	23497
49	148720	8804	13784	148720	8804	13784	148720	8804	13784
50	160380	5140	8420	160380	5140	8420	160380	5140	8420
51	156396	5354	10780	156396	5354	10780	156396	5354	10780

52	131652	3160	8720	131652	3160	8720	131652	3160	8720
53	194004	5780	10420	194004	5780	10420	194004	5780	10420
54	121908	5620	11122	121908	5620	11122	121908	5620	11122
55	136731	3516	9429	136731	3516	9429	136731	3516	9429
56	122784	5494	11552	122784	5494	11552	122784	5494	11552
57	117240	10636	12142	117240	10636	12142	117240	10636	12142
58	65628	7194	312	65628	7194	312	65628	7194	312
59	170472	13524	16794	170472	13524	16794	170472	13524	16794
60	146249	11827	16551	146249	11827	16551	146249	11827	16551
61	156624	14220	8970	156624	14220	8970	156624	14220	8970
62	127314	15173	8614	127314	15173	8614	127314	15173	8614
63	102732	32736	14832	102732	32736	14832	102732	32736	14832
64	134340	24339	32959	134340	24339	32959	134340	24339	32959
65	118752	13752	21066	118752	13752	21066	118752	13752	21066
66	138534	9552	10723	138534	9552	10723	138534	9552	10723
67	134640	8429	6522	134640	8429	6522	134640	8429	6522
68	106739	2418	6482	106739	2418	6482	106739	2418	6482
69	97117	9659	14328	97117	9659	14328	97117	9659	14328
70	97080	14066	22083	97080	14066	22083	97080	14066	22083
71	176231	9257	22152	176231	9257	22152	176231	9257	22152
72	141748	6564	13506	141748	6564	13506	141748	6564	13506
73	344906	6960	10374	344906	6960	10374	344906	6960	10374
74	244915	6063	17795	244915	6063	17795	244915	6063	17795
75	133591	4242	14712	133591	4242	14712	133591	4242	14712
76	138552	7342	20392	138552	7342	20392	138552	7342	20392
77	163480	6174	12768	163480	6174	12768	163480	6174	12768
78	122895	10383	21144	122895	10383	21144	122895	10383	21144
79	141852	2698	4246	141852	2698	4246	141852	2698	4246
80	158820	7630	16408	158820	7630	16408	158820	7630	16408
81	174083	4900	18043	174083	4900	18043	174083	4900	18043
82	176181	6284	16848	176181	6284	16848	176181	6284	16848
83	195242	6070	10926	195242	6070	10926	195242	6070	10926
84	174120	9989	21524	174120	9989	21524	174120	9989	21524
85	215364	6678	17911	215364	6678	17911	215364	6678	17911
86	228552	7449	11770	228552	7449	11770	228552	7449	11770
87	142869	7254	14531	142869	7254	14531	142869	7254	14531
88	189503	5792	11475	189503	5792	11475	189503	5792	11475
89	155566	6162	10637	155566	6162	10637	155566	6162	10637
90	219489	8122	18566	219489	8122	18566	219489	8122	18566
91	115607	5876	18481	115607	5876	18481	115607	5876	18481
92	280839	3927	14193	280839	3927	14193	280839	3927	14193
93	285060	6504	12598	285060	6504	12598	285060	6504	12598
94	135676	10042	26788	135676	10042	26788	135676	10042	26788
95	225878	35482	51084	225878	35482	51084	225878	35482	51084
96	169272	19451	27062	169272	19451	27062	169272	19451	27062
97	333750	40180	46836	333750	40180	46836	333750	40180	46836
98	301752	18829	32298	301752	18829	32298	301752	18829	32298
99	211620	1674	12884	211620	1674	12884	211620	1674	12884
100	289464	5042	12284	289464	5042	12284	289464	5042	12284
101	254430	1326	12356	254430	1326	12356	254430	1326	12356
102	143903	762	5204	143903	762	5204	143903	762	5204
103	202008	625	8021	202008	625	8021	202008	625	8021
104	201567	547	7954	201567	547	7954	201567	547	7954

E.2. Graphes des séries brutes

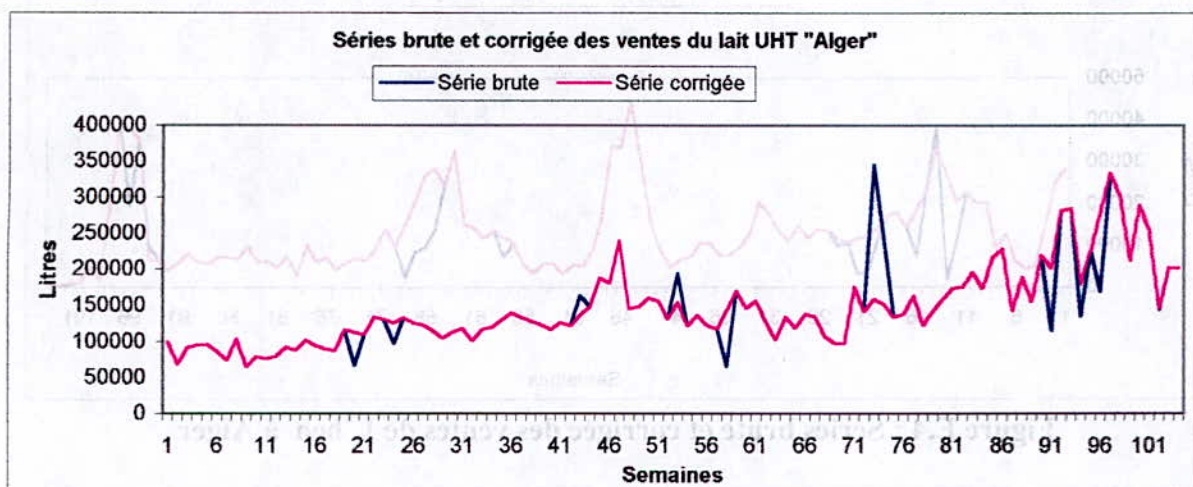


Figure E.1 : Séries brute et corrigée des ventes du lait UHT à Alger

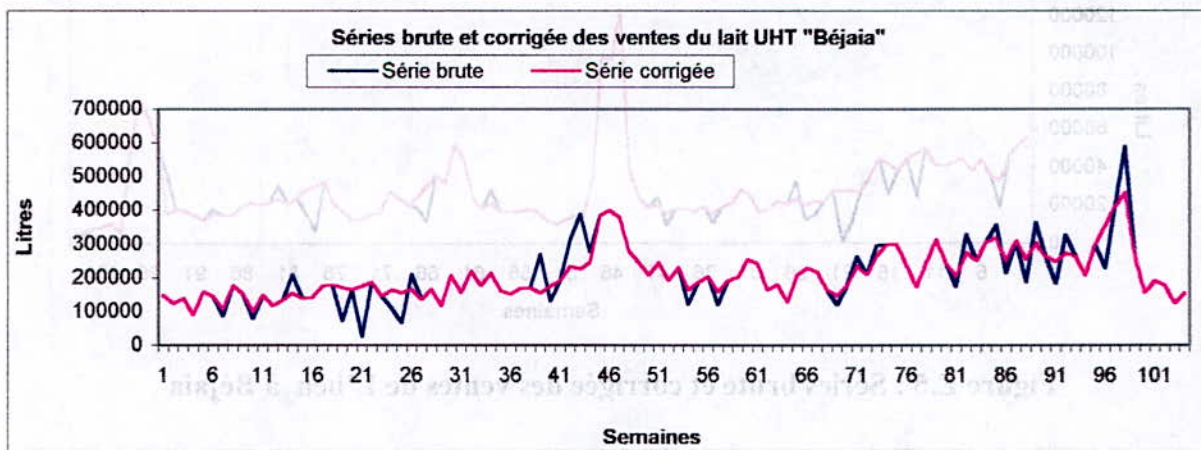


Figure E.2 : Séries brute et corrigée des ventes du lait UHT à Béjaia

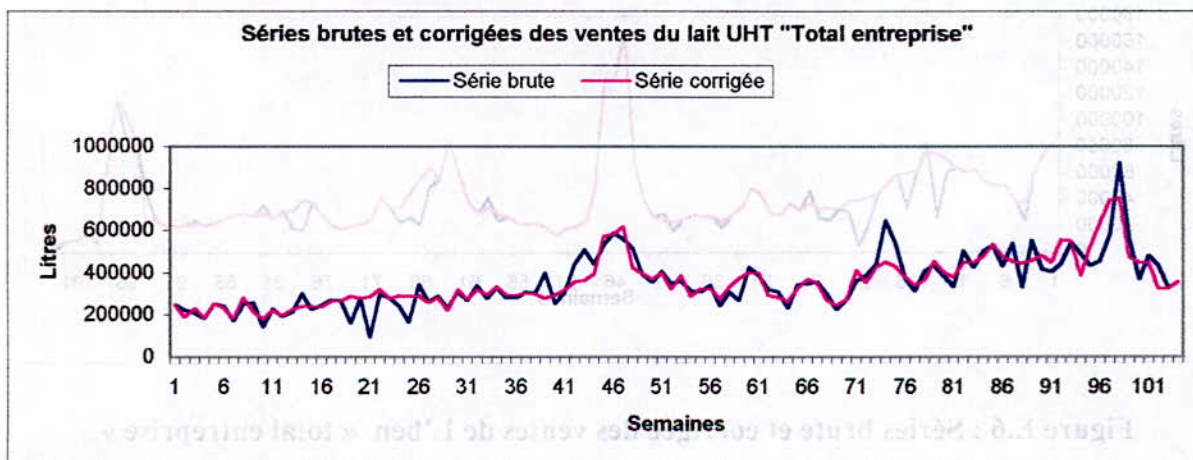


Figure E.3 : Séries brute et corrigée des ventes du lait UHT « total entreprise »

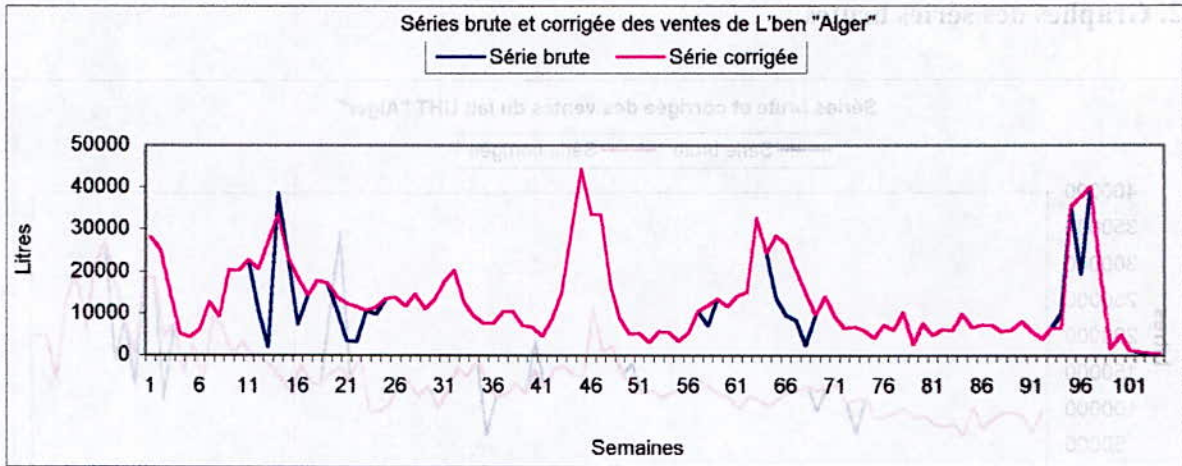


Figure E.4 : Séries brute et corrigée des ventes de L'ben à Alger

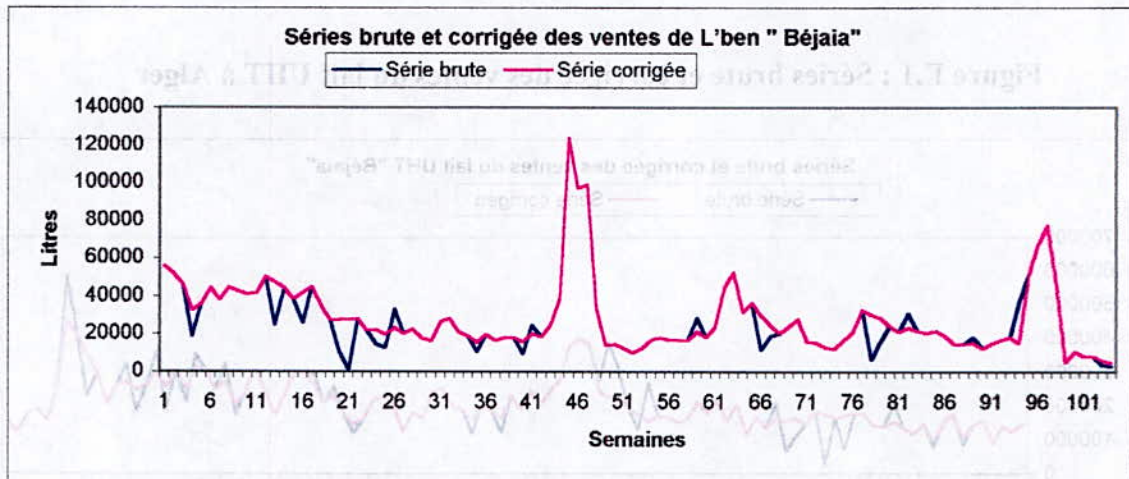


Figure E.5 : Séries brute et corrigée des ventes de L'ben à Béjaia

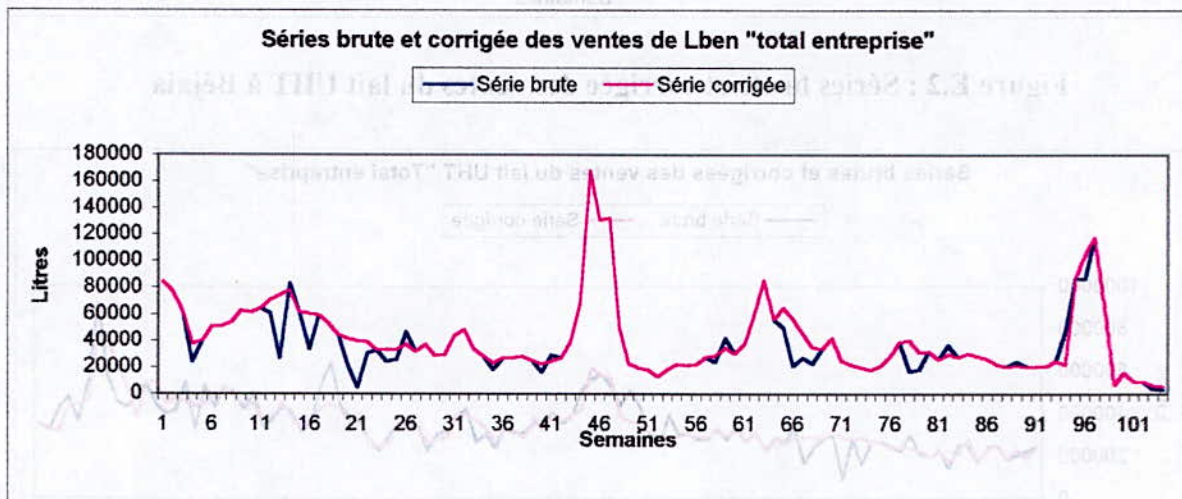


Figure E.6 : Séries brute et corrigée des ventes de L'ben « total entreprise »

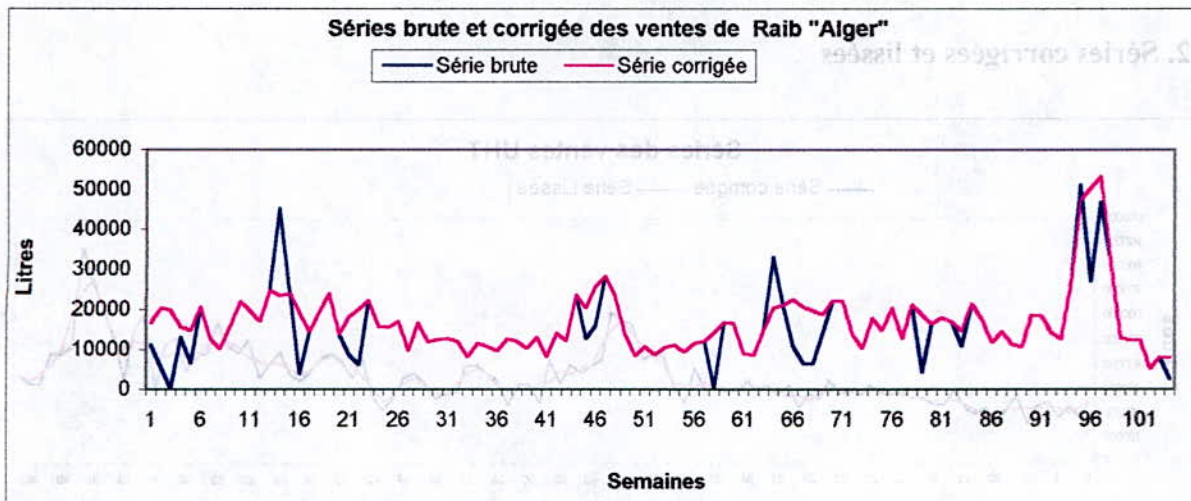


Figure E.7 : Séries brute et corrigée des ventes de Raib à Alger

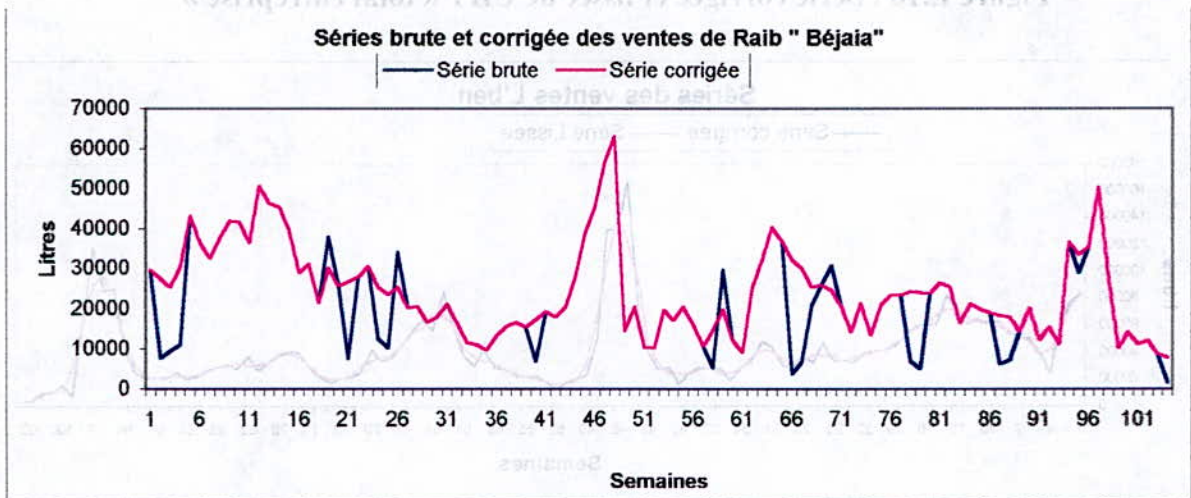


Figure E.8 : Séries brute et corrigée des ventes de Raib à Béjaia

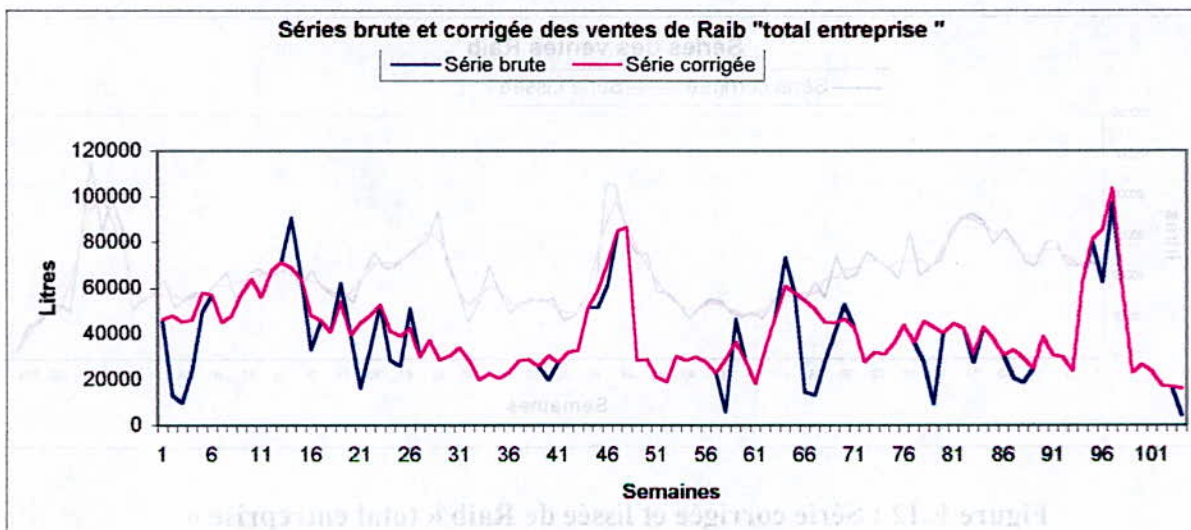


Figure E.9 : Séries brute et corrigée des ventes de Raib « total entreprise »

E.2. Séries corrigées et lissées

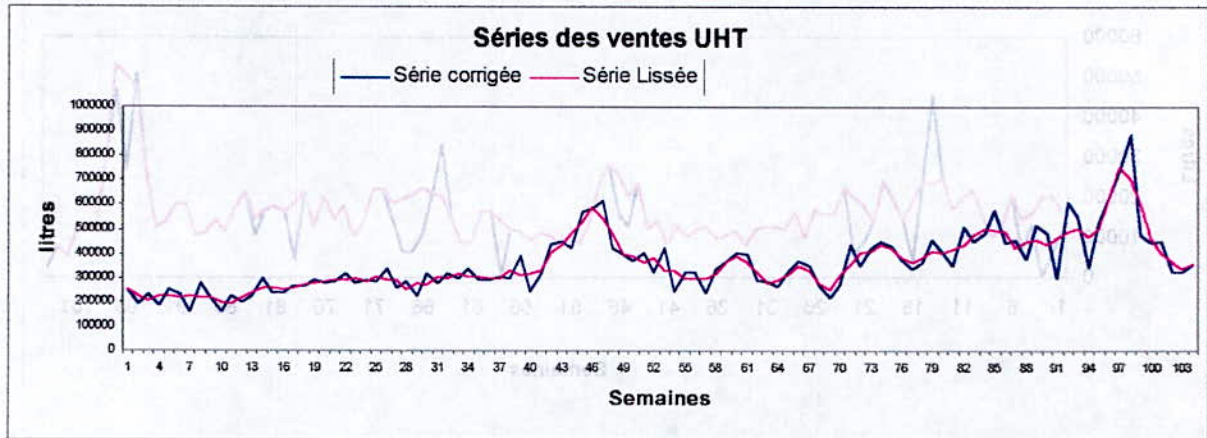


Figure E.10 : Série corrigée et lissée de UHT « total entreprise »

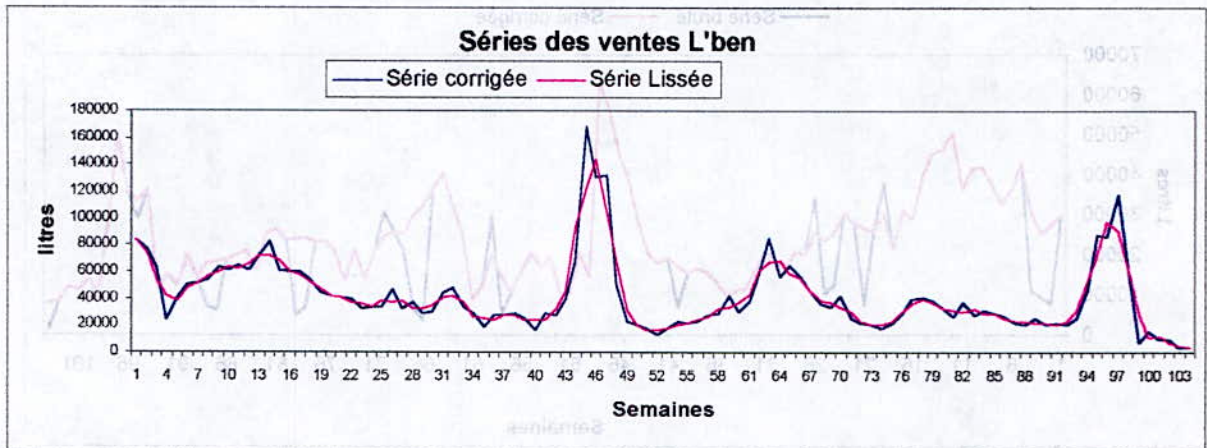


Figure E.11 : Série corrigée et lissée de L'ben « total entreprise »

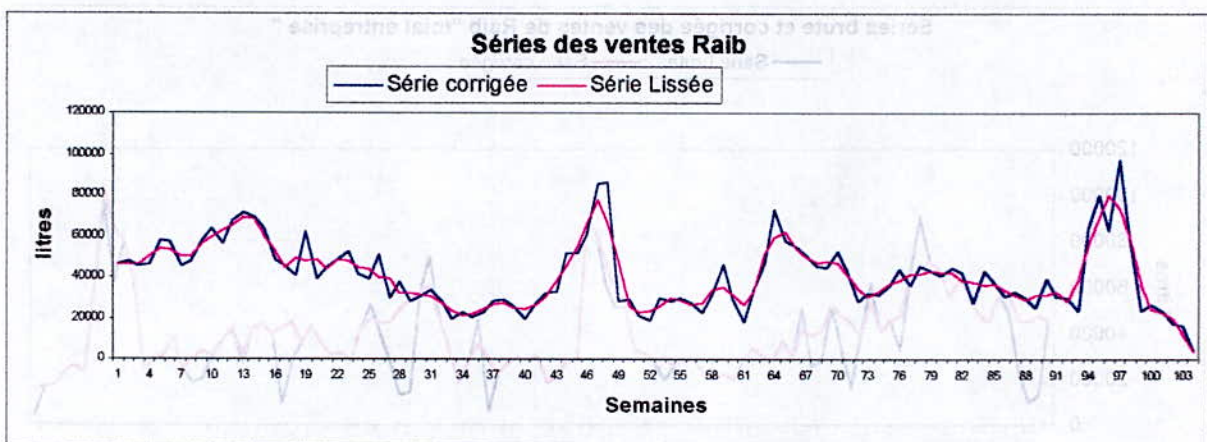


Figure E.12 : Série corrigée et lissée de Raib « total entreprise »

Tableau D: Evénements recensés pour les exercices 2002 et 2003

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Année 2002	Rupture d'emballages Raïb durant 3 semaines Foire Assihar (Tam)	02/02 Augmentation prix Raïb et Baisse prix Crème Fraîche	Lancement FERLAIT 18/03 Raïb: 70% LC+ 30% Rec	16 /04 Lancement L'ben TREFLE Foire Oran	Lancement Lait UHT COLAITAL Lancement Raïb Laiterie TELL Toudji n'est plus client Tchîn-Lait à Alger 23/05 au 01/06 : grève générale en Kabylie	26/06 L'ben : 100% reconstitué 04/06 Raïb: 60% LC+ 40% Rec. 05/06 Lancement Crème Fraîche 1l F.I.A Alger		Augmentation prix L'ben TREFLE 25/08 Lancement L'ben et Raïb 50cl	Campagne TV Le Lait 98 spots du 22 /10 au 19/12			31/12 Lancement Lait UHT TREFLE 22/12 Lancement Fraîcheur Inondations
Année 2003				Inondations à Bejaia (une semaine d'arrêt de production)	Le 21/05 Séisme à Alger et Boumerdès	Du 28/06 au 04/07 Arrêt de la TR 12 pour l'installation de la Galdi (9 jours d'arrêt)		Lancement Fraîcheur Pêche le 28 Septembre 2003		Augmentation des capacités de production du lait UHT (200 000 l/j)		

Tableau G.1 : Corrélogramme de la série UHT (Total entreprise)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.723	0.723	55.929	0.000
		2	0.592	0.145	93.760	0.000
		3	0.541	0.150	125.67	0.000
		4	0.411	-0.111	144.29	0.000
		5	0.408	0.170	162.80	0.000
		6	0.366	-0.018	177.85	0.000
		7	0.281	-0.052	186.83	0.000
		8	0.336	0.186	199.83	0.000
		9	0.255	-0.142	207.38	0.000
		10	0.231	0.076	213.62	0.000

Tableau G.2 : Corrélogramme de la série L'ben (Total entreprise)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.727	0.727	56.491	0.000
		2	0.431	-0.206	76.537	0.000
		3	0.108	-0.266	77.802	0.000
		4	-0.062	0.074	78.226	0.000
		5	-0.150	-0.033	80.744	0.000
		6	-0.201	-0.138	85.271	0.000
		7	-0.206	-0.007	90.081	0.000
		8	-0.168	0.034	93.323	0.000
		9	-0.147	-0.119	95.834	0.000
		10	-0.119	-0.028	97.507	0.000

Tableau G.3 : Corrélogramme de la série Raïb (Total entreprise)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.659	0.659	46.429	0.000
		2	0.420	-0.024	65.487	0.000
		3	0.210	-0.102	70.282	0.000
		4	0.054	-0.068	70.609	0.000
		5	0.049	0.128	70.876	0.000
		6	-0.048	-0.166	71.134	0.000
		7	-0.087	-0.023	71.987	0.000
		8	-0.053	0.091	72.304	0.000
		9	-0.051	-0.027	72.611	0.000
		10	-0.008	0.003	72.618	0.000

**RAPPORT PREVISIONNEL HEBDOMADAIRE
SEMAINE 3**

Prévision semaine 4

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	473596	57795	531392
Silhouette	18094	4115	22209
LAIT ENTIER	21835	3915	25750
LEBEN1Litre	32724	7406	40130
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	16941	3264	20205
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	14763	9638	24401
Fraicheur A.B	9332	1636	10968
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision semaine 5

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	468221	57795	526016
Silhouette	17859	4115	21974
LAIT ENTIER	23533	3915	27447
LEBEN1Litre	33736	7406	41141
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	16209	3264	19473
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	13309	9638	22947
Fraicheur A.B	10072	1636	11707
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision semaine 6

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	537092	57795	594887
Silhouette	20453	4115	24568
LAIT ENTIER	29149	3915	33064
LEBEN1Litre	40230	7406	47636
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	17995	3264	21259
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	13842	9638	23480
Fraicheur A.B	12490	1636	14126
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

**RAPPORT PREVISIONNEL PAR DEUX SEMAINES
QUINZAINE 2**

Prévision Quinzaine 4

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	769534	113331	882866
Silhouette	35884	9214	45098
LAIT ENTIER	62665	12327	74992
LEBEN1Litre	28113	16675	44788
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	29441	7527	36968
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	14422	36750	51172
Fraicheur A.B	29644	5020	34663
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision Quinzaine 5

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	860559	113331	973891
Silhouette	41286	9214	50500
LAIT ENTIER	80179	12327	92505
LEBEN1Litre	30060	16675	46735
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	30382	7527	37909
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	10550	36750	47300
Fraicheur A.B	38027	5020	43047
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision Quinzaine 6

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	700559	113331	813891
Silhouette	34577	9214	43791
LAIT ENTIER	73719	12327	86046
LEBEN1Litre	23319	16675	39993
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	22607	7527	30134
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	3924	36750	40674
Fraicheur A.B	35035	5020	40055
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

RAPPORT PREVISIONNEL QUATRE SEMAINES
Mois 1

Prévision Mois 3

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	1511375	249042	1760417
Silhouette	70402	20306	90708
LAIT ENTIER	101830	31124	132954
LEBEN1Litre	47546	40220	87766
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	68160	25850	94010
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	34857	85599	120456
Fraicheur A.B	41091	13250	54341
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision Mois 4

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	1307565	249042	1556607
Silhouette	62277	20306	82583
LAIT ENTIER	101050	31124	132174
LEBEN1Litre	35941	40220	76162
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	53576	25850	79426
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	19270	85599	104870
Fraicheur A.B	40758	13250	54008
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Prévision Mois 5

<i>Produit</i>	Prévision des ventes	Production de sécurité	Somme
LAIT UHT	1559376	249042	1808418
Silhouette	75921	20306	96227
LAIT ENTIER	136131	31124	167255
LEBEN1Litre	36600	40220	76820
LEBEN1/2Litre	0	0	0
RAIB 1Litre	57391	25850	83241
RAIB 1/2Litre	0	0	0
Fraicheur	9853	85599	95452
Fraicheur A.B	54888	13250	68138
CF250	0	0	0
CF1L	0	0	0

Tableau I.1 : Réalisations et prévisions UHT

Année 2002	Ventes UHT	Prévision	Erreur	année 2003	VENTESUHT	Prévision	Erreur
1	249870			1	385769	373826	11943
2	191448	249870	-58422	2	287755	350256	-62501
3	230692	234350	-3658	3	323643	331649	-8006
4	186168	213074	-26906	4	326916	302790	24126
5	254230	214277	39953	5	275986	303651	-27665
6	232620	216100	16520	6	335388	303006	32382
7	179953	215520	-35567	7	373692	312924	60768
8	280505	224059	56446	8	402077	344391	57686
9	219264	224497	-5233	9	399168	385796	13372
10	177750	224564	-46814	10	293010	378535	-85525
11	224820	214005	10815	11	283506	351900	-68394
12	197213	203552	-6339	12	299827	304990	-5163
13	226636	207881	18755	13	328464	295387	33077
14	242176	214224	27952	14	368658	313081	55577
15	241536	230835	10701	15	351911	332338	19573
16	237792	240913	-3121	16	271991	332039	-60048
17	266911	254584	12327	17	243992	315096	-71104
18	265812	264148	1664	18	274140	281194	-7054
19	288090	281478	6612	19	412778	291638	121140
20	277974	281014	-3040	20	353560	320349	33211
21	285414	287238	-1824	21	426398	383074	43323
22	320472	296458	24014	22	452249	418389	33860
23	277356	300686	-23330	23	433231	463709	-30478
24	290951	303301	-12350	24	378936	444155	-65219
25	287881	297430	-9549	25	338248	417836	-79588
26	291169	296921	-5752	26	367491	380529	-13038
27	258459	286314	-27855	27	455928	383437	72491
28	282740	278586	4154	28	401130	393038	8092
29	221879	258498	-36619	29	378670	409497	-30827
30	319968	265954	54014	30	451662	414399	37263
31	274872	268009	6863	31	447386	432308	15078
32	321108	289243	31865	32	481596	459880	21716
33	294720	299047	-4327	33	535511	493269	42242
34	334548	323485	11063	34	477347	521082	-43735
35	293100	315982	-22882	35	454053	506263	-52210
36	292116	313977	-21861	36	444291	485429	-41138
37	303960	304553	-593	37	459823	465084	-5261
38	299340	300961	-1621	38	482997	462802	20195
39	278158	294269	-16111	39	450212	463455	-13243
40	293614	288998	4616	40	555426	476481	78945
41	319405	293365	26040	41	550260	504118	46142
42	357239	305253	51986	42	388190	506151	-117961
43	363085	331970	31115	43	384806	481849	-97044
44	394253	372457	21796	44	429776	434298	-4522
45	376657	399164	-22506	45	450080	413344	36735
46	385088	395023	-9934	46	507537	437063	70474
47	374715	394034	-19319	47	475817	458166	17651
48	319646	380778	-61132	48	446059	473345	-27286
49	397072	374197	22875	49	447169	464847	-17678
50	369336	367175	2161	50	324000	441460	-117460
51	402600	381008	21592	51	326936	375405	-48469
52	324528	374528	-50000	52	356775	327164	29611

Tableau I.2 : Réalisations et prévisions L'ben

Année 2002	Ventes L'ben	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes L'ben	Prévision	Erreur
1	46241			1	30180	25773	4407
2	48085	46352	1733	2	28412	25803	2609
3	45346	46413	-1067	3	30061	26927	3134
4	46233	46456	-223	4	27657	27640	17
5	57923	47469	10454	5	22867	27407	-4540
6	57178	49362	7816	6	28999	27137	1862
7	45183	51395	-6212	7	36639	27846	8793
8	47845	50997	-3152	8	28833	28940	-107
9	57867	50787	7080	9	18243	28629	-10386
10	63740	52498	11244	10	33928	28141	5787
11	56289	54537	1752	11	47118	29627	17491
12	67595	57739	9856	12	60793	33158	27635
13	71237	60659	10578	13	57941	42008	15933
14	68951	64960	3991	14	54746	48336	6410
15	63753	65868	-2113	15	50835	50187	648
16	48352	64212	-15860	16	45211	50210	-4999
17	45699	59568	-13869	17	44901	48919	-4018
18	40997	53747	-12750	18	46796	47606	-810
19	54204	51713	2491	19	42966	46247	-3281
20	39606	49680	-10074	20	27846	42725	-14879
21	44969	48654	-3685	21	31914	38483	-6569
22	48239	47339	900	22	31271	34414	-3143
23	52832	47741	5091	23	35837	33992	1845
24	41385	47639	-6254	24	43957	34901	9056
25	39164	46685	-7521	25	36338	36425	-87
26	42575	45557	-2982	26	45574	38637	6937
27	30097	43073	-12976	27	43015	40140	2875
28	37320	40510	-3190	28	40456	41002	-546
29	28616	38260	-7644	29	44581	41339	3242
30	30504	35026	-4522	30	42468	41688	780
31	33962	33827	135	31	31084	40995	-9911
32	28280	32662	-4382	32	42932	40128	2804
33	19803	31068	-11265	33	37951	38725	-774
34	22715	29574	-6859	34	30850	38281	-7431
35	20554	27009	-6455	35	32986	36975	-3990
36	23108	25544	-2436	36	29533	35220	-5686
37	28235	25228	3007	37	25007	32802	-7795
38	28889	25683	3206	38	38894	32305	6589
39	25858	26474	-616	39	30795	32083	-1288
40	30407	27429	2978	40	29745	32508	-2763
41	27452	27668	-216	41	23884	31198	-7314
42	32090	28825	3265	42	27223	29924	-2701
43	32821	29806	3015	43	29688	28727	961
44	37777	32018	5759	44	37019	29502	7517
45	33574	32830	744	45	29618	30284	-666
46	37826	33899	3927	46	31125	31205	-80
47	36738	34543	2195	47	23184	30236	-7052
48	33395	34976	-1581	48	26582	29255	-2673
49	28354	34332	-5978	49	23582	27332	-3750
50	28997	33107	-4110	50	17298	26394	-8096
51	21348	30357	-9009	51	16773	22306	-5533
52	19023	26740	-7717	52	15850	19473	-3623

Tableau I.3 : Réalisations et prévisions Raib

Année 2002	Ventes Raib	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes Raib	Prévision	Erreur
1	84300			1	18379	18201	178
2	77264	81866	-4602	2	22484	18158	4326
3	62133	78216	-16083	3	21590	18956	2634
4	37910	72482	-34572	4	22382	20234	2148
5	40270	62198	-21928	5	27546	21676	5870
6	50829	54520	-3691	6	28816	23962	4854
7	51188	52393	-1205	7	35071	27220	7851
8	54225	52299	1926	8	30367	28479	1888
9	63107	53849	9258	9	38046	30284	7762
10	61506	56154	5352	10	60245	32804	27441
11	64600	59613	4987	11	85566	41349	44217
12	71195	62690	8505	12	56199	51744	4455
13	74652	66419	8233	13	65114	56909	8205
14	78109	70536	7573	14	56576	57386	-811
15	61693	70820	-9127	15	45314	56699	-11385
16	60585	69613	-9028	16	35518	53430	-17912
17	59476	66002	-6526	17	33632	45792	-12160
18	53452	62736	-9284	18	42206	41455	751
19	44616	57625	-13009	19	25361	37594	-12233
20	41694	52106	-10413	20	22098	33741	-11643
21	40232	47143	-6911	21	19986	28111	-8125
22	39571	45150	-5579	22	18260	25712	-7452
23	32785	42864	-10079	23	21228	23946	-2718
24	33929	40633	-6704	24	28582	23569	5013
25	33368	37724	-4356	25	39042	25384	13658
26	37596	36896	700	26	40624	29663	10961
27	32215	36145	-3930	27	31462	33353	-1891
28	37319	35971	1348	28	32068	33762	-1694
29	29032	34725	-5693	29	26086	32595	-6509
30	29897	33404	-3507	30	29938	31303	-1365
31	44347	33915	10432	31	27778	29955	-2177
32	48572	36724	11848	32	30689	29809	880
33	33927	39503	-5576	33	28404	29554	-1150
34	28373	38739	-10366	34	26511	29146	-2635
35	23206	35668	-12462	35	22086	28102	-6016
36	27515	31947	-4432	36	20570	26588	-6018
37	27270	29567	-2297	37	21634	24525	-2891
38	28720	29047	-327	38	20560	23444	-2884
39	25448	28477	-3029	39	21010	22731	-1721
40	22552	27315	-4763	40	20803	21955	-1152
41	24965	26118	-1153	41	24902	22040	2862
42	27437	25551	1886	42	22119	22324	-205
43	26933	25909	1024	43	24989	23164	1825
44	26004	26350	-346	44	26958	23926	3032
45	26650	26440	210	45	21080	24051	-2971
46	25689	26342	-653	46	17313	23598	-6285
47	22608	26070	-3462	47	6720	21030	-14310
48	22194	25298	-3104	48	15952	17949	-1997
49	23004	24220	-1216	49	9532	14342	-4810
50	19806	22944	-3138	50	9284	13516	-4232
51	18104	21624	-3520	51	6612	12004	-5392
52	13311	19804	-6493	52	5426	10535	-5109

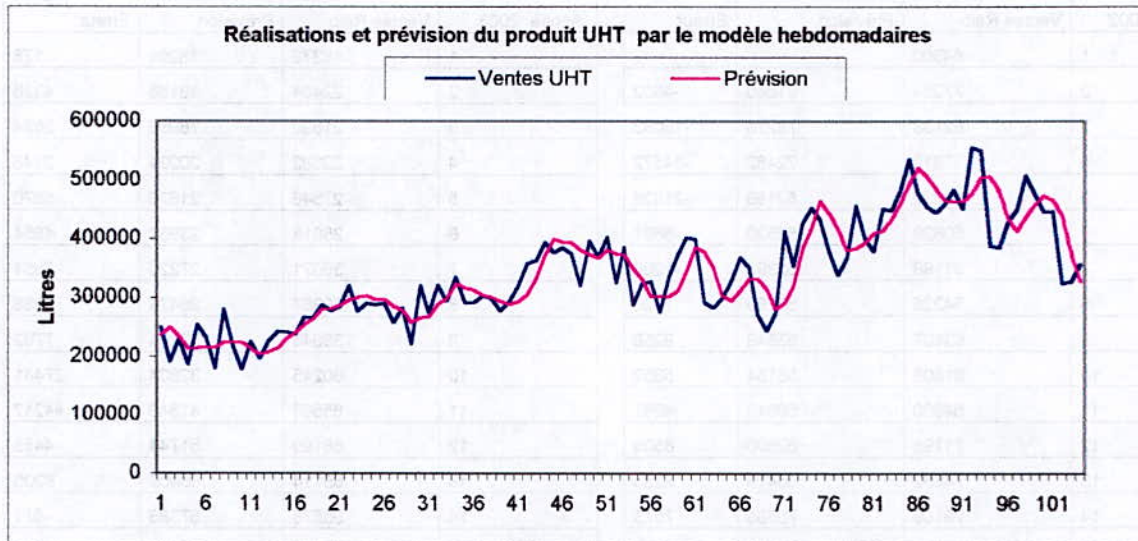


Figure I.1 : Graphes réalisations et prévisions UHT

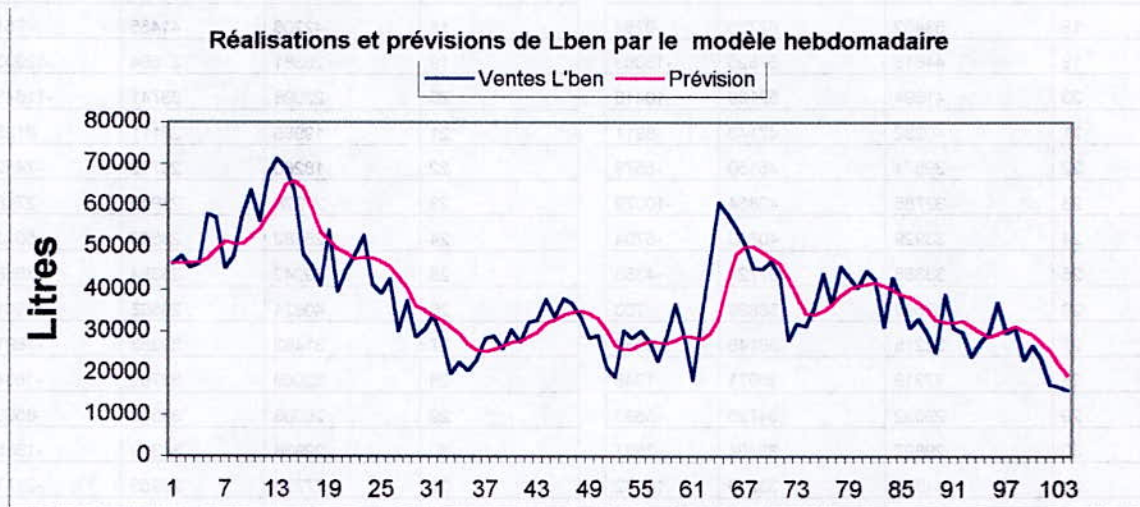


Figure I.2 : Graphes réalisation et prévisions L'ben

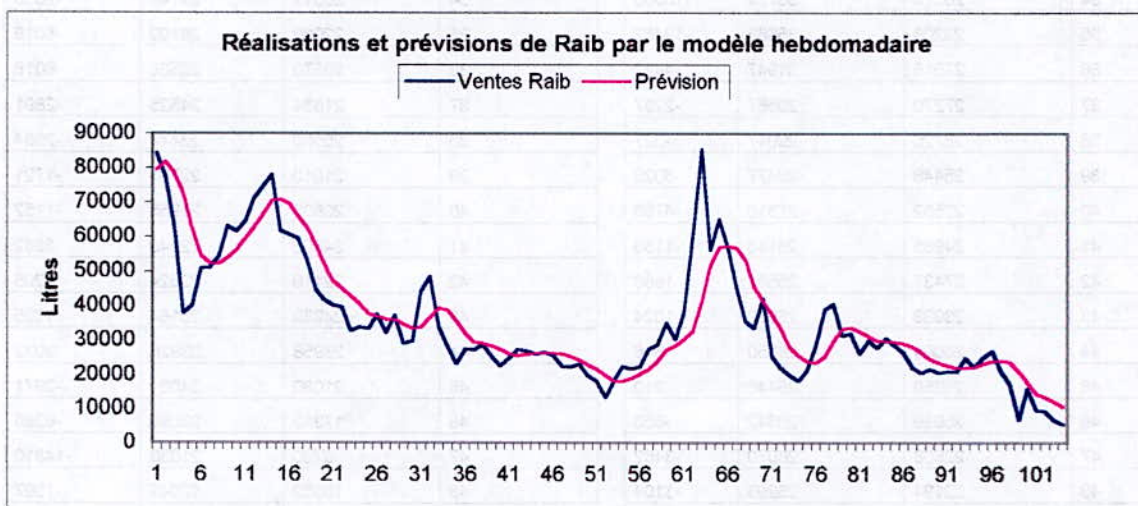


Figure I.3 : Graphes réalisation et prévisions Raib

Tableau J.1 : Réalisations et prévisions UHT

Année 2002	Ventes UHT	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes UHT	Prévision	Erreur
1	473873			1	665073	771405	-106332
2	426466	473873	-47407	2	621620	722779	-101159
3	446607	445429	1178	3	641119	667687	-26568
4	457600	441869	15731	4	762031	648245	113786
5	433118	447147	-14029	5	689980	710625	-20645
6	416151	435985	-19834	6	596047	702586	-106540
7	458791	420077	38714	7	681994	641153	40841
8	489248	437513	51735	8	620151	658560	-38408
9	530443	466245	64197	9	573678	632092	-58415
10	561118	507112	54006	10	744405	590165	154240
11	589034	547641	41393	11	848028	670572	177456
12	581656	585463	-3807	12	804944	778791	26153
13	569170	599890	-30720	13	748781	812199	-63418
14	531815	597827	-66012	14	820092	794218	25874
15	547102	571824	-24722	15	836393	824105	12288
16	602216	564654	37562	16	948379	848169	100210
17	624248	592629	31619	17	987122	926092	61030
18	602980	620419	-17439	18	911286	989526	-78240
19	592291	621620	-29329	19	926714	974890	-48176
20	587430	614118	-26688	20	1014844	971252	43593
21	669996	605560	64436	21	939044	1018338	-79295
22	749524	649275	100249	22	822478	995616	-173139
23	764153	720277	43876	23	940275	909451	30824
24	723628	766478	-42850	24	932819	930081	2738
25	751687	764592	-12904	25	771778	936634	-164856
26	736454	776816	-40363	26	703559	842876	-139317

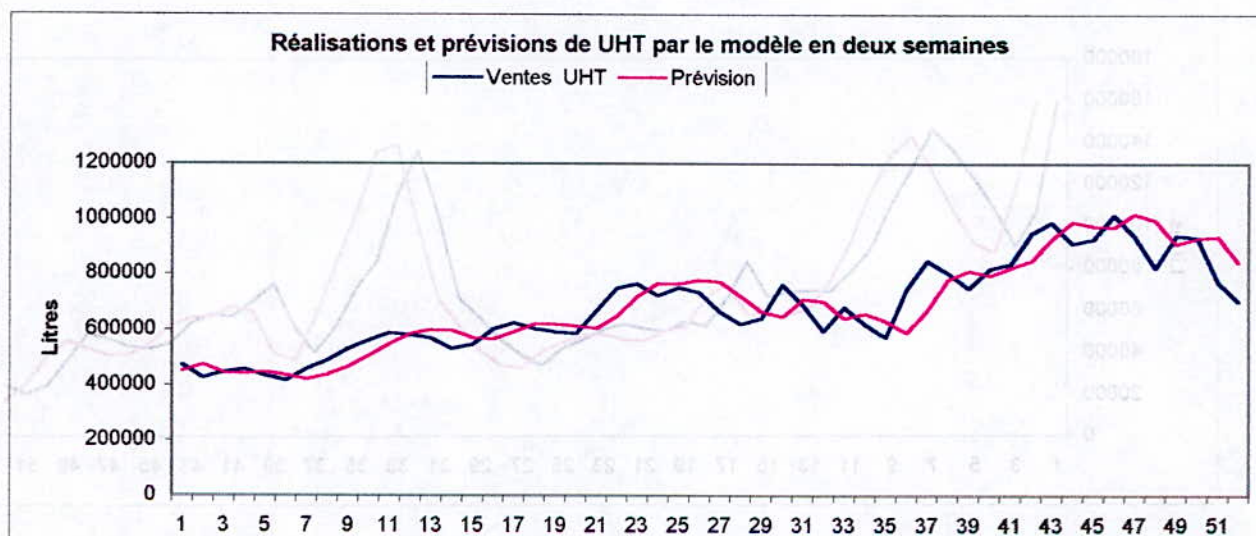


Figure J.1 : Graphes réalisations et prévisions UHT

Tableau J.2 : Réalisations et prévisions L'ben

Année 2002	Ventes Lben	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes Lben	Prévision	Erreur
1	158866			1	38876	41582	-2706
2	105873	158866	-52992	2	45991	40500	5492
3	90432	116472	-26040	3	56726	42696	14029
4	108254	87161	21093	4	65913	48308	17605
5	122684	91390	31293	5	104172	55350	48822
6	135916	107155	28761	6	136296	74879	61418
7	146137	125900	20236	7	114964	99446	15518
8	127380	142428	-15048	8	83957	105653	-21696
9	110352	133966	-23614	9	70852	96974	-26123
10	88768	116244	-27476	10	52370	86525	-34155
11	78029	91653	-13625	11	39939	72863	-32924
12	68789	73748	-4959	12	52307	59694	-7386
13	69357	60595	8762	13	73125	56739	16386
14	68565	57626	10939	14	64590	63294	1296
15	66508	57800	8708	15	57298	63812	-6514
16	83221	57940	25281	16	58425	61207	-2781
17	65459	72731	-7272	17	54202	60094	-5892
18	52362	65525	-13163	18	44486	57737	-13251
19	54981	52442	2539	19	41989	52437	-10447
20	49895	49815	80	20	43029	48258	-5228
21	51430	45627	5803	21	46611	46166	445
22	53320	46030	7290	22	49031	46344	2687
23	51097	48551	2545	23	36821	47419	-10598
24	46099	48443	-2344	24	24063	43180	-19117
25	41973	44831	-2858	25	20065	35533	-15468
26	33672	40432	-6760	26	24357	29346	-4989

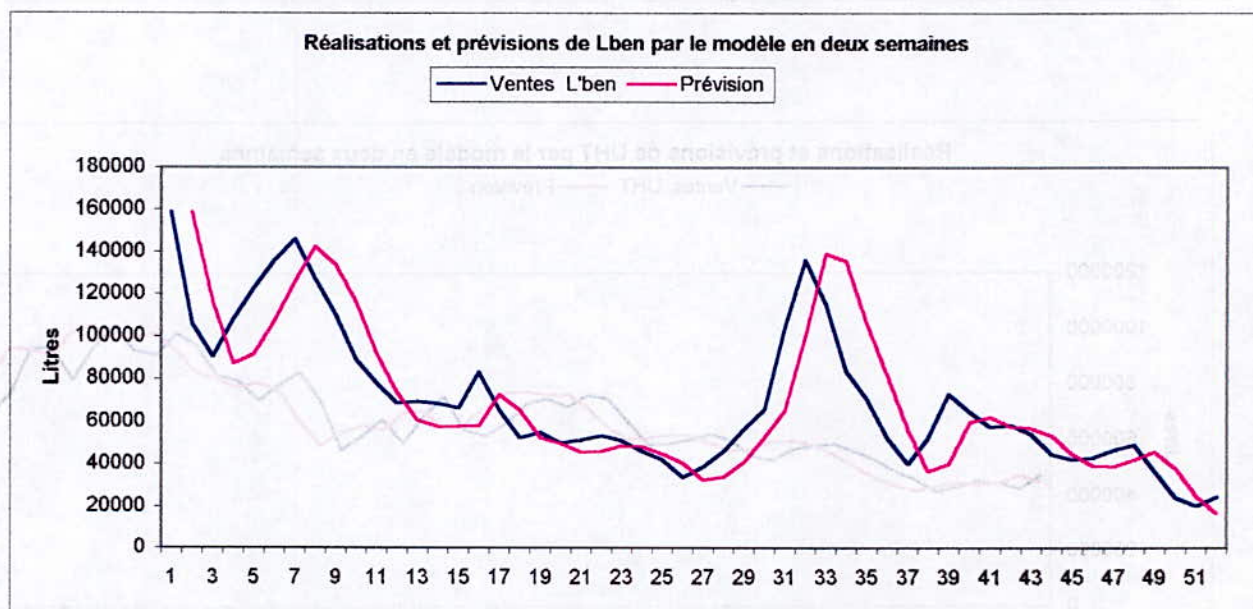


Figure J.2 : Graphes réalisations et prévisions L'ben

Tableau J.3 : Réalisations et prévisions Raib

Année 2002	Ventes Raib	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes Raib	Prévision	Erreur
1	92798			1	55423	58168	-2746
2	96389	92798	3590	2	55572	57345	-1773
3	107206	94953	12253	3	56009	56813	-803
4	100367	102628	-2261	4	59395	56572	2824
5	115783	102697	13085	5	60098	57419	2679
6	127582	111771	15811	6	102564	58222	44341
7	137241	123658	13584	7	112334	71525	40809
8	112953	135631	-22678	8	97247	83768	13479
9	91983	127070	-35087	9	90524	87811	2712
10	91195	109022	-17827	10	73445	88625	-15180
11	92951	98173	-5221	11	63351	84071	-20720
12	91946	93282	-1337	12	75732	77855	-2123
13	78320	90253	-11933	13	83599	77218	6381
14	68675	80745	-12070	14	85699	79132	6567
15	63174	70081	-6907	15	81879	81102	777
16	58264	61429	-3165	16	76150	81335	-5185
17	44623	54400	-9777	17	71173	79780	-8607
18	46091	43119	2972	18	60298	77198	-16900
19	54405	38608	15797	19	62710	72128	-9418
20	56290	42059	14231	20	61286	69303	-8017
21	60771	45992	14778	21	53882	66898	-13015
22	68953	51535	17418	22	63418	62993	425
23	72438	59991	12447	23	60563	63121	-2558
24	68815	67033	1782	24	51413	62353	-10940
25	56482	68795	-12314	25	41705	59071	-17366
26	46640	62261	-15621	26	29575	53861	-24286

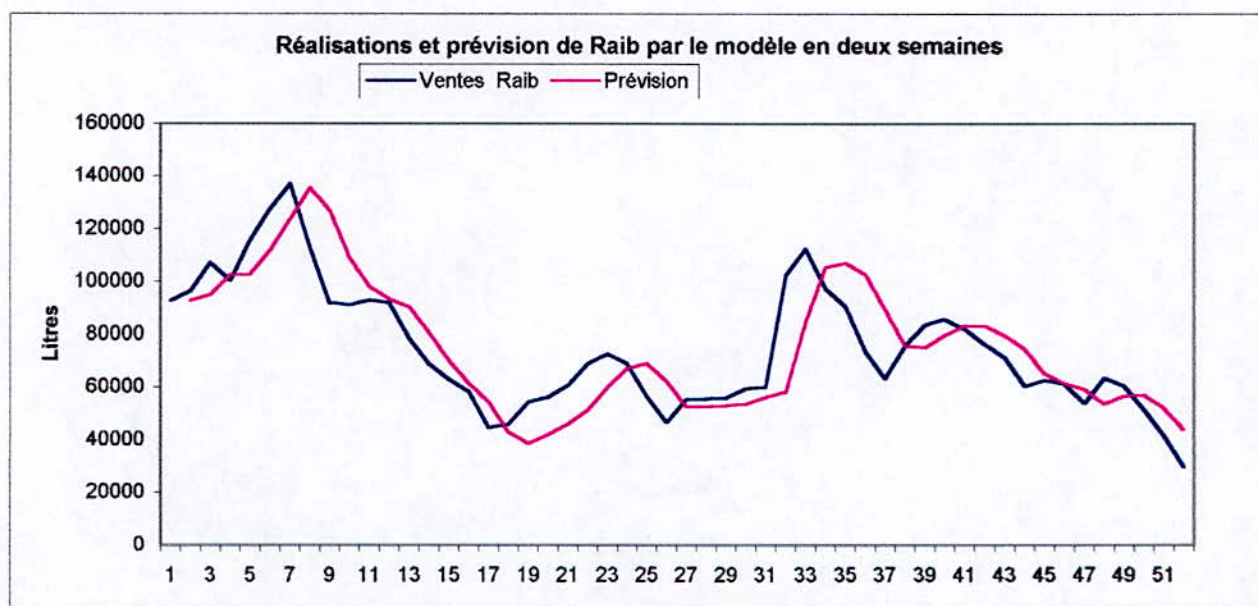


Tableau J.3 : Graphes réalisations et prévisions Raib

Tableau K.1 : Réalisations et prévisions UHT

Année 2002	Ventes UHT	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes UHT	Prévision	Erreur
1	858178			1	1324083	1540317	-216234
2	947308	858178	89130	2	1387143	1466510	-79367
3	819047	911656	-92609	3	1275511	1455363	-179852
4	948140	864112	84028	4	1321024	1376781	-55757
5	1098787	914216	184571	5	1284470	1356470	-72000
6	1174193	1032208	141985	6	1690814	1321395	369419
7	1120249	1141260	-21011	7	1562797	1544691	18106
8	1137827	1165293	-27466	8	1759314	1590447	168867
9	1214484	1183562	30922	9	1911202	1728289	182913
10	1175072	1234392	-59320	10	1948458	1889757	58701
11	1433982	1233859	200123	11	1753031	1993160	-240128
12	1456107	1383654	72453	12	1879492	1922548	-43056
13	1493536	1474858	18678	13	1454880	1948568	-493688

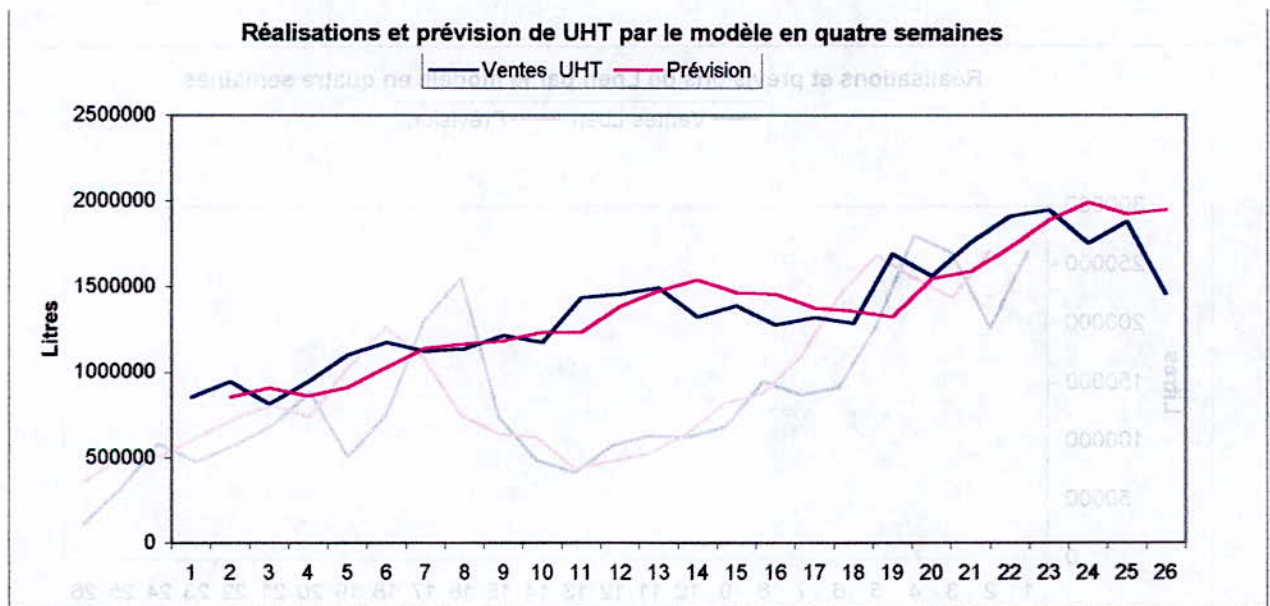


Figure K.1 : Graphes réalisations et prévisions UHT

Annexe K : Réalisations et prévisions par le modèle en quatre semaines

Tableau K.2 : Réalisations et prévisions L'ben

Année 2002	Ventes Lben	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes Lben	Prévision	Erreur
1	261607			1	84835	106682	-21847
2	196512	238824	-42312	2	121800	100128	21672
3	260408	226130	34278	3	240056	106629	133427
4	275039	236414	38625	4	202521	146657	55863
5	199238	248001	-48764	5	123297	163416	-40119
6	146518	233372	-86854	6	88056	151381	-63325
7	140498	207316	-66818	7	143196	132383	10813
8	151848	187270	-35422	8	114491	135627	-21136
9	113021	176644	-63623	9	97571	129286	-31715
10	103990	157557	-53567	10	84007	119772	-35765
11	105339	141487	-36148	11	98968	109042	-10074
12	97141	130642	-33501	12	61065	106020	-44955
13	74225	120592	-46367	13	30854	92533	-61679

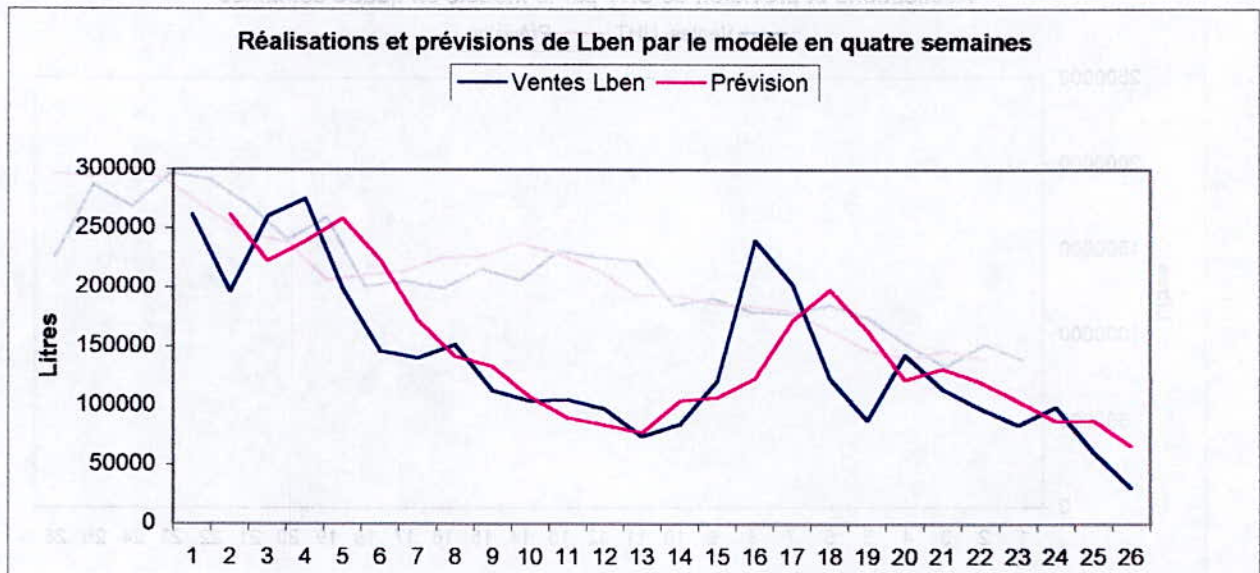


Figure K.2 : Graphes réalisations et prévisions L'ben

Tableau K.3 : Réalisations et prévisions Raib

Année 2002	Ventes Raib	Prévision	Erreur	Année 2003	Ventes Raib	Prévision	Erreur
1	185905			1	116310	124230	-7920
2	208129	193683	14446	2	117338	121854	-4516
3	245491	198017	47474	3	160082	120499	39583
4	252293	212259	40033	4	208733	132374	76359
5	180506	224269	-43763	5	162509	155282	7227
6	187425	211140	-23715	6	142979	157450	-14471
7	149156	204026	-54870	7	165383	153109	12275
8	121362	187565	-66203	8	161065	156791	4274
9	86180	167704	-81524	9	131320	158073	-26754
10	113389	143247	-29858	10	124441	150047	-25606
11	130140	134289	-4149	11	117814	142365	-24551
12	141533	133045	8488	12	110509	135000	-24491
13	97722	135591	-37869	13	73503	127653	-54150

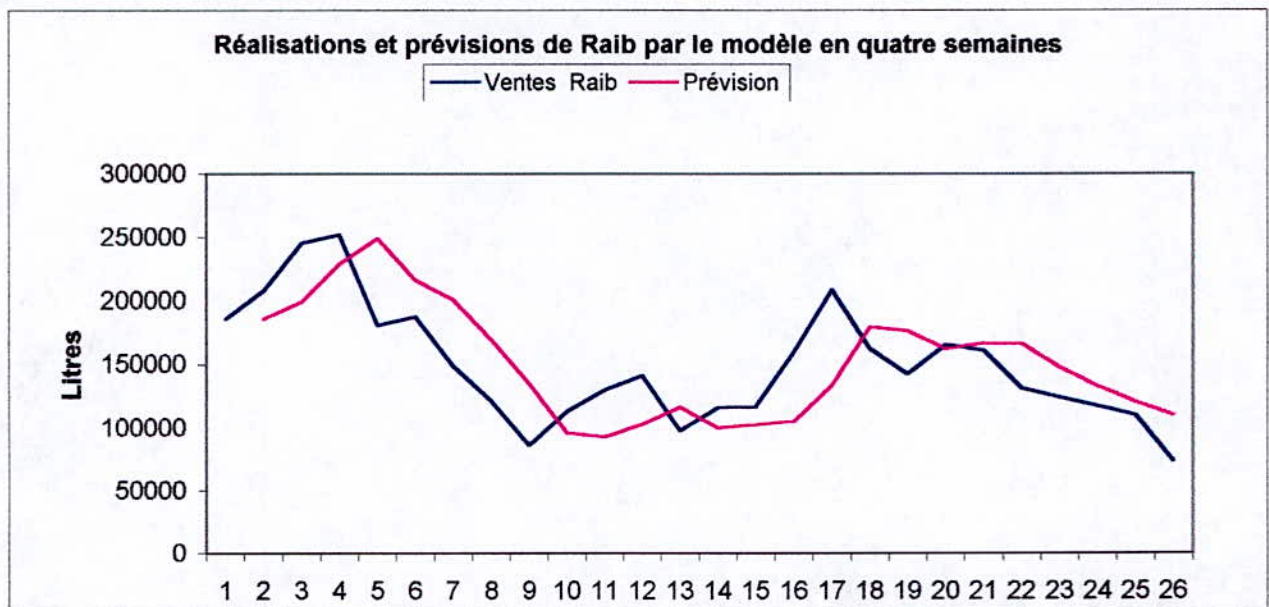


Figure K.3 : Graphes réalisations et prévisions Raib