

Titre: Optimisation des stocks par la prévision des ventes
Title:

Auteur: Julien Gosse
Author:

Date: 2009

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Gosse, J. (2009). Optimisation des stocks par la prévision des ventes [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.
Citation: <https://publications.polymtl.ca/8429/>

Document en libre accès dans PolyPublie

Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/8429/>
PolyPublie URL:

Directeurs de recherche: Christian Mascle
Advisors:

Programme: Non spécifié
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

OPTIMISATION DES STOCKS PAR LA PRÉVISION DES VENTES

JULIEN GOSSE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE MÉCANIQUE)

MAI 2009



Library and Archives
Canada

Published Heritage
Branch

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque et
Archives Canada

Direction du
Patrimoine de l'édition

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence
ISBN: 978-0-494-53904-0
Our file Notre référence
ISBN: 978-0-494-53904-0

NOTICE:

The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

AVIS:

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

■■■
Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

OPTIMISATION DES STOCKS PAR LA PRÉVISION DES VENTES

présenté par: GOSSE Julien

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de:

M. BALAZINSKI Marek, Ph.D., président

M. MASCLE Christian, Doctorat ès sciences, membre et directeur de recherche

M. TRÉPANIER Martin, Ph.D., membre

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cette maîtrise.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à mon Directeur de recherche, Monsieur Christian M ascle, pour son aide, ses conseils et son encadrement.

Je remercie également les membres du jury, Messieurs Marek Balazinski et Martin Trépanier, qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette maîtrise recherche.

Je tiens à remercier toute l'équipe de Papa Pique et Maman Coud et tout particulièrement Mlle Pham. Sans leur confiance et leur temps, cette maîtrise n'aurait pas pu être possible.

RÉSUMÉ

La gestion des stocks est une notion extrêmement importante pour les entreprises car fortement reliée à la notion de coût. Une bonne maîtrise de ses stocks permet à une entreprise de contrôler ses immobilisations et passe avant tout par une bonne connaissance du marché. La prévision des ventes offre un moyen précis de connaître et d'anticiper les variations du marché, de minimiser les invendus et de répondre au mieux aux besoins de la clientèle.

Cette maîtrise a pour but de mettre en place une méthode générale permettant de construire une prévision des ventes et de l'intégrer dans un processus de gestion des stocks. L'interprétation des prévisions par un logiciel de gestion des stocks offrira à l'utilisateur une aide à la décision essentielle pour minimiser les stocks en boutique sans pour autant perdre des ventes.

Ce mémoire de maîtrise s'intéresse à un type d'entreprises particulier, notamment du domaine textile, qui produisent une large gamme de modèles fortement déclinés (couleur, taille, configuration, etc.) et dont les déclinaisons ont une durée de vie limitée. La gestion des stocks est rendue compliquée par la multitude de produits à prendre en compte et par la nécessité de les écouter rapidement. Cette maîtrise s'attache à trouver une solution en ce qui concerne la gestion des stocks en fin de chaîne de distribution. En boutique le nombre de références, leur similitude et la nécessité de limiter les invendus compliquent d'autant l'élaboration des commandes de réapprovisionnement. Ce genre d'entreprises se prête difficilement aux techniques classiques de prévision des ventes et nécessite une démarche particulière pour pouvoir être à même de prévoir de façon précise les besoins.

ABSTRACT

Inventory management is an extremely important practice for corporations because of its significant effect on cost. Effective inventory management enables companies to control their lock-ups. Such effective inventory management comes from precise market knowledge. Sales forecasting offers a good way to identify and anticipate market fluctuations, minimize leftover stock and supply customers' demand.

This master dissertation aims to present a general method to set up sales forecasting and to integrate it into the inventory management process. This inventory management software would interpret forecasting to provide users with a decision support system to minimize stocks in stores and avoid missed sales.

Only a precise type of company is concerned by this dissertation, notably those in the textile industry, which produces a large range of patterns with many small variations (colors, size, customizations, etc.) which have a limited lifetime. Inventory management is difficult due to the multitude of products to account for and the necessity to sell them quickly.

This master dissertation concerns inventory management at the end of the supply chain. In store, the number of references, their similarities and the necessity to minimize unsold stock greatly complicates the re-ordering and re-stocking process. These types of companies do not easily lend themselves to classic techniques of sales forecasting and require particular methods in order to precisely estimate their needs.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vi
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES ANNEXES	xiii
INTRODUCTION	1
I.1. La gestion des stocks	1
I.2. Présentation de l'entreprise	5
I.3. Modus operandi	10
CHAPITRE 1 : Prévision des ventes	13
1.1 Caractéristiques communes aux deux méthodes	14
1.2 Méthode endogène	17
1.2.1 Décomposition d'un historique de vente	17
1.2.2 Schémas de décomposition	19
1.2.3 Détermination de la tendance	22
1.2.4 Détermination des coefficients de saisonnalité	25
1.2.5 Principales méthodes : méthodes basées sur le lissage exponentiel	25
1.3 Application au cas PPMC	28
1.3.1 Premières observations	28
1.3.2 Première étude : dessaisonalisation des chroniques	29
1.3.3 Coefficients saisonniers fixes ou glissants	29
1.3.4 Regroupements	32
1.3.5 Comparaison des méthodes de prévision	34

CHAPITRE 2 : Acquisition et sauvegarde des informations de ventes	39
2.1 Cahier des charges fonctionnel du logiciel d'encaissement.....	40
2.1.1 Le profil des ventes	40
2.1.2 Les spécificités des produits	40
2.1.3 La synchronisation des données.....	40
2.1.4 Système de fidélité à l'échelle nationale	41
2.1.5 Récupération des statistiques de vente	41
2.1.6 Gestion des stocks	42
2.1.7 Délivrance d'un ticket de caisse et prix par lot de deux	42
2.2 Les choix technologiques.....	43
2.2.1 Une solution développée en interne	43
2.2.2 Le choix du langage	43
2.2.3 Le matériel	44
2.2.4 La base de données.....	45
2.3 Présentation du logiciel d'encaissement	46
2.3.1 Interface globale.....	46
2.3.2 Processus de validation du ticket	52
2.3.3 Les fonctions annexes	55
2.4 Aperçu des données récupérées	59
2.4.1 Conservation des données	59
2.4.2 Données récupérées.....	60
2.4.3 Exemples d'utilisation des données	61
CHAPITRE 3 : Heuristique de gestion des stocks.....	63
3.1 Prévisions des ventes de produits.....	63
3.1.1 Saisonnalité des ventes concernant les modèles	63
3.1.2 Relation entre les ventes et les coloris	69
3.1.3 Heuristique de prévision	73
3.2 Gestion des stocks	86
3.2.1 Stock optimal	87

3.2.2 Les contraintes	88
3.2.3 Correction des jours ouvrés et de l'affluence journalière	90
3.2.4 Stock de sécurité	91
3.2.5 Inventaire des stocks	93
3.2.6 Calcul de la valeur des stocks commandés	94
CHAPITRE 4 : Résultats industriels et discussion	100
4.1 Implantation de l'algorithme.....	100
4.2 Logiciel de commande	101
4.3 Les premiers résultats.....	103
CONCLUSION	106
BIBLIOGRAPHIE	108

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Comparatif des différents modèles de prévision des ventes à une semaine	35
Tableau 3.1 Moyenne et écart type des erreurs de prévision	79
Tableau 3.2 Valeurs des erreurs en fonction des catégories	80
Tableau 3.3 Quantités à commander	99

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Réseau de distribution PPMC	7
Figure 2 Diversité du catalogue PPMC	8
Figure 1.1 Évolution du chiffre d'affaires réel de la boutique de Rennes de janvier 2004 à juin 2008	17
Figure 1.2 Composantes d'un historique	19
Figure 1.3 Comparaison schéma additif et schéma multiplicatif	21
Figure 1.4 Courbe de tendance par régression (ordre 3) des ventes de Rennes	23
Figure 1.5 Courbe de tendance par moyenne mobile (ordre 12) des ventes de Rennes	24
Figure 1.6 Évolution du chiffre d'affaires (en euro) du magasin de Carnac	30
Figure 1.7 Évolution des coefficients saisonniers hebdomadaires au cours des dernières années	32
Figure 1.8 Comparaison des coefficients saisonniers des différents magasins	33
Figure 1.9 Comparaison du modèle de prévision à une semaine aux ventes réelles du magasin du Crouesty	37
Figure 2.1 Interface globale du logiciel d'encaissement	47
Figure 2.2 Le damier	48
Figure 2.3 La « gestion de la sélection »	50
Figure 2.4 Gestionnaire de tickets	51
Figure 2.5 Gestionnaire des tickets en attente	52
Figure 2.6 Modes de paiement	53
Figure 2.7 Validation finale	54
Figure 2.8 Sélectionner un compte de fidélité	55
Figure 2.9 Bouton sommaire	56
Figure 2.10 Bouton ajout express	56
Figure 2.11 Contrôle ajout express	57

Figure 2.12 Bouton caisse	57
Figure 2.13 Contrôle bilan de la caisse	58
Figure 2.14 Bouton clients	58
Figure 2.15 Bouton tickets	59
Figure 2.16 Tables de stockage des données	60
Figure 3.1 Comparaison des coefficients de saisonnalité des maillots de bain pour les différents magasins.....	65
Figure 3.2 Comparaison des coefficients de saisonnalité des chapeaux de pluie pour les différents magasins.....	66
Figure 3.3 Comportement de groupe dans les coefficients de saisonnalité des barrettes	68
Figure 3.4 Comparaison de la part prise par le tissu « fleurs des champs tilleul » dans les ventes globales	71
Figure 3.5 Comparaison de l'évolution des parts de marché du tissus « Poupée Fuchsia » dans les ventes de bandeaux.....	73
Figure 3.6 Répartition des erreurs	76
Figure 3.7 Répartition des erreurs de la prévision des ventes de produits pour 2008.....	78
Figure 3.8 Évolution des erreurs dans le temps	81
Figure 3.9 Évolution de l'erreur en fonction de la valeur de la prévision	82
Figure 3.10 Schématisation de la répartition des erreurs	83
Figure 3.11 Proportion des erreurs supérieures à $x_e - \sigma_e$	84
Figure 3.12 Répartition des quantités vendues selon le jour de la semaine.....	90
Figure 3.13 Stock de sécurité.....	92
Figure 3.14 Logiciel de gestion des stocks magasin.....	94
Figure 3.15 Schéma de l'évolution des stocks.....	96
Figure 4.1 Interface du logiciel de commande.....	101
Figure 4.2 Répartition des erreurs	104
Figure 4.3 Comparaison des résultats dans les différentes catégories	105

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Comparaison des coefficients saisonniers des différents magasins.....	111
Annexe B : Comparatif des modèles de prévision à une semaine	112

INTRODUCTION

1.1. La gestion des stocks

La notion de stock est, pour une entreprise, fortement reliée à la notion de coût. Un stock trop important signifie une trésorerie dormante. Un stock insuffisant conduit à rater des ventes. Les stocks sont tributaires de la production et de la demande, d'ailleurs si une entreprise a la capacité d'adapter sa production à la demande, l'idée même de stock n'a plus lieu d'être. L'un des enjeux de la gestion des stocks est de trouver le compromis financier le plus intéressant pour l'entreprise en jouant sur ces paramètres : production, stocks et ventes.

Dans le cadre de cette maîtrise, nous nous plaçons dans le cas d'une entreprise qui présente une latence de production conséquente et qui doit anticiper ses ventes en produisant plusieurs mois à l'avance. L'objet de cette étude porte sur l'écoulement de la production. On considère une entreprise qui distribue ses produits dans de nombreux points de vente et qui cherche à améliorer cette distribution. On élaborera un système de gestion des stocks qui, à partir des informations de ventes, adaptera les commandes d'approvisionnement. Ce système devra estimer les ventes futures par une méthode de prévision des ventes judicieusement choisie de façon à couvrir les besoins de chaque boutique sans pour autant faire de surstock.

Les techniques de prévision des ventes fiables existent maintenant depuis la fin des années cinquante, développées notamment par Holt (Holt C., 1957) et Brown (Brown R.G., 1959). L'évolution des moyens informatiques a permis à bon nombre de logiciels de prévision des ventes de se développer. Une simple recherche sur un moteur de recherche à « prévision des ventes » permet de se faire une bonne idée du nombre de logiciels mis au point pour modéliser les ventes d'une entreprise. La question est, il est

vrai, très importante pour les entreprises qui sont prêtes à débourser des sommes non négligeables pour maîtriser leurs stocks et leur production. Dans le domaine des logiciels dédiés à la prévision des ventes pure et ayant acquis une certaine renommée, on peut notamment citer Forecast Pro¹. D'après Bourbonnais (Bourbonnais R., Usunier J.-C., 2007), il intègre toutes les méthodes essentielles pour un coût faible (inférieur à 2300 €), mais demeure limitée dans les possibilités de gestion de données. Plus intéressant encore dans le cadre de notre étude, Optimate² est spécialisé dans le secteur du textile et de l'habillement. S'il offre la possibilité de travailler des collections, ce logiciel offre une segmentation limitée. Il existe également des solutions intégrées à des logiciels plus complexes de gestion de la chaîne d'approvisionnement (Supply Chain) tel que Predicast³, très adapté au monde industriel. D'autres produits sont directement intégrés aux systèmes d'information des entreprises comme c'est le cas de l'ERP (Entreprise Ressource Planning) de la société SAP⁴. Bien sûr, ces logiciels ont un coût, de quelques centaines de dollars pour des macros complémentaires pour le logiciel Microsoft Excel, basé sur le modèle de Holt-Winters, à quelques dizaines de milliers de dollars pour les solutions plus complexes.

Cette maîtrise n'a pas pour but d'améliorer la précision de ces logiciels qui au fil des années ont atteint un niveau de maturité certain. Cependant, ces logiciels ne sont pas dénués d'inconvénients. Les logiciels de faibles coûts sont quasiment impossibles à intégrer à une solution de gestion des stocks déjà existante. Les logiciels de gestion, plus complexes et plus coûteux demandent eux d'utiliser leurs solutions pour gérer les stocks. Outre les coûts difficilement supportables pour une petite entreprise, ce genre de

¹ Buisness Forecast System, Inc., Belmont, MA, USA, <http://www.forecastpro.com/>

² D3S, SEI-Fagor, Bidart, France, <http://www.optimate.fr/>

³ OMP Forecaster, Aperia, Paris, France, <http://www.aperia.fr/>

⁴ SAP Demand Planning, Walldorf, Allemagne, <http://www.sap.com/>

solution demande une période d'adaptation et ne couvre certaines fois pas certains corps de métier dont la production est trop spécifique.

Plutôt que d'améliorer la précision des prévisions, nous allons nous intéresser à un domaine très peu couvert par ce genre de logiciel, les produits à déclinaisons multiples ou à multiples variantes et à durée de vie courte. Premier exemple, le monde de l'informatique, où chaque modèle d'ordinateur est décliné en plusieurs dizaines de références en fonction des configurations adoptées. Contrairement au domaine de l'automobile, la production ne peut pas fonctionner à flux tiré. L'évolution des technologies est telle que la durée de vie de ces produits est limitée à environ 6 mois. Les stocks pour ce genre de produits sont importants. Un client qui ne trouve pas le modèle qui l'intéresse en boutique préfèrera l'acheter sur internet à moindre coût plutôt que d'attendre un réapprovisionnement. De par la valeur du matériel et de sa décote rapide, les magasins doivent aussi absolument éviter le surstock. Il est par conséquent important pour un détaillant en informatique de ne pas se tromper dans ses commandes de réapprovisionnement. Prenons un deuxième exemple, le domaine de la mode. Là aussi la durée de vie d'un produit est limitée à la durée de la saison qui ne dépasse généralement pas quelques mois. Si on retrouve certains modèles d'une année sur l'autre, les déclinaisons de couleurs, tailles, etc. évoluent d'année en année. Au vu de l'évolution de la mode, il est bien souvent impossible de revendre un produit l'année suivante, il devra être écoulé en solde avec les pertes financières qui en découlent.

Pour effectuer leurs prévisions, les logiciels se basent sur l'historique des ventes. Mais comment prédire de façon efficace, dans les domaines que nous venons d'aborder, sachant que l'historique des ventes est très restreint, la durée de vie des produits étant trop courte? L'idée de cette maîtrise est donc de déterminer un moyen efficace de prévoir l'évolution de la demande de ces références multiples, de proposer une façon de gérer et d'optimiser les stocks en fonction des ventes.

Pour illustrer cette maîtrise, nous allons utiliser les données de l'entreprise Papa Pique et Maman Coud.

Domaine d'application de l'étude :

- Entreprises multipoints de vente;
- Produits à durée de vie limitée;
- Nombre important de modèles;
- Très grand nombre de références (déclinaison des modèles en couleurs, formes, tailles, configurations, etc.);
- Concurrence assez faible pour être ignorée;
- Influence des facteurs externes (publicité, promotion, etc.) non prise en compte.

I.2. Présentation de l'entreprise

Papa Pique et Maman Coud est une entreprise française qui fabrique et vend depuis une vingtaine d'années des accessoires de mode : chapeaux, sacs, serre-têtes, chouchous... Par souci de simplicité, dans la suite de notre étude, l'entreprise Papa Pique et Maman Coud sera désignée par ses initiales (PPMC).

Leur histoire a commencée à la fin des années 80, par la création et la vente de barrettes sur les marchés estivaux français de Vendée (Noirmoutiers, Brétignolle sur Mer, Saint Jean de Monts et Pornic). Devant l'insistance de certaines clientes, PPMC réalise, à leur demande, des ventes à domicile en région parisienne et dans des kermesses d'écoles. L'année 1995 marque un tournant, la marque Papa Pique et Maman Coud est déposée, le nom racontant l'histoire des débuts de la marque. Le premier magasin saisonnier ouvre à Quiberon (Bretagne) et rencontre un fort succès. La gamme est enrichie de nouveaux modèles, couleurs et tissus. Les chouchous, serre-tête, chapeaux et sacs font aussi leur apparition. Entre 1995 et 1998, de nouveaux magasins saisonniers ouvrent à Belle-Île, Carnac et Le Crouesty (Bretagne). La clientèle commence à se fidéliser et revient chaque année découvrir les nouveaux coloris et modèles. En 1998, PPMC devient une société et ouvre son premier magasin à l'année à Rennes (Bretagne). Une nouvelle fois, le succès est au rendez-vous. Parallèlement à cette ouverture, des boutiques multimarques commencent à diffuser nos produits à Versailles, Nice, Noirmoutier, Pornic... Entre 2000 et 2004, de nouvelles boutiques saisonnières sont ouvertes à Dinard, la Trinité et la Baule. Le réseau de partenaires se développe aussi à Aix en Provence et Guérande. En 2005, PPMC emploie 15 personnes à l'année. Pour répondre à la demande des clients, PPMC ouvre son premier site de vente en ligne. Le succès est immédiat et contribue à diffuser la marque et à renforcer sa notoriété au plan national. En 2007, les ouvertures de Biarritz, Paris et Lyon viennent compléter le réseau de distribution.

L'entreprise est fortement influencée par ses origines. Ainsi, les techniques de ventes, même si elles ont évolué pour s'adapter aux besoins des boutiques, ont quand bien même

gardé trace des marchés. Ainsi, les clients, aussi bien en boutique, sur les marchés que sur le site web sont invités à remplir leur panier par la technique du prix pour un lot de deux, technique complètement inconnue des boutiques classiques en France (cependant bien plus présente en Amérique du Nord). De plus, l'activité de l'entreprise est aujourd'hui toujours fortement saisonnière de par l'implantation des magasins et le type de produits. Comme nous le verrons plus tard, les stratégies de ventes de PPMC sont fortement liées à cette héritage et ce côté atypique. Aujourd'hui, PPMC est une entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (Mlle Pham, Directrice de l'entreprise, est la seule actionnaire). PPMC a généré un chiffre d'affaires annuel de 3 millions d'euros en 2007. L'entreprise emploie directement plus de 40 personnes (ce chiffre varie en fonction de la saison) pour tenir les 9 boutiques, les 2 tournées de marchés et le site internet, pour gérer la fabrication, les stocks et les expéditions de la maison mère, pour le marketing et pour la promotion de la marque. La maison mère est située à St Philibert, Morbihan, en Bretagne (Ouest de la France). La plupart des boutiques sont situées dans le grand ouest français, exception faite de Biarritz, Paris et St Jean de Luze. La marque PPMC est aussi présente chez une demi-douzaine de franchisés et une dizaine de dépositaires. Une grande partie du territoire français est ainsi couvert. PPMC est actuellement en train de s'implanter aux Etats-Unis par l'intermédiaire d'un franchisé.

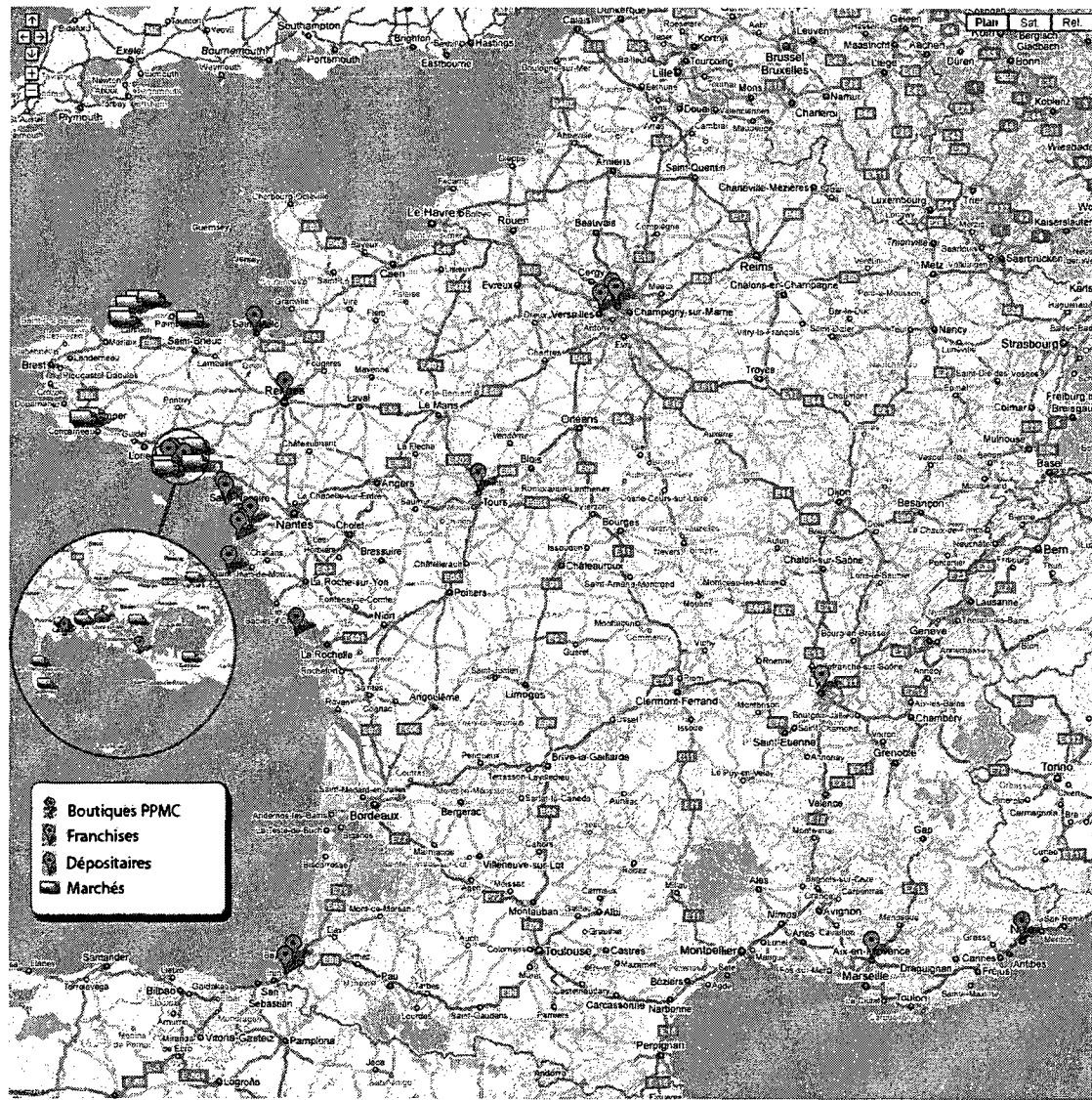


Figure 1 Réseau de distribution PPMC

Ce réseau de distribution complexifie énormément la prévision de la production. Pour tenir compte des délais de fabrication, l'entreprise doit anticiper la production de plusieurs mois. Les délais d'approvisionnement en tissus sont longs (de l'ordre de 3 à 4 semaines) et certains tissus doivent être envoyés en plastification après réception. Entre l'envoi en plastification et le retour des rouleaux de tissus à l'atelier, ce sont près de 4 semaines qui s'écoulent. PPMC sous-traite une bonne partie de la fabrication. Les délais de fabrication sont par conséquent élevés et les délais d'acheminement prolongent

d'autant le temps avant la mise en disposition en magasin. En tout, il faut compter entre 3 et 4 mois entre la planification de la production et l'arrivée des produits finis à la maison mère. Il est par conséquent indispensable d'anticiper les besoins des différents points de ventes. L'informatisation de la saisie des ventes permet à PPMC d'avoir un retour quasi immédiat sur l'engouement remporté par les tissus et une meilleure estimation des besoins en stocks des différents produits.

PPMC est spécialisé dans l'accessoire de mode en textile. Le catalogue PPMC présente une centaine de modèles allant du chapeau, au sac à main en passant par la barrette, destinés au bébé, à l'enfant comme à l'adulte. Chacun de ces coloris est décliné dans des coloris variés, pouvant être très classiques, unis, vichy liberty, à très fantaisiste. Le succès de PPMC est avant tout lié à la diversité des modèles et des couleurs, chaque cliente peut trouver quelque chose qui lui convienne. Il y a en permanence une centaine de tissus mis à disposition du client. Et si certes, tous les modèles ne sont pas déclinés dans tous les coloris, ce ne sont pas moins de 5000 références produits qui sont disponibles dans les stocks.

Catalogue PPMC :

100 modèles :



100 coloris :



Donnent plus de 5000 références :

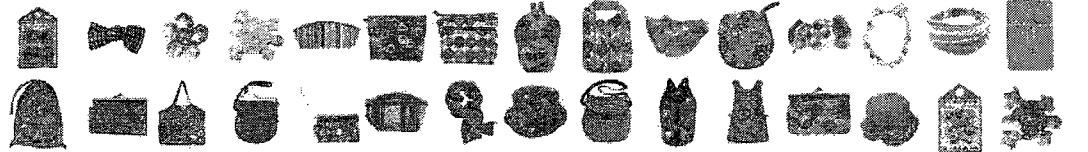


Figure 2 Diversité du catalogue PPMC

Jusqu'alors, PPMC ne possédait pas de gestion des stocks. Il était impossible d'avoir une idée des stocks disponibles dans chaque boutique sans procéder à un inventaire. L'envoi en production des articles pour l'année était basé sur l'envoi en production de l'année n-1 auquel ont soustrayait l'inventaire global des produits (boutique plus maison mère) à la fin de l'année n-1. L'envoi en production était éventuellement corrigé par les impressions de manquement de certains produits durant la saison et tenait compte de l'ouverture de nouveaux points de vente et de la tendance actuelle du marché.

L'envoi en production se basait donc sur le résultat global des sorties. Hormis les chiffres d'affaires des différents magasins, aucune statistique ne permettait de connaître l'évolution de chaque magasin pris individuellement. Le but de l'installation d'une gestion des stocks était donc d'améliorer la précision des informations concernant l'état des ventes (et non plus des sorties). On peut même enfin connaître une estimation des vols.

Le fait que les articles soient bien trop nombreux et très ressemblants était une forte source d'erreur. Si effectivement, instinctivement les vendeuses savent si tel coloris ou tel modèle se vend bien et ne se trompent pas beaucoup, il est beaucoup plus difficile de savoir si telle déclinaison modèle / coloris se vend bien. Il est de plus très subjectif de savoir si tel coloris se vend plus qu'un autre sans avoir d'outils de comparaison efficaces. La gestion des stocks apporte des statistiques chiffrées, précises et d'actualité. Cette gestion informatisée offre une réactivité incomparable et permet de distinguer en très peu de temps un bestseller d'un flop retentissant. Elle permettrait d'ajuster les mises en production de mi-saison de façon à limiter les invendus.

Les points de ventes PPMC sont bien souvent des magasins de petite surface, avec bien souvent des réserves minuscules, voire certaines fois inexistantes. La gestion de la place en magasin est un point critique, le sur-stockage est impossible. De plus, l'acheminement des produits depuis la maison mère vers les boutiques se fait par transporteur et le prix de la livraison est fonction du poids, voire dans certaines

conditions, du volume. Il est par conséquent important de limiter les stocks en boutique de façon à réduire les coûts de transport et laisser de la place de stockage pour les produits qui se vendent bien. La place pour stocker les articles à la maison mère est, elle aussi, limitée, c'est pourquoi il est important d'optimiser les envois en production. La gestion des stocks doit également tenir compte de la saisonnalité de certains articles, par exemple, les maillots de bain se vendent bien de mai à juillet, passé cette date, les ventes deviennent sporadiques et il est plus intéressant de rentrer des produits de la collection hiver en magasin. D'autres articles se vendent bien tout au long de l'année et attirent des clients en boutique quelque soit la saison. Ces modèles ne doivent jamais être en rupture, si ce n'est pour quelques coloris. Enfin, les chefs de boutique, touchant un pourcentage des ventes, ont intérêt à disposer dans leurs stocks des produits qui se vendent le mieux. Si bien qu'il n'est pas rare qu'ils sur-stockent ces produits au détriment d'autres, faussant ainsi les statistiques de ventes basées sur les commandes de réapprovisionnement. Ce n'est qu'à la fin de saison et au retour des produits à la maison mère que PPMC constate que certains produits ne se sont pas forcément aussi bien vendus qu'il le semblait. Une gestion automatisée centrale est seule à même de répartir les produits en fonction de leur saisonnalité en évitant ce genre de problèmes.

I.3. Modus operandi

On désire mettre au point un algorithme capable de distribuer de façon réfléchie les stocks d'un produit dans les différents points de vente en fonction :

- des stocks déjà présents en boutique, des stocks présents à la maison mère, des éventuels stocks de produits finis en cours de production,
- des ventes de chacun des points de ventes et de la projection de leurs ventes dans un futur proche,
- des différentes stratégies de l'entreprise concernant les produits.

Il faut par conséquent mettre au point une gestion des stocks informatisée et la mettre en place à la fois dans chaque boutique pour connaître leurs ventes au quotidien et au sein de la maison mère pour gérer les stocks globaux. Pour gérer les stocks en magasin, il est nécessaire que l'ensemble des ventes soient saisies informatiquement au moyen d'un logiciel d'encaissement qui pourra déduire les stocks, contrôlés par un inventaire ponctuel à intervalles réguliers.

Il convient ensuite d'établir une prévision des ventes afin d'anticiper les envois de réapprovisionnement et prévenir les ruptures et surstocks. Pour une mise en place rapide de l'algorithme, il est impossible de se baser sur les statistiques des ventes dont nous disposons, l'horizon des données est trop limité, on ne dispose au mieux que de quelques mois d'historique des ventes, ce qui est insuffisant pour mettre en place une prévision fiable. De plus, à l'avenir, dans le cas de nouveaux modèles, il sera impossible de travailler sur l'historique de ce produit. Par conséquent, il convient de trouver une méthode qui nous permet de nous passer d'un long historique produits et se contente d'autres données. Nous disposons cependant des informations des chiffres d'affaires des dernières années ce qui est amplement suffisant pour déterminer des coefficients saisonniers qui permettent de connaître l'évolution du marché au cours de l'année. L'étude du chiffre d'affaires nous permet également de déterminer la tendance globale du marché. À partir de ces données, il est envisageable de dessaisonnaliser un cours historique des ventes d'un modèle afin de déterminer la tendance du modèle en question, ainsi que la part de marché des différents coloris.

Dans une première partie, nous allons nous intéresser aux techniques classiques de prévision des ventes, afin de déterminer les méthodes les plus appropriées pour mettre en place un modèle de prévision de l'évolution du chiffre d'affaires des différents magasins. Par la suite, nous allons voir quelles solutions logicielles ont été mises en place en boutique de façon à obtenir des informations plus précises sur les ventes, notamment le détail des quantités vendues au jour le jour de chaque référence. Ensuite, nous utiliserons ces données fraîchement récoltées pour émettre des hypothèses de

travail nécessaire à l'élaboration d'un algorithme capable de déterminer avec précision les ventes de chaque produit dans chaque point de vente, chaque semaine. Puis nous ferons un tour des stratégies d'écoulement des produits de différentes Entreprises et nous préciserons celle de PPMC. Ces stratégies nous serviront à mettre au point, à partir des prévisions de ventes des différents produits, une gestion des stocks quasi-automatisée, capable de proposer au personnel en boutique une valeur des quantités à commander nécessaires pour compléter les stocks. Pour terminer, nous tenterons de critiquer les résultats obtenus suite à l'application de cette gestion.

CHAPITRE 1 : Prévision des ventes

La prévision est un ensemble de méthodes dont le but est de décrire le futur. Au contraire de la prédition, la prévision se base sur des méthodes scientifiques pour tenter d'appréhender l'avenir. Une entreprise, capable de connaître avec précision l'évolution du marché qu'elle sert, a en sa possession un outil à l'enjeu économique colossal. La prévision des ventes offre la possibilité à une entreprise de gérer sa production en anticipant l'évolution des ventes. Les techniques de prévisions peuvent reposer sur l'expérience et sur le jugement humain, techniques dites qualitatives, ou peuvent être issues de l'étude statistiques des historiques de ventes, techniques quantitatives. Les techniques qualitatives sont couramment employées, surtout dans les plus petites structures. Par exemple, un boulanger se base sur l'affluence des jours précédents, sur le jour de la semaine, le temps pour produire la quantité qu'il juge adéquate pour fournir l'ensemble de sa clientèle et minimiser ses invendus. Cependant, comme le montre Farnom (Farnom N.R., Stanton L.Z., 1989), les méthodes qualitatives ne permettent pas de prévoir à long terme l'évolution des besoins. Elles ne permettent pas non plus d'avoir un suivi correct quand le nombre de références produites par l'entreprise est grand. Pour ces raisons, nous n'étudierons que les méthodes quantitatives dans la suite de ce chapitre.

Il existe trois grandes approches de la prévision des ventes, l'approche par analogie, l'approche endogène et l'approche exogène. La première est assez limitée, elle consiste à se baser sur l'évolution des ventes d'un ancien produit pour prédire les ventes d'un nouveau produit comme l'a montré Thomas (Thomas A., 2000). Outre que le choix de l'ancien produit est basé sur une méthode qualitative, cette solution ne peut être réellement précise. Elle est avant tout réservée aux produits à durée de vie courte. On verra tout de même plus tard dans ce mémoire que cette approche est nécessaire pour les produits dont l'historique des ventes est limité ou inexistant, et que, combinée à d'autres procédés, elle permet d'obtenir des résultats intéressants. Les deux approches suivantes

sont longuement décrite dans Bourbonnais (Bourbonnais R., Usunier J.-C, 2007). Ainsi, la seconde approche consiste à bâtir les prévisions sur l'étude statistique de l'historique des ventes. La dernière approche s'attache à trouver des facteurs externes qui font évoluer l'historique. La vocation de cette maîtrise n'est pas de déterminer de façon précise l'évolution des ventes et les facteurs qui jouent sur cette évolution. Nous cherchons avant tout à modéliser les fluctuations des stocks de chaque produit et sur une période de temps courte. La méthode exogène cherche dans des facteurs comme la publicité, les promotions ou même le climat des moyens d'expliquer les fluctuations des ventes et de les maximiser à long terme en jouant sur ces paramètres. De plus, nous cherchons à prévoir une évolution des ventes pour chaque produit. Une mesure de l'impact de ces facteurs sur chaque produit est d'autant plus compliquée que le nombre de produits est grand (Chambers V.A., 1977). Pour ces raisons, nous n'étudierons que la méthode endogène dans la suite de cette étude.

1.1 Caractéristiques communes aux deux méthodes

La méthode endogène, comme la méthode exogène se base sur un historique des ventes pour établir une estimation des ventes à venir. Par conséquent, il faut donc que le produit existe depuis un certain laps de temps avant de pouvoir établir des prévisions fiables : on parle d'horizon de prévision. L'horizon doit être assez étendu pour identifier des éventuels facteurs saisonniers ou schémas répétitifs, tout en veillant à ce qu'il ne soit pas trop étendu pour limiter la taille des données à prendre en compte et minimiser le temps de calcul.

La périodicité est la fréquence à laquelle on effectue un relevé de la donnée à prédire. Cette périodicité est fortement influencée par le domaine d'activité de l'entreprise. Une entreprise qui vend des produits de consommation courante pourra se contenter d'une périodicité mensuelle alors qu'une entreprise qui vend des produits périssables optera plutôt pour une périodicité hebdomadaire. Les entreprises du secteur tertiaire auront bien

souvent recours à une périodicité journalière, comme par exemple une cantine qui sert des repas.

PPMC a une activité fortement saisonnière, et pour beaucoup de magasins, le gros de l'activité se concentre sur juillet et août. Les commandes de réapprovisionnement des magasins ont lieu une fois par semaine (deux fois par semaine pendant le fort de la saison). Il n'est pas possible d'envisager une périodicité des prévisions mensuelle, l'étude manquerait complètement de finesse et n'apporterait aucune information concrète pour aider à passer les commandes de réapprovisionnement. Une périodicité journalière apporterait une grande réactivité, car le volume des ventes journalières est beaucoup plus sensible aux perturbations extérieures (mauvais temps, jour férié, grève, etc. ...). Le choix d'une périodicité hebdomadaire des relevés des chiffres d'affaires offre un bon compromis, il permet de gommer l'influence des perturbations exceptionnelles et de diminuer les temps de calculs en limitant le volume des données à prendre en compte.

La profondeur de l'horizon (quantité de données nécessaires pour mettre en place des prévisions fiables) est directement fonction de la périodicité des données. Plus la fréquence des mesures est grande, moins l'horizon a besoin d'être profond. D'après Bourbonnais (Bourbonnais et Usunier, 2007), pour une périodicité mensuelle : "L'horizon de prévision peut être compris entre six et dix mois", concernant la périodicité hebdomadaire : "L'horizon de prévision peut aller jusqu'à quinze semaines". En réalité, l'horizon doit aussi être fonction de la sensibilité à la saisonnalité de notre série. En effet, et comme c'est le cas pour PPMC, si l'activité est saisonnière, il faut assez de recul pour mettre en place des coefficients de saisonnalité fiables. Un horizon de quelques années est alors nécessaire.

Le type de données disponibles dans l'entreprise est très variable. Il peut s'agir des commandes revendeur, de commandes de réapprovisionnement des points de ventes, des ventes finales dans les points de ventes, etc. Plus les données sont éloignées des ventes finales dans la chaîne d'approvisionnement, et plus les prévisions des ventes sont

faussées par le type de donnée employé qui ne reflète pas la réalité des ventes. Le cas d'une entreprise verticalement intégrée comme PPMC est idéal puisque les données de ventes sont directement accessibles, la prévision des ventes reflète plus fidèlement la réalité et il est aisément de prévoir la production en fonction de ces données.

Pour illustrer les deux méthodes, nous allons utiliser les statistiques de ventes mensuelles globales du magasin PPMC de Rennes. Ce magasin présente l'avantage d'être ouvert à l'année, ce qui évitera au facteur d'ouverture partielle de venir perturber la compréhension de l'application des méthodes. La boutique de Rennes existe depuis plus de dix ans ce qui nous offre un recul amplement suffisant pour étudier son cas correctement. Une première observation de la courbe permet de voir que la saisonnalité est forte et le phénomène plutôt bien répétitif. On remarque notamment que les ventes sont fortement influencées par les vacances scolaires qui ont un impact positif sur le chiffre d'affaires.

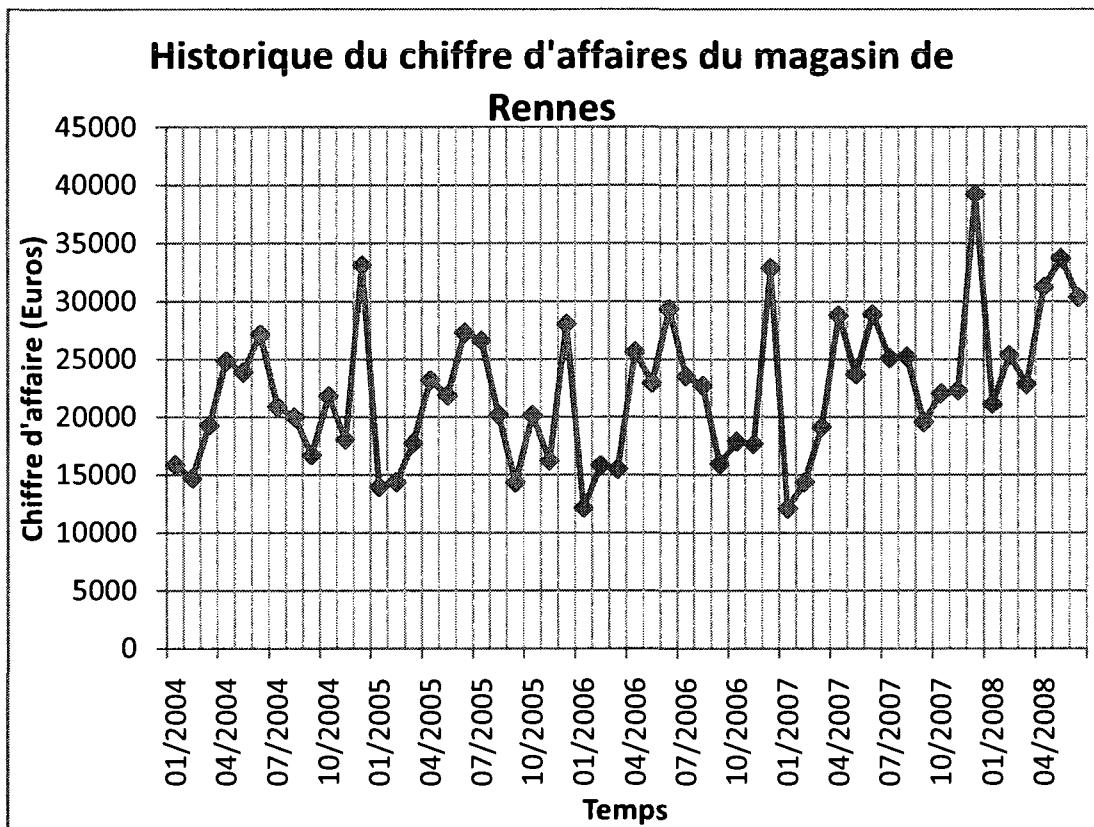


Figure 1.1 Évolution du chiffre d'affaires réel de la boutique de Rennes de janvier 2004 à juin 2008

1.2 Méthode endogène

La méthode endogène est une méthode extrapolative. Elle se base sur l'historique des ventes pour trouver la logique qui l'alimente et tenter de la prolonger dans l'avenir (Farnom N.R. 1989).

1.2.1 Décomposition d'un historique de vente

Un historique des ventes constitue, d'un point de vue mathématique, une série chronologique ou une chronique. Pour faciliter les études, on considère toujours une chronique avec intervalle de mesure fixe. Chaque chronique peut être décomposée en quatre éléments distincts : la tendance, la saisonnalité, la composante cyclique et la

composante résiduelle. La tendance (T_t) correspond à l'évolution globale des ventes, hors facteurs saisonniers, cycliques et perturbations aléatoires. Il s'agit d'une variation lente qui ne s'inverse qu'après de longues périodes. C'est sans doute un des indicateurs les plus importants pour l'entreprise, puisque c'est elle qui révèle si l'activité de l'entreprise progresse ou pas. Les composantes saisonnière (S_t) et cyclique (C_t) sont des composantes périodiques. On considère généralement que la saisonnalité a une période d'un an. La composante cyclique n'est pas toujours présente, elle peut correspondre à des variations mensuelles, hebdomadaires ou journalières. Par conséquent, lors de l'étude d'une chronique mensuelle, cette composante est absente. Enfin, la composante résiduelle (R_t) correspond aux irrégularités et accidents du marché.

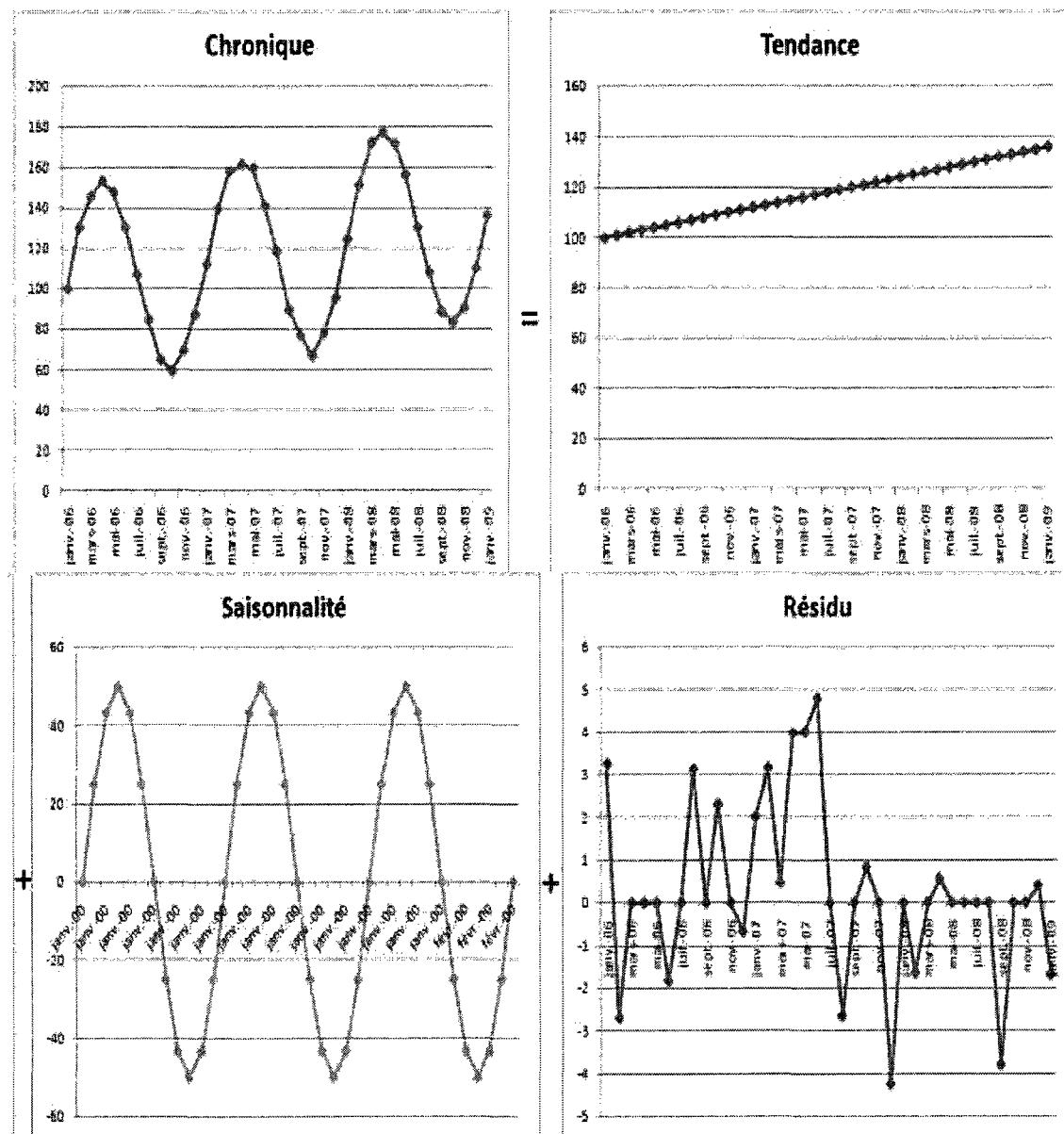


Figure 1.2 Composantes d'un historique

1.2.2 Schémas de décomposition

Il existe deux principaux schémas de décomposition classiques : le schéma additif et le schéma multiplicatif représentés à la Figure 1.3. Le premier schéma suppose

l'indépendance des différentes composantes. Quand la tendance est croissante, l'amplitude de la saisonnalité n'augmente pas. L'équation de ce schéma s'écrit : $x_t = T_t + S_t + R_t$. Le second schéma, quant à lui, tient compte d'une interaction générale entre les trois composantes. Son équation s'écrit : $x_t = T_t \times S_t \times R_t$. Le schéma multiplicatif est actuellement le modèle le plus utilisé en économie. Il offre en effet la commodité d'être un schéma additif en passant par le logarithme de chronique ($\ln(x_t) = \ln(T_t) + \ln(S_t) + \ln(R_t)$). Il est également le modèle le plus proche de la réalité économique.

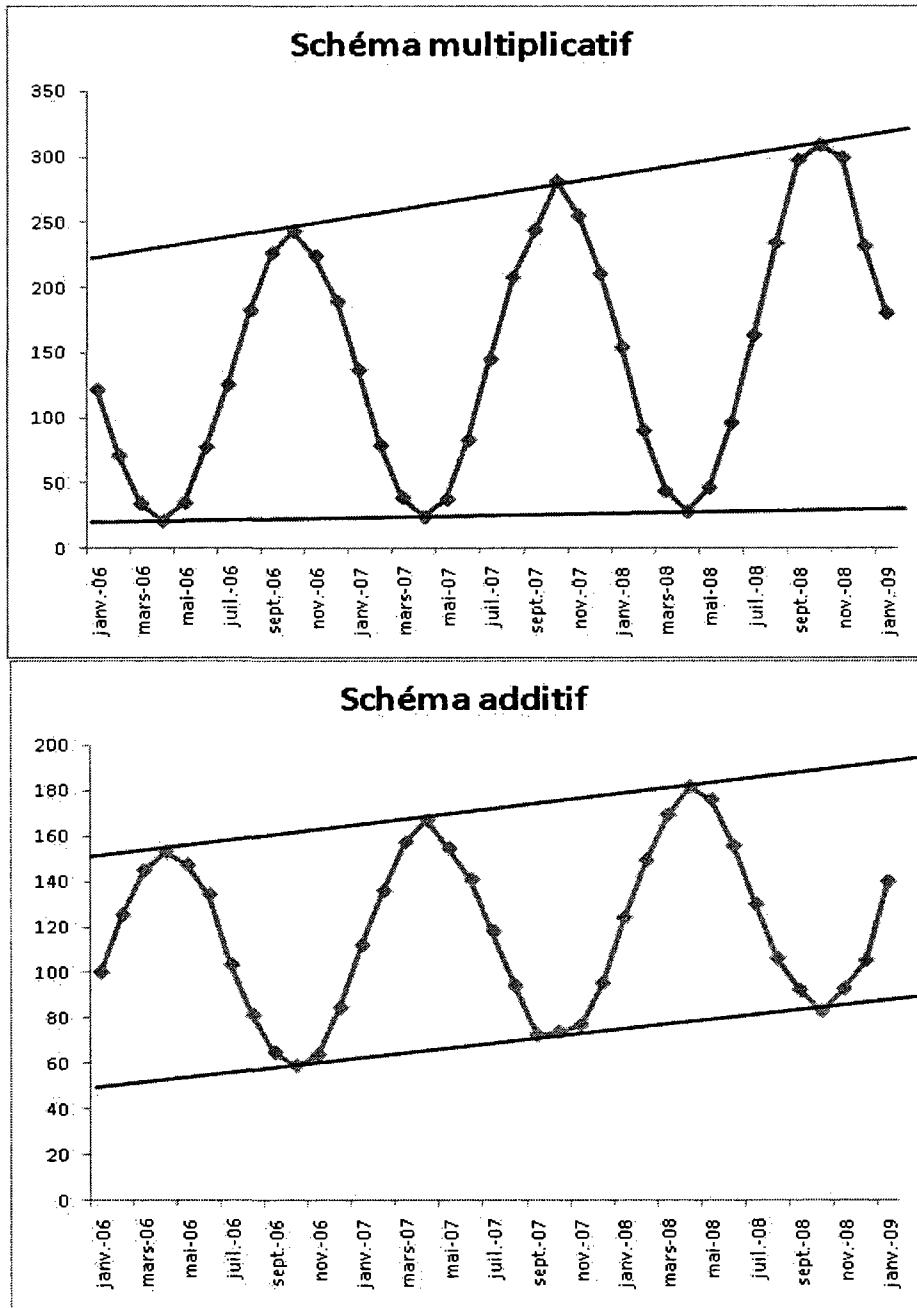


Figure 1.3 Comparaison schéma additif et schéma multiplicatif

Pour identifier le type de schéma adéquat à une chronologie donnée, il s'agit d'étudier l'évolution de l'écart type annuel sur l'ensemble des années étudiées. L'écart type

correspond à la saisonnalité et le résidu car l'écart type élimine la moyenne et par conséquent la tendance. Si l'écart type croit, on devine que la saisonnalité et le résidu croissent eux aussi. Si l'on prend le cas de la boutique PPMC de Rennes, on remarque que l'écart type est croissant, preuve que l'amplitude de la saisonnalité augmente : on est sur un schéma multiplicatif selon la démonstration faite par Brourbonnais (Bourbonnais R., Usunier J.-C., 2007).

1.2.3 Détermination de la tendance

Deux grands outils offerts par les statistiques mathématiques sont couramment employés pour déterminer la tendance d'une série : la tendance par régression et par moyenne mobile.

1.2.3.1 Tendance par régression

La tendance par régression cherche à approcher la tendance à l'aide d'un polynôme ($x_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \dots$), dont on ajuste les coefficients à l'aide de différentes méthodes. La méthode la plus connue est la méthode des moindres carrés, on cherche dans cette méthode à minimiser la somme des carrés de la distance verticale de nos relevés expérimentaux à la courbe représentative de notre polynôme. Dans le cas particulier d'un polynôme de degré 1, on parle d'une régression linéaire, l'évolution de la tendance dans le temps est supposée constante, et la courbe représentative de notre tendance est une droite. La régression linéaire manque de précision et est surtout utile pour estimer la tendance à long terme d'une série. La plupart des tableurs permettent d'obtenir facilement ces courbes de tendance. Cette technique de dessaisonalisation a pour principal intérêt d'offrir une équation de la courbe de tendance. On peut obtenir les valeurs futures de la tendance immédiatement.

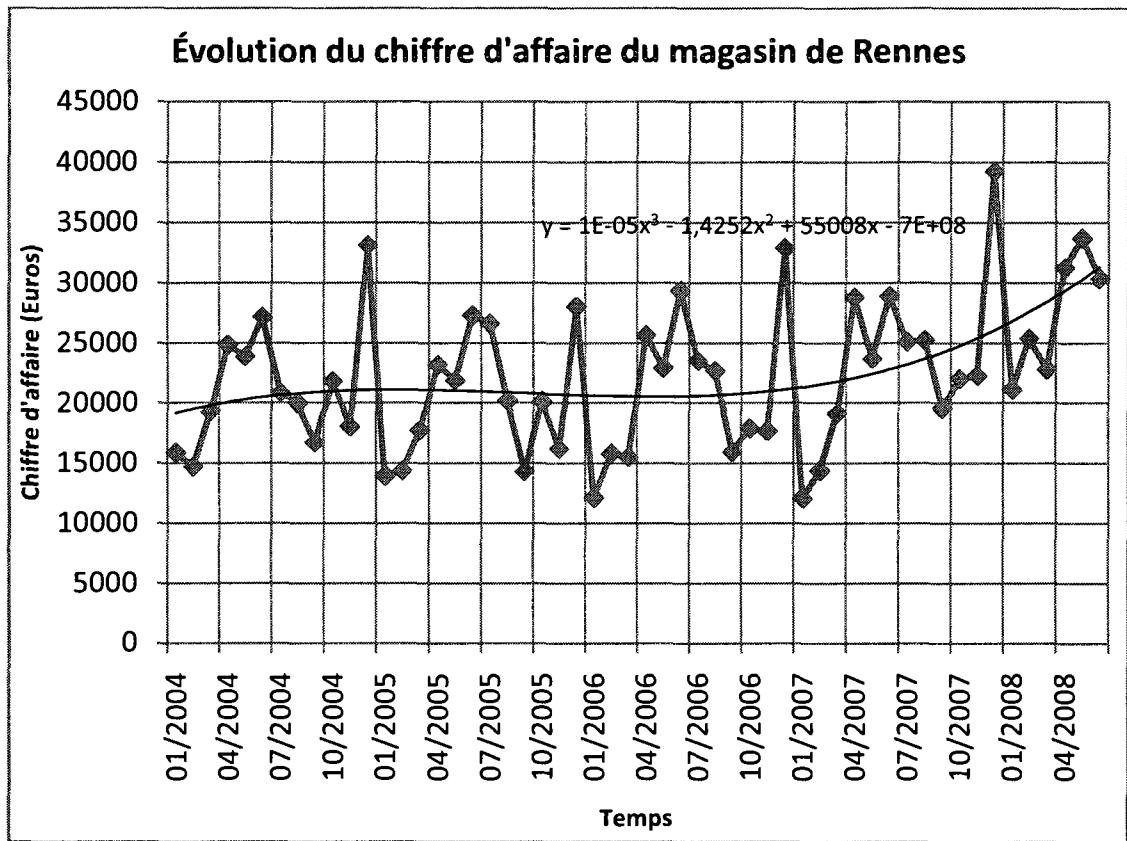


Figure 1.4 Courbe de tendance par régression (ordre 3) des ventes de Rennes

On peut remarquer que la courbe de tendance dans le cas d'une régression est sensible aux effets de bord. En effet, notre courbe a ici tendance à diverger et n'est pas facilement exploitable. La courbe a été obtenue par l'application de la courbe de tendance polynomiale de Microsoft Excel 2007.

1.2.3.2 Tendance par moyenne mobile

La moyenne mobile permet de lisser facilement une série. Une moyenne mobile d'ordre n a pour formule :

$$MM_t = \frac{(x_{t-n/2} + \dots + x_t + \dots + x_{t+n/2})}{n}$$

La moyenne mobile correspond au barycentre des n valeurs considérées. Un des premiers inconvénients de la moyenne mobile est qu'elle ne peut être calculée sur les bords de la série étudiée. Les $n/2$ premières ainsi que les $n/2$ pénultièmes valeurs ne pourront être calculées. Si l'on se place dans le cas où $n=12$ (série mensuelle) ou $n=52$ (série hebdomadaire) on obtient alors par définition la tendance exacte de notre série.

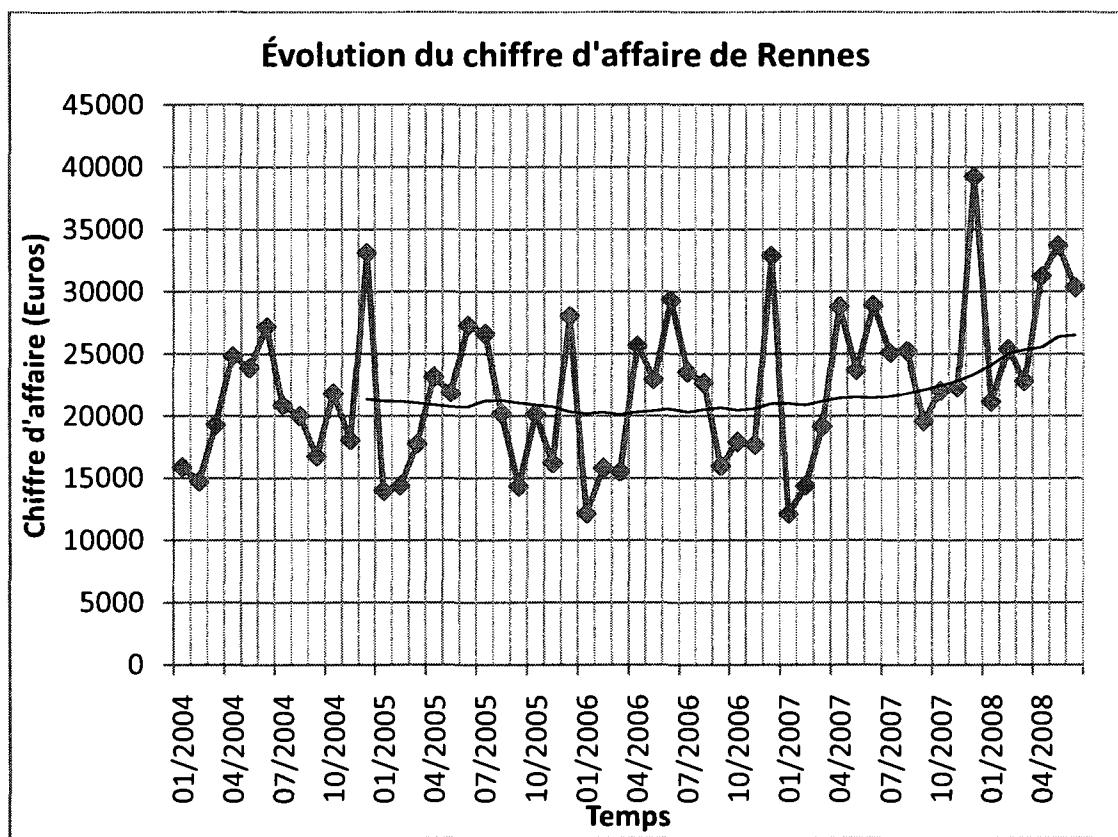


Figure 1.5 Courbe de tendance par moyenne mobile (ordre 12) des ventes de Rennes

La courbe a été obtenue par l'application de la moyenne mobile d'ordre 12 de Microsoft Excel 2007.

1.2.4 Détermination des coefficients de saisonnalité

1.2.4.1 Principe de conservation des aires

La moyenne de notre série brute doit être égale à la moyenne de notre série dessaisonnalisée (on parle de série Corrigée des Variations Saisonnières). En effet, on cherche à modifier le profil des ventes annuelles en modifiant la répartition tout en gardant le même chiffre d'affaires global annuel. On appelle ce principe : le principe de conservation des aires. Par conséquent, dans un schéma de décomposition additif, la somme des coefficients saisonniers doit être nulle. Dans le cas d'un schéma multiplicatif, c'est la moyenne des coefficients saisonniers qui doit être égale à 1.

1.2.4.2 Coefficients saisonniers fixes ou glissants

On parle de coefficients fixes quand les coefficients calculés sont les mêmes d'année en année. À l'inverse, les coefficients glissants sont calculés chaque année. À moins que le comportement d'achat des consommateurs change brutalement, il est préférable de conserver des coefficients fixes. D'une part, cela évite d'amalgamer la partie résiduelle. D'autre part, cela évite de prendre en compte la saisonnalité générée par les actions commerciales et promotionnelles de l'entreprise qui sont des phénomènes exogènes et dont nous ne voulons pas tenir compte ici.

1.2.5 Principales méthodes : méthodes basées sur le lissage exponentiel

Le lissage exponentiel appliqué à la prévision des ventes a été introduit par Holtz en 1957 (Winters P.R., 1960) puis complété par Brown en 1962 (Brown R.G., 1963). Le lissage exponentiel consiste à donner plus d'importance aux valeurs récentes pour extrapoler une chronique. En effet, pour effectuer une prévision, il est bien souvent intéressant de donner plus d'importance aux valeurs récentes qui correspondent mieux aux conditions du marché actuel.

1.2.5.1 Méthode de Brown

1.2.5.1.1 Lissage exponentiel simple

L'ensemble des informations suivantes est issu de Brown (Brown R.G, 1959). Soit x_t l'observation du chiffre d'affaires à t donné, la prévision effectuée en t pour $t+1$, α le coefficient de lissage ou constante de lissage, α appartenant à $[0,1]$. Le lissage exponentiel simple, L_t , est donné par l'équation suivante :

$$\hat{x}_t$$

$$L_t = \hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + \alpha(x_t - \hat{x}_{t-1}) \quad \text{ou} \quad \hat{x}_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)\hat{x}_{t-1}$$

En développant la formule précédente, on obtient :

$$\hat{x}_t = \alpha x_t + \alpha(1 - \alpha)x_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 x_{t-2} + \alpha(1 - \alpha)^3 x_{t-3} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{n-1} x_{t-n} + (1 - \alpha)^n x_{t-n}$$

Puisque $\alpha \in [0,1]$, $\alpha(1 - \alpha)^{n-1}$ est décroissant et le poids accordé aux valeurs de la chronique les plus anciennes est faible. Cependant, on prend en compte l'ensemble de l'historique.

1.2.5.1.2 Lissage exponentiel double

Le lissage exponentiel simple ne fonctionne que pour les chronologies stationnaires et sans tendance. Par conséquent, nous ne l'utiliserons pas dans le cas de PPMC. En cas d'existence d'une tendance, on utilise un lissage exponentiel double. Ce lissage double ne s'applique que pour des tendances du type : $x_t = a_0 t + a_1 t$. Cette technique est proche de la méthode par régression linéaire vue précédemment. Comme son nom l'indique, on effectue deux lissages simples successivement pour obtenir notre prévision. On a précédemment établi que le lissage simple, L_t , s'écrit :

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)L_{t-1}$$

Le lissage double, LL_t , quant à lui s'écrit :

$$LL_t = \alpha L_t + (1-\alpha)LL_{t-1}$$

Les coefficients de la droite de tendance en t est donnée par :

$$a_{1t} = \frac{\alpha}{1-\alpha} (L_t - LL_t)$$

$$a_{0t} = 2L_t - LL_t$$

On obtient alors la prévision en $t=t_0+n$ par :

$$\hat{x}_t = a_{0t} + a_{1t}n.$$

1.2.5.2 *Le modèle de Holt*

Le modèle de Holt (Holt C., 1957) se différencie du modèle de Brown par l'utilisation de deux coefficients de lissage, α et β , qui permettent de lisser la moyenne a_{0t} et la pente de la tendance a_{1t} de façon distincte. Dans le cas où $\alpha = \beta$, on se retrouve dans un modèle de Brown.

1.2.5.3 *Le modèle de Holt-Winters*

Ce modèle établit par Winters (Winters P.R., 1960) prend en compte la saisonnalité de la série, ce qui a pour avantage d'effectuer en un seul calcul la prévision. En effet, dans les modèles précédents, la série doit d'abord être dessaisonnalisée. Dans ce modèle, trois coefficients de lissage distincts sont utilisés, le coefficient de lissage de la moyenne α , celui de la tendance β et enfin celui de la saisonnalité γ , avec α, β, γ compris en 0 et 1. Les équations sont pour un schéma multiplicatif :

$$a_{0t} = \alpha \frac{x_t}{S_{t-p}} + (1-\alpha)(a_{0t-1} + a_{1t-1})$$

$$a_{1t} = \beta(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)a_{1t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{x_t}{a_{0t}} + (1 - \gamma)S_{t-p}$$

Avec a_{0t} la moyenne de la série lissée en t , x_t la valeur observée de la série en t , S_t le coefficient de saisonnalité en t , p la périodicité des données ($p=52$ en hebdomadaire, $p=12$ en mensuel, $p=4$ en trimestriel), et a_{1t} la pente de la tendance en t . Les prévisions pour un horizon de n périodes, avec n compris entre 1 et p , sont données par :

$$\hat{x}_{t+n} = (a_{0t} + na_{1t})S_{t-p+n}$$

1.3 Application au cas PPMC

1.3.1 Premières observations

Dans un premier temps, il convient de distinguer les caractéristiques des différents magasins et de tenter de trouver des similitudes qui permettront de travailler par catégories les données. Nous avons à notre disposition les chroniques hebdomadaires du chiffre d'affaires de chaque magasin. Il est possible de remonter sur 4 ans pour les magasins anciens, depuis leur date d'ouverture pour les magasins plus récents. En observant les courbes des historiques des ventes des magasins, on découvre qu'il y a deux grandes catégories de magasins. Les deux magasins de Paris et Rennes, ouverts à l'année, ont un profil peu saisonnier. Seule la période de Noël modifie de façon notable le profil de la courbe du chiffre d'affaires de ces deux boutiques en offrant une période très faste. Durant la période estivale, on remarque un ralentissement, très léger à Rennes, assez flagrant pour Paris. La deuxième catégorie de magasin concerne les magasins de bord de mer, qui ont une activité saisonnière bien plus marquée. Le printemps, propice aux premières affluences balnéaires, apporte durant les vacances scolaires et autres ponts de mai une bonne fréquentation. Les ventes atteignent leur apogée durant la haute saison (juillet et août). Les vacances de la Toussaint (début novembre) apportent quelques dernières ventes. Le reste de l'année est très calme et les magasins ne sont pas toujours ouverts. Le cas de Biarritz est un peu particulier. On note que l'activité est bonne tout au

long de l'année et que l'activité est encore plus dense durant les périodes susmentionnées. Bien qu'ouvert à l'année, le magasin de Biarritz offre une activité saisonnière et est difficilement classable dans l'une ou l'autre des deux catégories.

1.3.2 Première étude : dessaisonalisation des chroniques

Comme nous l'avons vu précédemment, il est possible de dessaisonaliser une série par diverses méthodes. La méthode la plus simple à mettre en place consiste à faire une régression linéaire. Cependant, cette méthode reste très approximative. Une autre technique consiste à utiliser la moyenne mobile. La chronique hebdomadaire de chaque magasin peut être dessaisonalisée en utilisant une moyenne mobile d'ordre 52. Si pour la plupart des magasins cette technique est efficace, elle présente tout de même le désavantage de diminuer l'horizon d'étude de 6 mois en début et fin de chronique (Figure 1.6). Par conséquent, la chronique du magasin de Paris qui, présentant un horizon de un an et demi, ne permet de calculer la moyenne mobile que sur 6 mois. Cela n'est pas suffisant pour calculer des coefficients saisonniers sur l'ensemble de l'année. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser une méthode de régression linéaire pour déterminer une première approche des coefficients saisonniers, la chronique sera ensuite dessaisonalisée à partir de ces coefficients, et on déterminera une tendance plus réaliste. Il s'agit d'une méthode itérative.

1.3.3 Coefficients saisonniers fixes ou glissants

Il est envisageable d'utiliser des coefficients saisonniers glissants, dont la valeur varie en fonction de l'année, ou alors des coefficients fixes qui sont la moyenne des valeurs de chaque année. Pour savoir quels types de coefficients doivent être utilisés, on compare l'évolution des coefficients saisonniers à l'évolution de la tendance. Comment déterminer les coefficients saisonniers? Première étape : on détermine la moyenne mobile d'ordre 52 des chiffres d'affaires hebdomadaires de chaque magasin pour les 4 dernières années. À partir de cette moyenne, on détermine les coefficients saisonniers pour chaque semaine, de chaque année et de chaque magasin. Les coefficients

saisonniers ne sont pas normés; ce choix s'explique par le fait que chaque magasin n'est pas forcément ouvert chaque année le même nombre de semaine, la normalisation viendrait affecter ces coefficients. En comparant la superposition des courbes d'évolution de coefficients saisonniers hebdomadaires de chaque année et de chaque magasin, on remarque que ces coefficients sont quasi constants au cours des années, signifiant qu'il est préférable d'utiliser des coefficients saisonniers fixes.

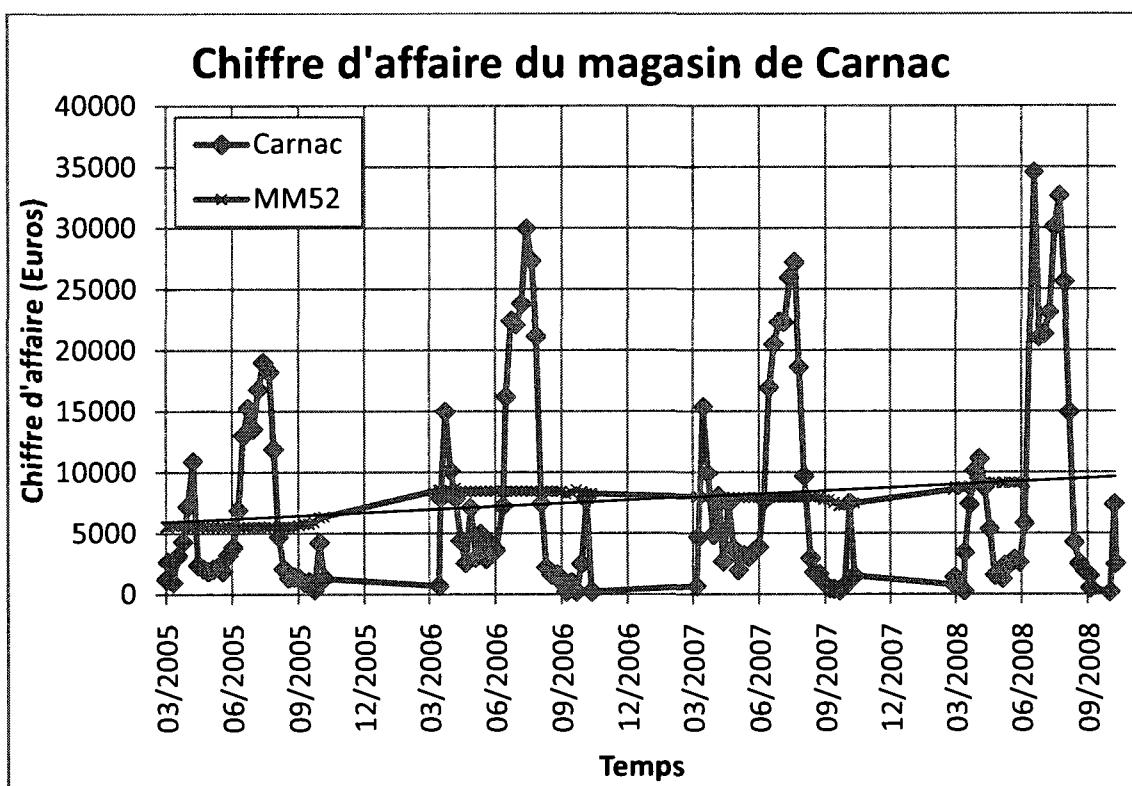


Figure 1.6 Évolution du chiffre d'affaires (en euro) du magasin de Carnac

Prenons l'exemple du magasin de Carnac. Ce magasin offre une tendance indéniablement croissante comme l'atteste la Figure 1.6, ce qui signifie que si les coefficients saisonniers sont liés à la tendance (cas de coefficients glissants), leur valeur devrait par conséquent évoluer avec le temps. Si l'on observe maintenant les coefficients saisonniers de Carnac représentés à la Figure 1.7, que remarque-t-on? Il est difficile de baser notre réponse sur l'imbroglio des valeurs des coefficients de la semaine numéro 11

jusqu'à la semaine numéro 23. Les forts pics d'activité durant cette période sont dus aux vacances scolaires de février et de Pâques, ainsi qu'aux longs ponts entourant les jours fériés de mai; En dehors de ces moments de forte affluence, les magasins sont généralement très peu fréquentés et les ventes très limitées. Il en résulte une forte amplitude des variations des coefficients saisonniers durant cette période. De plus, les vacances scolaires n'ont pas lieu aux mêmes dates d'une année sur l'autre, si bien que nos différentes courbes ont du mal à se superposer dans cette première partie de l'année. A l'inverse, quand on observe les coefficients des semaines au-delà de la semaine numéro 23, on remarque une bonne reproductibilité du phénomène d'une année sur l'autre. Outre la forme générale de la courbe, les valeurs des coefficients sont très proches. Si l'on observe la période de la semaine 25 à 35, période de haute saison, à savoir juillet et août, l'écart type moyen constaté est inférieur à 15% de la valeur moyenne. Cela montre que les valeurs varient peu au fil des années, on peut conclure sans risque qu'il est nécessaire d'utiliser un modèle à coefficients saisonniers fixes pour le magasin de Carnac. En appliquant la même méthode aux autres chroniques, on constate que le modèle à coefficients saisonniers fixes peut être adopté pour l'ensemble des boutiques.

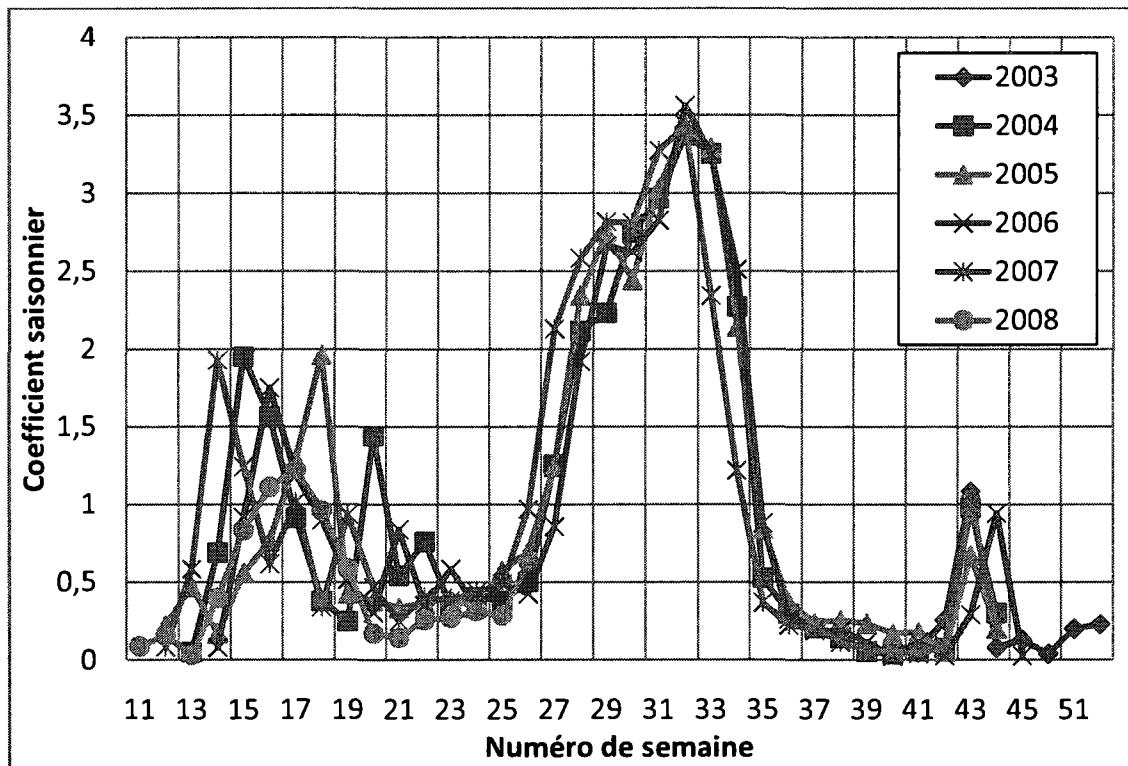


Figure 1.7 Évolution des coefficients saisonniers hebdomadaires au cours des dernières années

1.3.4 Regroupements

On dispose dorénavant d'une table contenant l'ensemble des coefficients saisonniers des différentes boutiques sur 4 ans. On détermine les coefficients saisonniers fixes de chacun des magasins en effectuant la moyenne de leurs valeurs au cours des 4 années. On effectue ensuite une comparaison entre chaque magasin des courbes de ces coefficients saisonniers fixes (Figure 1.8 également disponible en Annexe B :). Nous sommes en mesure ici de retrouver les grandes catégories de magasins dont nous avons parlé plus tôt, à savoir les magasins de bord de mer d'un côté, les magasins ouverts à l'année de l'autre. Sans surprise, on constate que, pour les magasins de bord de mer, les périodes de pleine activité sont les mêmes. Il est plus surprenant de constater que les valeurs des coefficients sont très proches. Cela signifie que des magasins malgré leurs spécificités (villes, type de clientèle, climat, etc.) ont des comportements saisonniers identiques. Il

est intéressant de se servir de cette particularité pour constituer des coefficients saisonniers plus fiables. En effet, plutôt que de se contenter de la moyenne des 4 valeurs de coefficients des 4 années d'historique de chaque magasin, il est plus intéressant de moyennner l'ensemble des coefficients de l'ensemble des magasins saisonniers pour déterminer des coefficients de saisonnalité fixes plus robustes. Dans la suite de notre étude, nous ne considérerons donc plus qu'une seule et unique série de coefficients saisonniers fixes pour l'ensemble des magasins saisonniers.

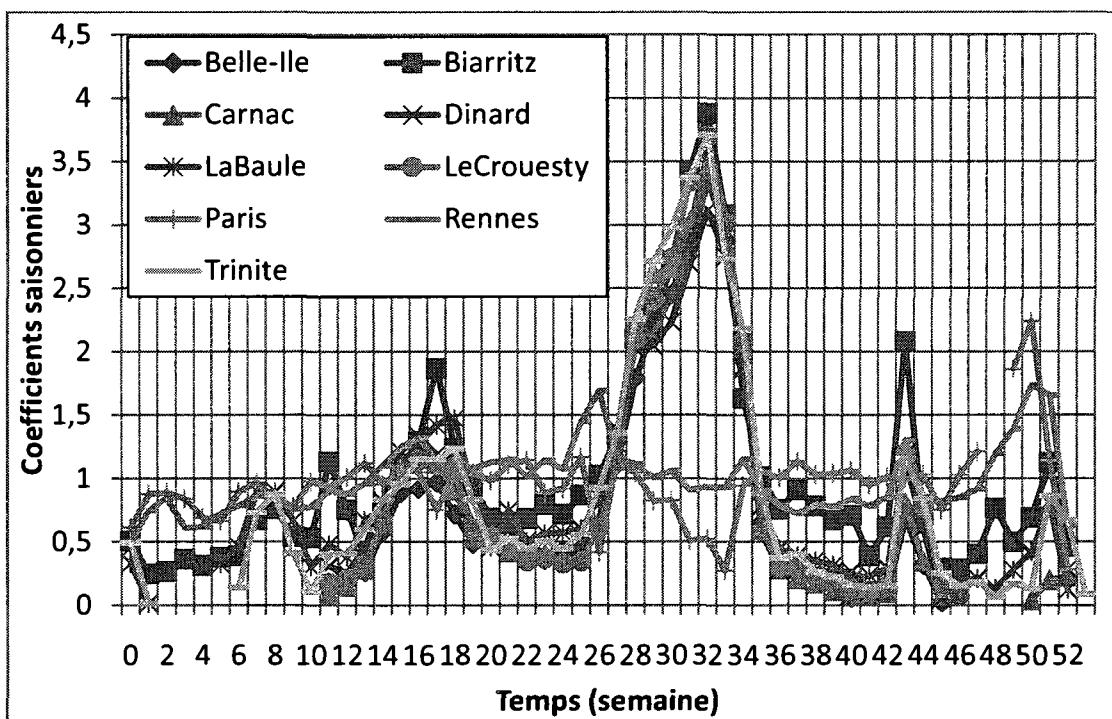


Figure 1.8 Comparaison des coefficients saisonniers des différents magasins

Les magasins ouverts à l'année, quant à eux, ont chacun leurs particularités. On peut notamment parler de l'influence des grandes vacances qui ne se ressentent pas pour ainsi dire pas à Rennes alors que c'est la période la plus mauvaise pour Paris. Impossible pour ces magasins de travailler avec des coefficients saisonniers communs. On remarquera également que les coefficients de Biarritz oscillent entre les deux catégories et que ce magasin devra conserver ses propres coefficients. On prend soin de normaliser les

coefficients. Pour rappel, la normalisation permet d'obtenir une moyenne des coefficients saisonniers pour chaque magasin égale à un. Si tel n'était pas le cas, le chiffre global annuel serait multiplié par ce facteur, faussant ainsi les prévisions.

1.3.5 Comparaison des méthodes de prévision

Comme nous l'avons remarqué précédemment, nous avons obtenu une première approche de la tendance en utilisant la moyenne mobile ou une régression linéaire. L'utilisation de la moyenne mobile ne nous permet de déterminer la valeur de la tendance que pour une date précédant de six mois le dernier relevé du chiffre d'affaires. Cela signifie que pour effectuer une première prévision, il faut effectuer une prévision de la tendance sur les six derniers mois. Une autre solution consiste à utiliser la méthode de Holt-Winter. Nous allons par la suite effectuer une série de prévisions des ventes des différents magasins à partir de différentes méthodes de prévision.

Pour effectuer une prévision de l'évolution du chiffre d'affaires à partir de notre moyenne mobile, il est nécessaire d'établir une prolongation de la tendance de façon à déterminer son évolution. Pour ce faire, on peut approcher la courbe de tendance par une équation de type polynomiale. Dans notre cas, nous ne souhaitons obtenir une prévision des ventes qu'à court terme, de une à trois semaines, une régression linéaire est parfaitement adaptée. À partir de cette tendance et des coefficients de saisonnalité fixes mis au point précédemment, on établit des prévisions. Cette première série de prévisions sera appelée modèle basé sur MM52 dans la suite de notre étude.

Dans un second modèle, on utilise la méthode de Holt-Winters pour effectuer notre prévision. Cette méthode effectue trois lissages distincts, l'un sur la moyenne, l'autre sur la tendance et le dernier sur la saisonnalité. Grâce à trois coefficients de lissage, α , β , γ , on est capable d'ajuster notre modèle de façon à ce que chaque paramètre (moyenne, tendance, saisonnalité) tienne plus ou moins compte des valeurs anciennes de l'historique, ou à l'inverse du cas le plus récent. Dans la suite de notre étude, ce modèle sera présenté sous le nom de modèle de Holt-Winters.

Notre dernier modèle est lui aussi basé sur le modèle de Holt-Winters. Cependant, la méthode classique ne prend pas en compte les coefficients de saisonnalité fixes, mais un système de coefficients lissés qui, en fonction du coefficient de lissage γ , tiennent plus ou moins compte de leur hérédité. Or nous avons vu récemment que les ventes des magasins PPMC étaient plus aptes à être dessaisonnalisée par des coefficients de saisonnalité fixes. Le modèle désigné Holt-Winters, modifié dans la suite de cette étude, présente un double lissage de la moyenne et de la tendance ainsi que des coefficients de saisonnalité fixes.

Les deux modèles basés sur Holt-Winters utilisent des coefficients de lissage dont les valeurs sont les suivantes : $\alpha=0.3$, $\beta=0.1$ et $\gamma=0.2$ (uniquement utilisé dans le deuxième modèle). Il s'agit de valeurs neutres de coefficients de lissage qui donnent un poids équilibré aux valeurs passées comme aux valeurs actuelles.

Pour mesurer la qualité de nos modèles, on effectue des prévisions à une semaine des ventes de l'ensemble des magasins PPMC à l'aide de nos trois modèles. Pour établir un point de comparaison entre ces modèles, on calcule années après années les coefficients de corrélation entre chaque modèle et les chiffres d'affaires réels. On obtient les résultats contenus dans le Tableau 1.1 ou en Annexe B : .

Tableau 1.1 Comparatif des différents modèles de prévision des ventes à une semaine

Étiquettes de lignes	Belle-Île	Biarritz	Carnac	Dinard	La Baule	Le Croisic	Paris	Rennes	Trinité
2005									
Modèle basé sur MM52	98,9%	96,9%	96,9%	96,8%	97,4%		86,0%	97,3%	
Modèle de Holt-Winters	59,7%	67,7%	79,9%	72,9%	78,0%		42,7%	78,3%	
Modèle Holt-Winters modifié	93,7%	93,3%	95,5%	96,2%	97,5%		92,6%	96,0%	
2006									
Modèle basé sur MM52	97,4%	97,6%	96,0%	96,8%	98,0%		86,6%	94,5%	
Modèle de Holt-Winters	75,8%	79,6%	83,1%	73,8%	81,3%		43,2%	82,7%	
Modèle Holt-Winters modifié	96,7%	97,6%	97,0%	95,2%	97,7%		92,8%	96,5%	
2007									
Modèle basé sur MM52	95,1%	95,2%	94,2%	90,6%	95,3%		84,2%	93,6%	
Modèle de Holt-Winters	88,2%	92,7%	88,1%	90,9%	94,1%		84,1%	91,8%	
Modèle Holt-Winters modifié	96,2%	96,0%	93,1%	96,8%	97,2%		90,4%	96,3%	
2008									
Modèle basé sur MM52	98,8%	98,9%	90,7%	98,5%	98,7%	99,1%	68,1%	82,3%	98,2%
Modèle de Holt-Winters	91,2%	71,4%	91,5%	90,3%	81,8%	91,6%	49,6%	70,9%	87,7%
Modèle Holt-Winters modifié	98,6%	92,2%	91,9%	97,0%	97,0%	97,4%	75,3%	89,9%	97,8%

Les taux représentés à la Figure 1.9 correspondent aux taux de corrélation du modèle avec la réalité. Plus ce taux est proche de 100% et plus le modèle est en adéquation avec la réalité. Au bilan, on peut remarquer que les deux modèles à coefficients de saisonnalité fixes sont les plus précis. Ces deux modèles présentent des résultats assez homogènes et sont difficilement dissociables. Les calculs liés à la méthode de Holt-Winters étant moins coûteux en temps de calcul-machine, on préférera ce modèle à celui basé sur la moyenne mobile. Il est à noter que la méthode de Holt-Winters modifiée offre également une bonne marge d'amélioration puisque les coefficients de lissage n'ont pour l'instant pas été optimisés et qu'ils pourront l'être par la suite.

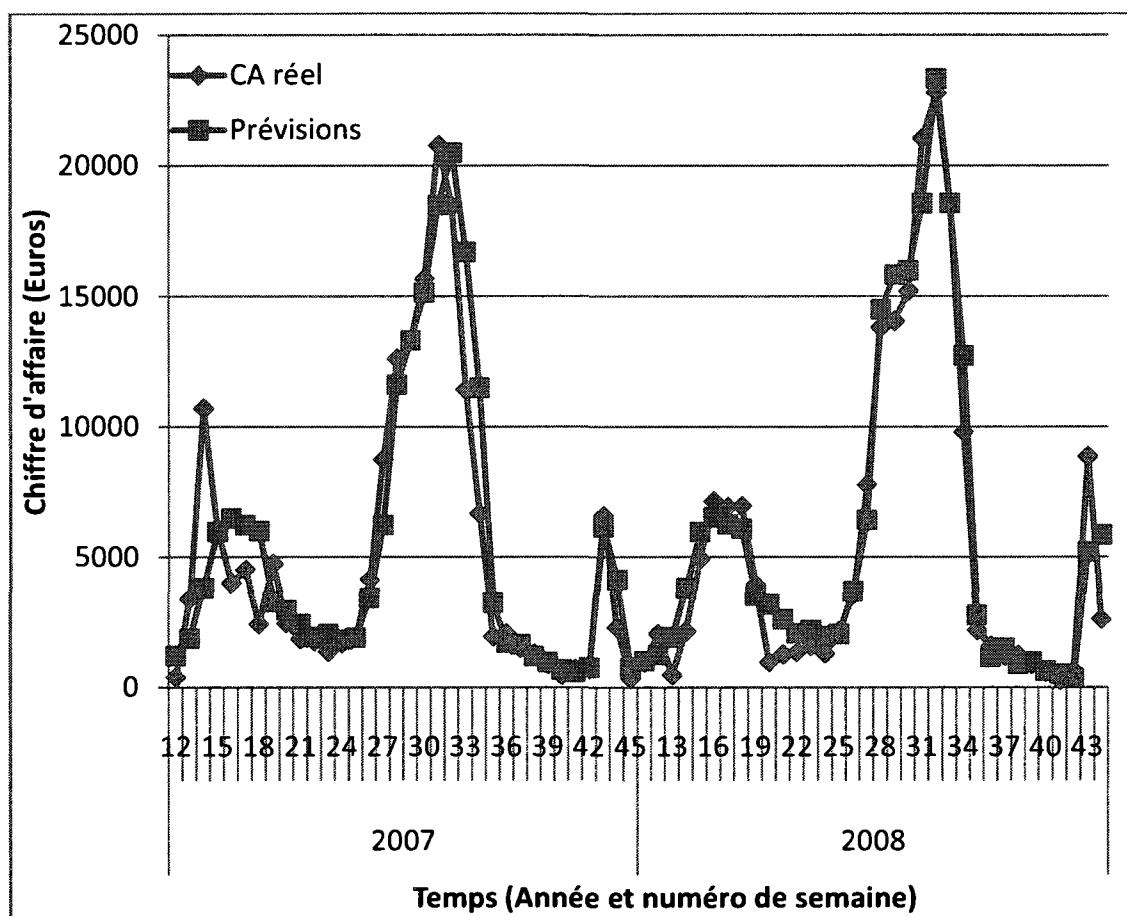


Figure 1.9 Comparaison du modèle de prévision à une semaine aux ventes réelles du magasin du Crouesty

Méthode retenue pour prévoir l'évolution du chiffre d'affaires de chaque magasin :

- Dessaaisonnalisation de chaque chronique hebdomadaire par lissage par moyenne mobile, ou par régression linéaire dans le cas d'un historique à l'horizon trop peu étendu.
- Détermination des coefficients de saisonnalité (chiffre d'affaires de la semaine / moyenne lissée) pour chacune des périodes de la chronique pour laquelle on dispose de la moyenne lissée.
- Détermination des coefficients de saisonnalité fixes pour chaque semaine et chaque groupe de magasin (Paris, Rennes, Biarritz et les magasins saisonniers). Normalisation des coefficients.
- Détermination de la moyenne et de la tendance par la méthode linéarisation de Holt-Winters.
- Détermination de la prévision (tendance * coefficient de saisonnalité)

CHAPITRE 2 : Acquisition et sauvegarde des informations de ventes

Pour pouvoir effectuer une gestion des stocks efficace, l'inventaire informatique des produits doit être réalisé et l'ensemble des ventes doit être saisie. Dans ce chapitre, nous allons voir quelles solutions logicielles sont envisageables et quelle est la méthode la plus appropriée au cas Papa Pique et Maman Coud. Nous verrons aussi comment sont stockées les données afin de pouvoir y accéder et les étudier.

L'entreprise PPMC a une production très variée. Il y a chaque année près de 600 formes d'articles qui sont déclinés dans de nombreux coloris (plus de cent pour certains). En tout, ce sont plus de 5000 produits distincts qui sont proposés au catalogue PPMC. Pour être performant, notre système d'information interne à l'entreprise doit tenir compte de cette spécificité. Il existe de nombreuses solutions logicielles sur le marché capables de s'adapter à ce type de métier. Cependant, l'entreprise de par son activité à caractère fortement saisonnier emploie un grand nombre de personnel pour des délais assez courts et qui n'est pas forcément formé à l'outil informatique. Les logiciels devaient être simples à utiliser pour le commun des mortels, et les délais de formation réduits. Les solutions du type SAP ne sont pas adaptées, certes très performantes et complètes au demeurant mais bien trop complexes à utiliser. Il existe néanmoins de nombreuses solutions dites métiers du type EBP Gestion Commerciale PRO¹ ou Ciel Gestion Commerciale² qui auraient pu convenir à la gestion interne des stocks. Cependant, il était inutile de passer l'entreprise PPMC à une gestion des stocks informatisée sans

¹ EBP Informatique SA, Rambouillet, France, <http://www.ebp.com/>

² Ciel, Paris, France, <http://www.ciel.com/>

prendre en compte les ventes. Nous allons voir dans la suite comment le choix de la solution d'encaissement a été fait et mis en place.

2.1 Cahier des charges fonctionnel du logiciel d'encaissement

2.1.1 Le profil des ventes

Si les boutiques PPMC ouvertes durant l'année génèrent en moyenne une cinquantaine de ventes par jour, les boutiques ouvertes pour la saison gèrent pendant le gros de la saison une moyenne de 20 clients par heure. En pointe, ce sont près de 60 clients qui se pressent chaque heure dans le magasin. La vitesse de fonctionnement de la solution d'encaissement est un des points cruciaux. En même temps que le vendeur encaisse, il faut également surveiller le vol éventuel dans la boutique, renseigner les clients, remettre en rayon les produits, etc....

2.1.2 Les spécificités des produits

La saisie des articles d'une vente à l'ordinateur est rendue complexe par le fait qu'il est difficile d'implanter code barre ou puce RFID dans les produits. Les articles sont pour bon nombre petits et ne présentent pas de surface plane. Il est très difficile de pouvoir les équiper de code barre dans ces conditions. Seuls les produits placés sur carte papier peuvent être équipés d'un code barre, mais ils ne représentent que moins de 10% du volume total des ventes. La moyenne des prix de vente des articles PPMC en boutique tourne autour de 8 euros. Il serait vraiment trop onéreux de placer dans chacun des articles une puce RFID permettant de les identifier. Une solution tactile est alors apparue comme étant la solution la plus adaptée à notre problème.

2.1.3 La synchronisation des données

PPMC possède près de dix boutiques et doit être en mesure de fournir son catalogue à une quinzaine de franchisés ou dépositaires. Il était indispensable que la saisie des

informations soit centralisée et les données automatiquement synchronisées avec l'ensemble des points de ventes. La plupart des solutions logicielles d'encaissement dédiées au commerce de détails, comme par exemple Ciel Point de Vente Commerce de détails, offre la possibilité d'importer un catalogue, mais les mises à jour du catalogue sont complexes et peu adaptées à un catalogue qui évolue chaque jour. Il existe dans ce genre de logiciel une possibilité d'export vers un logiciel de comptabilité, mais bien souvent, le format d'export est propriétaire et oblige à utiliser leur solution comptable. Concrètement, ce type de solutions n'est pas adapté aux multiples points de vente.

2.1.4 Système de fidélité à l'échelle nationale

PPMC avait mis en place un système de fidélité dans la boutique de Rennes, historiquement la boutique ouverte à l'année la plus ancienne, qui utilisait des cartes de fidélité pourvues d'une puce qui contenait les informations sur le client. Cette carte valait 4 euros pièce. L'idée était de remplacer ce système de fidélité pour un système informatisé centralisé qui permettrait, dans l'ensemble des boutiques, de retrouver le compte d'un client et de lui ajouter les points de fidélité de son achat. Ce genre de spécificité n'était disponible dans aucune solution déjà existante sur le marché.

2.1.5 Récupération des statistiques de vente

Un des grands besoins de l'entreprise était d'avoir un retour d'information sur les ventes. Avant l'implémentation du logiciel d'encaissement, l'entreprise ne pouvait estimer les ventes qu'une fois par an, au moment de l'inventaire de la maison mère. Impossible d'avoir des informations détaillées sur les ventes de chaque magasin, impossible d'avoir d'estimation du vol, impossible d'avoir une estimation en temps réel du démarrage d'un produit ou d'un coloris. Le logiciel d'encaissement devait récupérer l'ensemble de ces informations pour permettre à PPMC d'ajuster ses politiques marketing, d'améliorer ses ventes, de diminuer les invendus, etc....

2.1.6 Gestion des stocks

La mise en place d'un outil d'encaissement permet également de gérer de façon plus simple les stocks au sein des boutiques. Autrefois, la gestion des commandes de réapprovisionnement se faisait à vue d'œil en fonction du niveau des stocks présents en boutique, et chacun commandait en fonction de la marchandise approximativement nécessaire pour couvrir les besoins de la semaine à venir. Le logiciel d'encaissement devait permettre de tenir à jour l'inventaire des stocks magasins. A partir des informations de ventes, le logiciel de commande doit être capable de déterminer quelle est la quantité optimale à commander, c'est le but de cette maîtrise.

2.1.7 Délivrance d'un ticket de caisse et prix par lot de deux

De plus en plus de clients demandent un ticket de caisse ou une facture. La loi française oblige le commerçant à fournir ce genre de document à la demande du client. Avant la création du logiciel d'encaissement, les vendeurs en magasin devaient prendre le temps de rédiger sur un facturier le document demandé. Le logiciel d'encaissement devait donc permettre de faire gagner du temps aux vendeurs en proposant d'imprimer un ticket de caisse pour chaque vente.

PPMC pratique une politique des prix peu commune en boutique et hérité du monde des marchés. La plupart des articles confectionnés par PPMC sont vendus avec une réduction de prix lorsqu'ils sont pris par lot de deux. Le logiciel d'encaissement doit par conséquent prendre en compte cette politique tarifaire. Aucun logiciel du commerce, à notre connaissance, n'est capable de gérer cette politique tarifaire. Il faut soit abandonner ce prix par lot de deux, soit développer en interne un logiciel d'encaissement.

2.2 Les choix technologiques

2.2.1 Une solution développée en interne

De par le cahier des charges établi précédemment, il apparaissait que la meilleure chose à faire était de développer en interne le logiciel d'encaissement comme cela avait été le cas du système de gestion du catalogue « produits ». J'avais lors d'un stage dans l'entreprise PPMC réalisé la première tâche de mettre au point un premier logiciel permettant la saisie de la base articles PPMC et utilisant la particularité que la production repose sur une forme déclinée en de multiples coloris. J'avais également mis au point un logiciel de commandes, utilisé par les boutiques, les franchises et les dépositaires, leur offrant la possibilité de connaître en temps réel l'état des stocks et de passer commande.

2.2.2 Le choix du langage

Les logiciels que j'avais réalisés au cours de mon stage, l'avaient été en VB.net, d'une, de par ma formation, de deux, parce que VB.net est sans doute un des langages les plus adaptés pour travailler avec les bases de données. VB.net est un langage de programmation objet, ce qui permet d'accélérer le développement d'application complexe en limitant les redondances de code. J'ai choisi de conserver ce langage pour réaliser le logiciel d'encaissement. Certes, VB.net ne garantit pas une vitesse d'exécution très rapide. En effet, les programmes en VB.net ne sont ni complètement compilés, ni réellement interprétés. VB.net fait appel à un Framework, le Framework .net développé par Microsoft, qui contient une multitude de fonctions auxquelles le programme peut faire appel. En soit, le langage VB.net est un langage interprété par le Framework. Cependant, les applications subissent un processus de compilation qui augmente considérablement la rapidité d'exécution du programme. Cette rapidité d'exécution interdit de programmer des jeux vidéo performants avec cette technologie, mais reste amplement suffisante pour programmer un logiciel d'encaissement. De plus, l'utilisation du Framework accélère considérablement la phase

de création du logiciel. Nous avons donc choisi de conserver ce langage de programmation pour créer le logiciel d'encaissement.

2.2.3 Le matériel

2.2.3.1 La saisie

Comme nous l'avons vu lors de l'étude du cahier des charges, nous sommes arrivés à la conclusion que l'écran tactile était sans conteste le meilleur moyen de saisir les produits. De par la quantité d'informations à afficher à l'écran, on devait être capable d'afficher une page contenant 80 tissus et offrant des zones sélectionnables assez grandes pour qu'un doigt s'y pose. Nous avons choisi de prendre des écrans tactiles 17 pouces. Au-delà de 17 pouces, l'écran prenait trop de place sur le comptoir et ne laissait plus assez d'espace pour la préparation des paquets cadeaux. De plus, au moment de l'achat de l'équipement, les écrans de 19 pouces tactiles étaient rares et très dispendieux.

PPMC revend des articles en plastique qu'elle ne confectionne pas et qui sont placés sur carton afin de les présenter en boutique. Ces articles en plastique, contrairement à la production de PPMC, ne présentent que quelques coloris, mais il existe de très nombreuses formes (500 formes à l'heure actuelle). Ces formes sont très proches les unes des autres et prêtent par conséquent à confusion. Nous avons choisi de placer des codes barres à l'envers des cartes supports afin de pouvoir les identifier plus rapidement. Nous avons donc ajouté à l'équipement de saisie une douchette lecteur de code barre qui fait gagner de précieuses secondes en magasin.

2.2.3.2 Le matériel informatique

L'ensemble du personnel de PPMC n'était pas forcément familier avec le matériel informatique avant l'implantation du logiciel d'encaissement en boutique. Nous avons fait le choix d'utiliser un système Microsoft Windows Xp qui nous paraissait être le système offrant la prise en main la plus aisée pour un coup réduit. De plus, le langage de

programmation nous imposait de prendre un système Microsoft. La plupart des boutiques PPMC ne dépassent pas 30 m², c'est pourquoi, pour laisser un maximum de place à la marchandise, les comptoirs sont très petits. Il était impossible d'y loger un ordinateur au format tour. Nous avons donc pris des configurations offrant les boîtiers les plus petits possible. La configuration de l'ordinateur en elle-même nous importait peu, du moment que l'ordinateur avait les ressources nécessaires pour faire tourner le système. L'ensemble des tâches que nous allions lancer sur l'ordinateur était de la bureautique.

Chaque magasin est aussi équipé d'une imprimante thermique pour ticket avec massicot qui permet d'éditionner un ticket rapidement. Ensuite, le magasin est connecté en permanence à internet à partir d'une connexion ADSL. Chaque ordinateur est configuré pour une prise de contrôle et un monitorage à distance.

2.2.4 La base de données

Lors de mon stage, la base de données que j'avais mise en place était un fichier Microsoft Access qui était zippé, placé sur un serveur FTP et téléchargé à chaque lancement de l'application. Cette solution présentait l'avantage d'être simple à mettre en place. Cependant, même si les fichiers accès permettent des accès multiples, vu le nombre d'utilisateurs connectés au fichier en temps réel à la maison mère, les temps d'accès étaient bien souvent longs. De plus, l'envoi de la base de données sur le serveur nécessitait la déconnexion de l'ensemble des utilisateurs. Par conséquent, la première étape a consisté à migrer la base de données sur un autre support.

La base de données MySQL de Sun est une solution open source et gratuite qui couvrait largement les besoins de PPMC. Les solutions payantes de Microsoft SQL Serveur, ou Oracle étaient beaucoup trop chères et lourdes à mettre en place, sans vraiment apporter un plus vu les besoins de PPMC. La maison mère a donc été équipée d'un serveur hébergeant le serveur MySQL sur lequel on a injecté la base de données de l'ancien fichier Microsoft Access. Pour permettre une synchronisation facile, MySQL a

également été installé sur chaque ordinateur en boutique et la base de données de la maison mère répliquée sur chacun de ces postes. La synchronisation des données est assurée par la fonction « réPLICATION » de MySQL. Il s'agit d'une fonctionnalité de MySQL qui permet de copier les modifications effectuées sur une base de données locale dans une base de données distante, le tout rapidement et simplement. Une fois cette « réPLICATION » configurée, chaque modification de la maison mère est presque instantanément reportée sur la base de données en magasin.

2.3 Présentation du logiciel d'encaissement

La conception du logiciel d'encaissement a démarré en mai 2007 et les premières phases de test ont été faites au magasin de La Trinité – magasin le plus proche – début juillet de la même année. Les données générées par le logiciel n'ont commencé à être exploitables qu'à partir d'août, les ventes étant dans un premier temps perturbées par les erreurs de jeunesse du logiciel.

2.3.1 Interface globale

L'interface du logiciel est volontairement simpliste pour que les fonctions essentielles soient facilement accessibles et pour éviter toute perte de temps. Elle est représentée à la Figure 2.1.

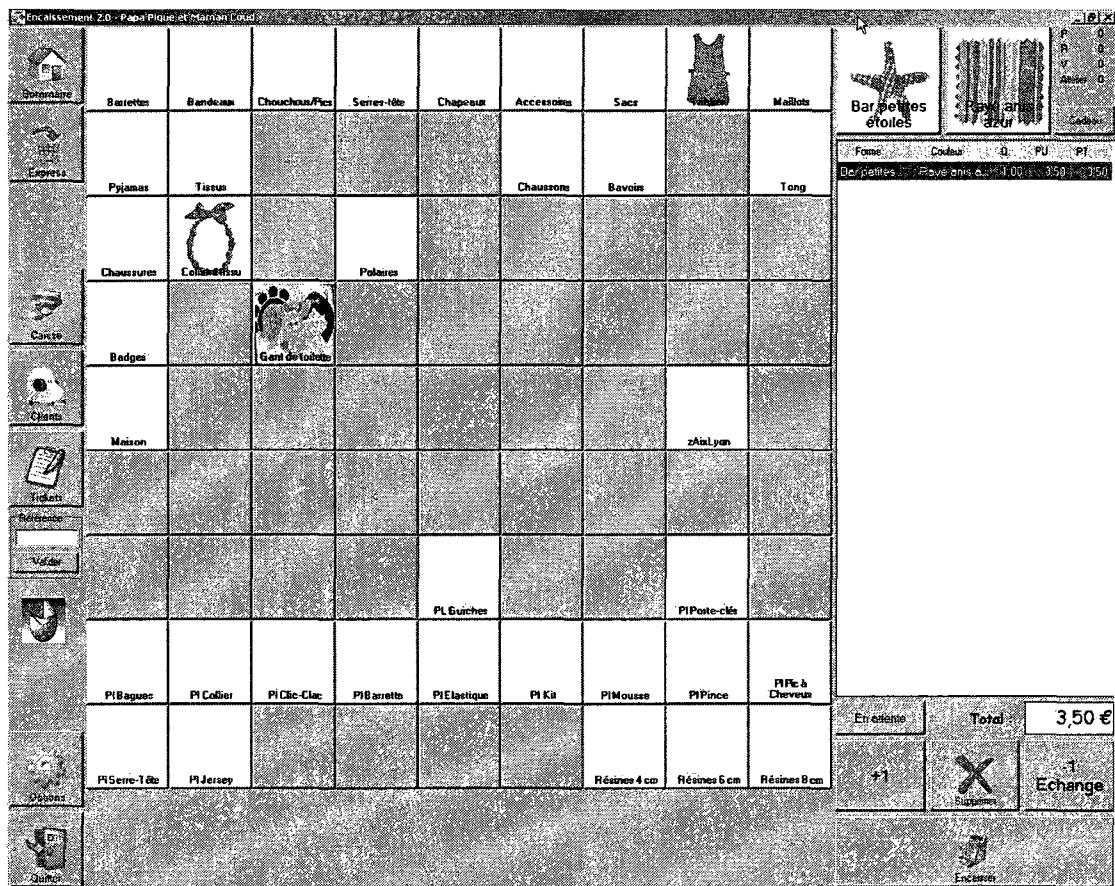


Figure 2.1 Interface globale du logiciel d'encaissement

On observe sur la gauche la barre de menu disposant de raccourcis vers les fonctions auxiliaires du logiciel. Au milieu, le damier permet à l'utilisateur de sélectionner les produits achetés par le client. En haut à droite, on observe deux boutons qui indiquent quel produit est en cours de sélection. Juste en dessous, le résumé du contenu du ticket liste les produits déjà ajoutés et les réductions éventuelles. Les quelques boutons en dessous permettent de modifier les quantités et de mettre en attente les clients. Le bouton en bas à droite permet de terminer une vente et de passer à l'encaissement.

2.3.1.1 *Le damier*

Le damier (Figure 2.2) est composé de 81 boutons cliquables, le but étant de pouvoir proposer un maximum d'éléments en même temps tout en laissant des touches assez grosses pour pouvoir être cliquables. Une matrice de 9 lignes par 9 colonnes nous a semblée être le bon compromis. Cette partie fonctionne par page, un administrateur à la maison mère crée ces pages en plaçant des formes, des couleurs ou des catégories aux différents emplacements. Chaque élément est associé à une page suivante.

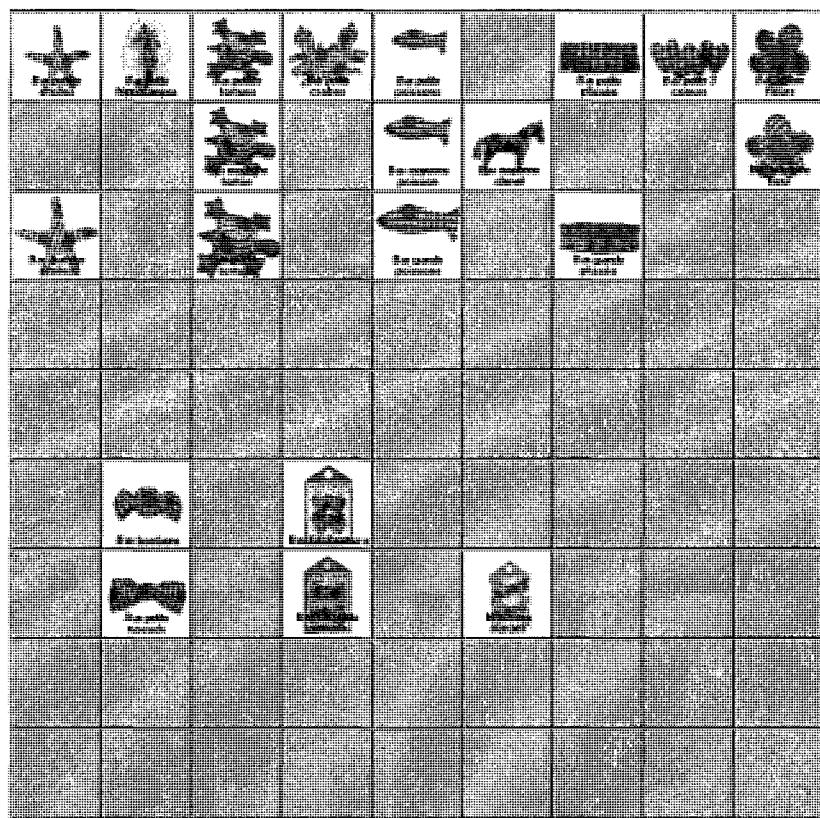


Figure 2.2 Le damier

Lorsque l'utilisateur clique sur un élément, l'élément est automatiquement envoyé à la partie « gestion de la sélection » de produit que nous verrons un peu plus loin. La page suivante associée à la touche en question est alors automatiquement chargée.

Généralement, lorsque l'on clique sur une catégorie, la page suivante est la liste des formes associées à cette catégorie. De même, lorsque l'on clique sur une forme, c'est la liste des coloris qui suit. Selon la forme déjà sélectionnée dans le sélecteur, seuls les coloris réellement existants s'affichent. L'avantage de fonctionner avec un système de pages est que ces pages sont réutilisables. Par exemple, les 80 coloris en collection sont placés sur la même page, et celle-ci est la page suivante associée à toutes les formes fabriquées par PPMC. Par conséquent la photo d'un tissu est toujours présente au même endroit sur cette page. Les utilisateurs au bout de quelques jours mémorisent la position d'un coloris ou d'une forme sur le damier et ne perdent plus de temps à retrouver l'élément sur la page.

2.3.1.2 La gestion de la sélection

Cette classe contrôle la classe damier. Elle présente deux boutons cliquables qui représentent la dernière forme et le dernier tissu sélectionnés. Lorsque l'utilisateur clique sur un élément du damier, le damier envoie au sélecteur l'élément cliqué. En fonction du type d'élément reçu, le sélecteur détermine quelle page il faut afficher ensuite. Si par exemple il reçoit une forme, et qu'aucune forme n'est actuellement mémorisée, il va afficher la forme sur le bouton forme (Figure 2.3) et lancer le chargement de la page suivante. Si maintenant il reçoit un tissus, la forme est déjà choisie, le produit est entièrement défini, il envoie le produit ainsi défini vers le gestionnaire de ticket. Au lieu de charger la page suivante associée au tissu, puisque le produit est entièrement défini, il charge la page sommaire de façon à permettre à l'utilisateur de choisir un nouveau produit. La forme et le tissu précédemment mémorisés sont effacés, mais leur image reste apparente dans le sélecteur.

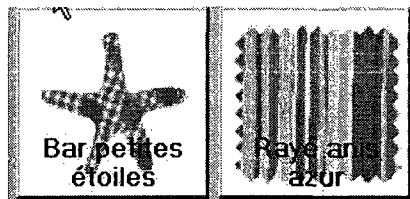


Figure 2.3 La « gestion de la sélection »

Maintenant, il arrive souvent qu'un même client prenne plusieurs coloris d'une même forme. La politique des prix par lot de deux va dans ce sens. Lorsque l'utilisateur vient d'ajouter un produit au ticket, il a la possibilité de cliquer sur l'image de la forme dans le sélecteur. Le damier charge alors automatiquement la liste des coloris associés à cette forme. Cela évite à l'utilisateur de perdre du temps en cliquant d'abord sur la catégorie, puis sur la forme, comme il a pu le faire juste avant.

2.3.1.3 *Le gestionnaire de tickets*

Le gestionnaire de ticket (Figure 2.4) comporte l'ensemble des éléments ajoutés depuis la clôture du dernier ticket. Il est chargé de calculer le total du ticket affiché en bas à droite. Il est également en charge des calculs des prix par lot de deux. Chaque fois qu'un multiple de deux produits de la même catégorie et de même prix est présent dans le gestionnaire, il génère une ligne de plus contenant la réduction. Les touches +1 et -1 permettent de modifier les quantités. Lorsque l'on place une quantité négative dans la colonne Q d'un produit, le logiciel considère alors que le client désire échanger ou se faire rembourser le produit. À la validation du ticket, l'item échangé sera ajouté aux stocks. La touche « supprimer » supprime le produit sélectionné de la liste.

Code	Q	PU	PT
Bar petites ...	Reyé anis a...	1	4,00
Bar petites ...	Reyé fleur kaki	1	4,00
Cébass zipp...	Reyé gelat...	1	24,00
Réduc Bar...		1	-1,00

En attente	Total	31,00 €
+1	X	-1 Echange
	Supprimer	

Figure 2.4 Gestionnaire de tickets

La touche en attente offre à l'utilisateur la possibilité d'encaisser plusieurs clients en même temps. Imaginons que le vendeur commence à saisir les produits sélectionnés par un client, que celui-ci finalement modifie sa sélection et veuille plus de temps pour finaliser sa transaction. Pour éviter de perdre du temps, pendant l'absence de ce premier client, le vendeur peut continuer d'encaisser les suivants. Il lui suffit de créer un nouveau ticket en cliquant sur en attente, puis de choisir « Commencer un nouveau ticket » dans le gestionnaire des tickets en attente. Lors du retour du premier client, il suffira de cliquer de nouveau sur « En attente », de sélectionner le ticket en attente correspondant à l'achat du client et de cliquer sur « Charger » pour continuer l'encaissement de celui-ci. Il n'y a pas de limite quant au nombre de tickets pouvant être mis en attente.

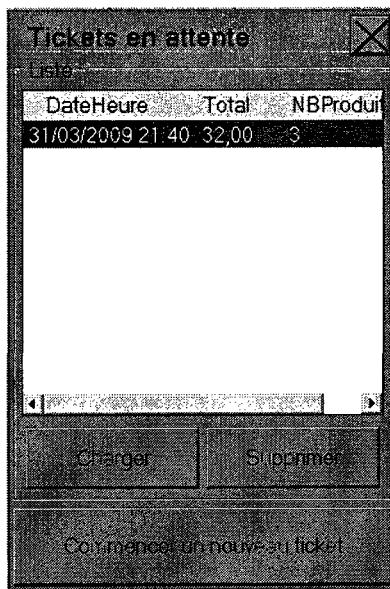


Figure 2.5 Gestionnaire des tickets en attente

2.3.2 Processus de validation du ticket

Lorsque l'ensemble des produits a été ajouté au ticket, il ne reste plus à l'utilisateur qu'à cliquer sur le bouton encaisser en bas à droite de l'interface générale. L'utilisateur lance alors le processus de validation du ticket.

2.3.2.1 Gestion des modes de paiement

Ce module permet de saisir les moyens de paiement utilisés par le client pour régler ses achats. Puisqu'il arrive qu'un client utilise plusieurs moyens de paiement pour régler un même achat, il a fallu concevoir le logiciel pour qu'il gère cette fonctionnalité. Par défaut, le montant total du ticket apparaît pour faire gagner du temps à l'utilisateur, la plupart des gens payant avec un seul moyen de paiement. Dans le cas contraire, il suffit de saisir un montant et de cliquer sur le mode de paiement désiré. Lorsqu'un premier moyen de paiement a été saisi, le logiciel recalcule automatiquement le montant restant à encaisser. Il est possible de supprimer chaque moyen de paiement ajouté en cliquant sur la croix rouge sur la ligne à côté du montant (Figure 2.6). Si le montant restant à

encaisser est nul ou inférieur à zéro, le logiciel passe automatiquement à l'étape suivante. On peut remarquer que dans les moyens de paiement est listé « Chèque cadeau ». Ce bouton permet de lister l'ensemble des comptes de fidélité et d'en choisir un. Si le compte présente un solde supérieur à 50 points, il est alors consenti un chèque de réduction de 15 euros. Lors de la validation finale, les 50 points de fidélité seront déduits du compte.

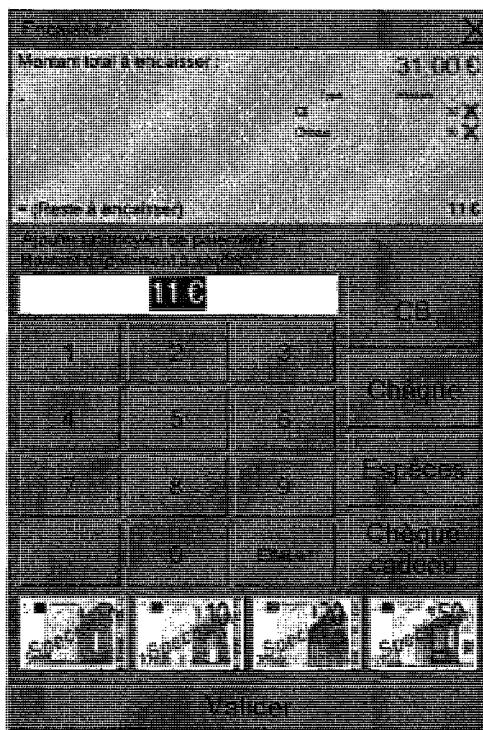


Figure 2.6 Modes de paiement

2.3.2.2 Validation et impression du ticket

Cette étape permet à l'utilisateur de vérifier les moyens de paiement saisis. En cas d'erreur, en cliquant sur non, on revient à l'étape précédente. C'est également lors de cette étape que l'utilisateur est censé demander au client s'il est inscrit au programme de fidélité et s'il le désire. Si oui, le bouton « Compte de fidélité » permet de créer ou sélectionner un compte de fidélité (Figure 2.8) et de lui ajouter les points de l'achat. Il

est à noter que cliquer sur le bouton « Sélectionner » dans le sélectionneur de compte de fidélité revient à cliquer sur le bouton « Oui » de la validation finale. On peut remarquer qu'en cas de trop perçu, le logiciel calcule automatiquement la monnaie rendue. Cliquer sur le bouton « oui » (Figure 2.7) génère la validation finale du ticket, l'impression du ticket est alors lancée (si l'option d'impression est choisie). Les détails de la vente sont alors stockés dans la base de données, les stocks des produits vendus sont déduits, les points générés par cet achat ajoutés au compte fidélité.

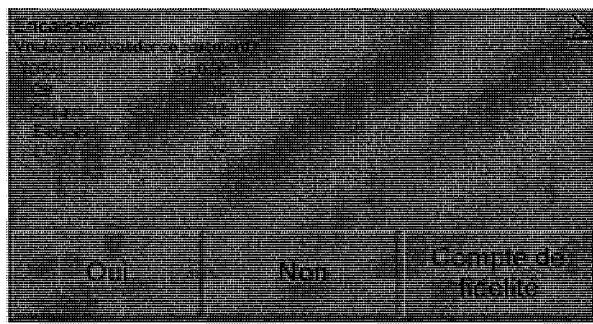


Figure 2.7 Validation finale

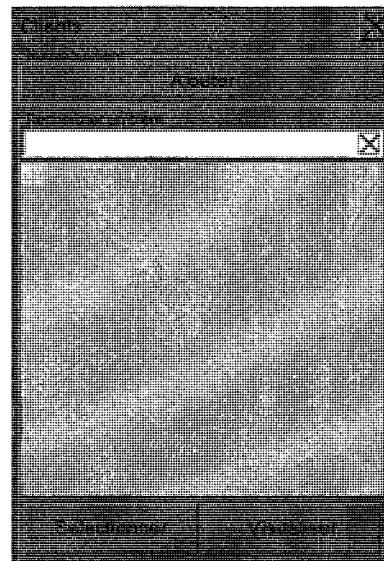


Figure 2.8 Sélectionner un compte de fidélité

2.3.3 *Les fonctions annexes*

2.3.3.1 *Le sommaire*

La touche sommaire permet de forcer le damier à retourner à la page de démarrage du logiciel (Figure 2.9). De plus, cette touche force le sélecteur à effacer la forme et la couleur qui étaient en cours dans sa mémoire. La page sommaire est une page spéciale contenant les catégories ainsi que quelques formes. Cette page est propre à chaque magasin. Les boutiques PPMC partagent la même, mais les franchises équipées de ce logiciel ont une page dédiée qui leur permet de présenter d'autres catégories et d'accéder à des pages contenant des produits que les boutiques PPMC ne vendent pas.



Figure 2.9 Bouton sommaire

2.3.3.2 *L'ajout express*



Figure 2.10 Bouton ajout express

Il arrive que certains produits ne soient pas encore créés dans la base de données, ou encore que certaines formes ou tissus ne soient pas placés sur leurs pages respectives. Il fallait laisser la possibilité au vendeur de pouvoir ajouter ce produit au total du ticket de caisse (Figure 2.10). Ce bouton « Ajout Express » lance donc un contrôle entièrement tactile (Figure 2.11) qui permet de saisir un montant. Il est également possible d'ajouter une ligne « Réduction » sur le ticket de caisse grâce à cette interface.

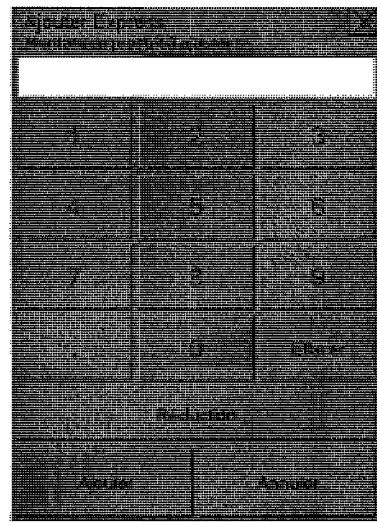


Figure 2.11 Contrôle ajout express

2.3.3.3 *Gestion de la caisse*



Figure 2.12 Bouton caisse

Cette fonction permet de lancer le contrôle de bilan de caisse (Figure 2.12). Ce contrôle permet d'avoir à chaque instant un aperçu du total de la journée, en fonction de chaque moyen de paiement et au total. Le principal intérêt est de comparer les montants réels en fin de journée afin de débusquer les erreurs de saisie ou de comptage (Figure 2.13). Ce module permet également de voir les chiffres d'affaire des 7 derniers jours.

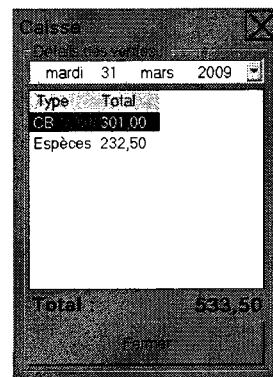


Figure 2.13 Contrôle bilan de la caisse

2.3.3.4 Gestion des points de fidélité et des comptes clients

On a vu précédemment comment accéder à ce menu lors de l'encaissement d'une vente. Ce bouton permet de lancer le contrôle de gestion des comptes de fidélité (Figure 2.14). Ce module permet également d'afficher les informations sur le compte client, de modifier ces informations, voire même d'affecter les points d'un achat antérieur si le vendeur avait oublié de le faire.



Figure 2.14 Bouton clients

2.3.3.5 Gestion des tickets

Ce bouton lance un contrôle qui permet de consulter ou supprimer un ticket (Figure 2.15).



Figure 2.15 Bouton tickets

2.4 Aperçu des données récupérées

L'une des principales utilités du logiciel est de pouvoir récolter des informations précises sur le profil des ventes.

2.4.1 Conservation des données

Les données sur les ventes sont sauvegardées dans la base de données MySQL de chaque boutique et dans trois tables distinctes. Chaque soir, le serveur de la maison mère déclenche un script qui vient parcourir les bases de données distantes et récupère le contenu de ces tables. Par conséquent, chaque vente est identifiée par une clé unique composée du nom du magasin et d'un numéro de ticket. Pour chaque vente, on enregistre dans une première table, la date et le montant total. Dans la table « DetailsTicket », on stocke l'ensemble des produits qui compose le ticket. On enregistre également le prix unitaire de l'article au cas où celui-ci évoluerait. Certes, on pourrait juste garder dans une autre table les évolutions de prix pour chaque article, ce qui diminuerait le volume de données. Seulement, cela complique considérablement les requêtes par la suite qui doivent tenir compte de la date de l'achat pour déterminer le prix de l'article. La durée de traitement de telles requêtes est extrêmement longue vu le volume de données. On a préféré conserver l'information de prix. Le montant total du ticket dans la table Tickets est intéressant car il tient compte des éventuels prix par deux. Pour les mêmes raisons de durée de traitement des requêtes, on a préféré garder cette information. La dernière table contient les informations sur les moyens de paiement employés pour régler l'achat. Si cette donnée n'a pas grand intérêt pour la gestion des stocks, elle est intéressante pour le pôle marketing de l'entreprise.

Table *tickets*

IDTicket	Magasin	Date/Heure	Total
1	Carnac	13/03/2008 18:31	9,00 €
2	Carnac	13/03/2008 18:32	9,00 €
3	Carnac	13/03/2008 18:32	23,00 €
4	Carnac	22/03/2008 11:04	38,50 €
5	Carnac	22/03/2008 11:22	25,00 €
6	Carnac	22/03/2008 11:22	33,00 €
7	Carnac	22/03/2008 11:41	51,50 €
8	Carnac	22/03/2008 15:22	13,00 €
9	Carnac	22/03/2008 15:36	30,00 €
10	Carnac	22/03/2008 15:42	26,00 €

Table *DetailsTicket*

IDTicket	Magasin	Nom	Quantité	Montant
7	Carnac	Colliers tissu Rosace mentholée	1	9,00 €
7	Carnac	Colliers tissu Tapis de fleur beige	1	9,00 €
7	Carnac	ChouChou Moyen Marguerites multicolores	1	3,00 €
7	Carnac	ChouChous Moyen Flacon gns	2	6,00 €
7	Carnac	Ajout Express ou Réduction	1	26,00 €

Table *Paiements*

IDTicket	Magasin	Montant	Type
7	Carnac	51,50 €	Chèque

Figure 2.16 Tables de stockage des données

2.4.2 Données récupérées

La première mise en place du logiciel date de juillet 2007 au magasin de la Trinité. Les données pour juillet ont été polluées par les tests qui ont été effectués pour le débogage. Par conséquent, les premières données exploitables pour la Trinité datent d'août 2007. Au même moment, le logiciel a été mis en place dans la boutique de Rennes. Nous disposons de l'ensemble des données de vente de ces magasins depuis cette date. En septembre 2007, le magasin de Paris a ouvert ses portes, il était équipé du logiciel. Le magasin de Biarritz a été informatisé en janvier 2008. Les magasins saisonniers ont ensuite été équipés au fur et à mesure de leur ouverture courant 2008. Par conséquent, nous disposons des informations de vente de l'ensemble des magasins pour l'année 2008.

Depuis janvier 2009, nous avons commencé à installer dans les franchises le logiciel d'encaissement. Actuellement, les deux magasins d'Aix et de Lyon sont équipés. Certaines franchises saisonnières vont être équipées au fur et à mesure de leur ouverture.

2.4.3 Exemples d'utilisation des données

Nous allons voir dans la suite de cette étude que les statistiques de vente ont une importance énorme dans la gestion de stocks. Mais il existe aussi d'autres domaines où l'apparition de ces informations sur les ventes a pu améliorer l'efficacité de PPMC.

2.4.3.1 Les produits faibles

Grâce au logiciel d'encaissement, on sait exactement comment un produit se vend au jour le jour et quelle portion du marché global il représente. Ainsi, on a pu repérer des produits qui ne représentaient que peu de part de marché, mais qui pourtant demandaient de la place et du temps de manutention. C'est par exemple le cas des pyjamas que produisait PPMC avant que l'on observe les premiers résultats du logiciel. On a tout de suite repéré que la part de marché de ce produit ne représentait que quelques pourcents. Pourtant, au vu du nombre de modèles et de tailles, ce produit prenait énormément de place, aussi bien en magasin, qu'en stock à la maison mère. Qu'il demandait beaucoup de main d'œuvre pour gérer les stocks, replier, ranger, etc. Par conséquent, ce produit a été éliminé du catalogue en 2008 pour laisser place à d'autres produits.

2.4.3.2 Les commissions bancaires des cartes de paiement

La commission prise par les banques sur les paiements par carte de crédit ou carte de paiement n'est pas exorbitante. On parle de commission de l'ordre de 0,5% du montant total. Souvent, les banques appliquent une commission fixe de l'ordre de quelques centimes pour s'assurer que les commerçants ne réalisent pas des transactions bancaires pour des montants faibles. Seulement, la facturation des banques concernant ces commissions est on ne peut plus obscure. Pas de détail du nombre de paiements effectués, du nombre de commissions fixes minimales prélevées, etc.... Leur part est déduite du montant global journalier généré par les cartes. PPMC a récemment renégocié ses taux de façon à minimiser les coûts. Les statistiques de vente ont été une information précieuse puisqu'elles ont permis de lever les inconnues quant aux nombres

de transactions et à leur montant. On a par conséquent pu simuler les différents pourcentages et commissions fixes des banques pour repérer la plus intéressante.

2.4.3.3 Les démarrages produits

Le logiciel d'encaissement permet de voir au jour le jour les ventes de chaque magasin. Les ventes de PPMC des magasins de bord de côtes, comme nous pourrons l'observer un peu plus tôt, sont fortement saisonnières. Il y a deux principales périodes d'activité pour les magasins saisonniers. La première est courant avril, pendant les vacances de Pâques. Les gens se dirigent vers les stations balnéaires pour profiter des premiers beaux jours. Cette période est suivie d'une période d'accalmie, surtout en juin, période des examens. Vient ensuite la période de juillet-août plus grosse période d'activité. Les vacances de Pâques sont pour PPMC l'occasion de tester les nouveaux modèles et coloris. En effet, la fin des vacances de Pâques était autrefois l'heure du bilan, on estimait les ventes des différents produits, on jugeait du succès des différents coloris et on en déduisait les quantités à envoyer en production. Cette nouvelle fabrication arrivait mi-juillet dans les stocks. Cette pratique est toujours d'actualité mais a gagné en précision. En effet, grâce aux statistiques, les estimations des ventes futures se basent sur des chiffres fiables, non plus sur des estimations très subjectives. De plus, de par la disponibilité immédiate des données, PPMC a gagné 2 semaines de réactivité, temps autrefois nécessaire pour consulter l'avis de l'ensemble des personnes en boutique.

CHAPITRE 3 : Heuristique de gestion des stocks

3.1 Prévisions des ventes de produits

Nous avons mis en place un modèle dans la partie prévision des ventes capable de nous donner l'évolution de chiffre d'affaires au fil des semaines. Cette information ne nous intéresse pas directement, nous cherchons plutôt à prévoir les quantités qui seront vendues dans les semaines à venir. Cependant, les quantités vendues sont fonction du chiffre d'affaires. Nous avons pu déterminer dans la partie précédente des coefficients de saisonnalité hebdomadaire fixe ($S_{hf}(t, \text{magasin})$) qui sont pour chaque boutique une bonne mesure de l'affluence. Maintenant, ces coefficients ne donnent une idée générale que des fluctuations des quantités vendues. Il convient donc de déterminer les autres paramètres capables de faire varier les ventes.

3.1.1 Saisonnalité des ventes concernant les modèles

Chaque modèle connaît un succès différent en fonction de la période de l'année. Prenons par exemple le cas des maillots de bain, ils se vendront bien mieux au printemps et au début de l'été qu'en plein mois de novembre. Chaque modèle présente donc un coefficient de saisonnalité qui lui est propre. Pour calculer ce coefficient, il ne faut pas oublier que nous tenons déjà compte de l'affluence dans le coefficient de saisonnalité hebdomadaire fixe. Par conséquent, il faut éliminer l'influence de l'affluence en dessaisonnalisant les ventes hebdomadaires de chaque forme. Comme l'indique Chambers (Chambers V.A., 1977), pour ce faire on divise le chiffre des ventes globales de chaque forme et pour chaque magasin par son coefficient S_{hf} . Il faut également retirer la tendance globale de l'évolution des ventes de chaque magasin en divisant les coefficients par la valeur de la tendance.

Nous ne disposons que d'un recul d'un an tout au plus sur le détail des ventes pour chaque modèle. Une hypothèse intéressante serait de dire que chaque modèle à un comportement saisonnier identique quel que soit le magasin. Cela signifierait qu'il n'est nécessaire de calculer qu'un seul et unique coefficient de saisonnalité pour l'ensemble des magasins pour chaque forme. Comment vérifier cette hypothèse? Il faut pouvoir comparer l'évolution des ventes d'une forme (on pourra prendre plusieurs exemples) sur l'année entre les différents magasins. Pour pouvoir comparer les ventes, il faut comparer ce qui est comparable : on calcule un coefficient de saisonnalité pour chaque magasin et chaque semaine pour un modèle donné $S_{\text{modèle}}(t, \text{magasin})$. Ce coefficient a pour valeur le nombre de modèles vendus dans la semaine (dessaisonné par le coefficient S_{hf}) divisé par la moyenne annuelle des ventes hebdomadaires. Cela permet ainsi de faire abstraction du niveau de vente de chaque magasin qui est différent. Prenons un premier exemple : celui des maillots de bain. Nous ne disposons que d'une valeur par semaine, cela n'offre pas forcément assez de recul pour éviter de prendre en compte les valeurs aberrantes (le processus de dessaisonalisation de par la présence d'une division est un procédé divergeant). Pour pallier ce problème, il est possible de traiter les produits de taille différente en lot, puisque l'on peut facilement considérer qu'un modèle quelque soit sa taille aura les mêmes périodes de fortes ventes. Par conséquent, on observe l'évolution des coefficients de saisonnalité des maillots de bain PPMC sur l'ensemble de l'année (Figure 3.1).

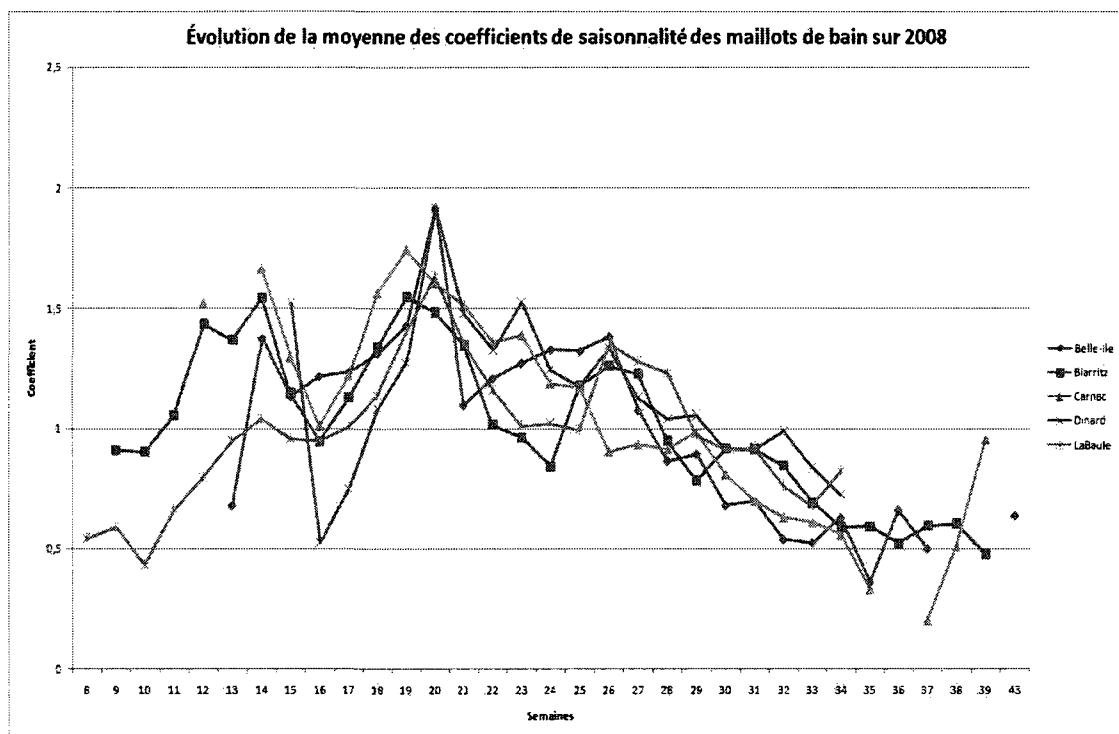


Figure 3.1 Comparaison des coefficients de saisonnalité des maillots de bain pour les différents magasins

On remarque sur la Figure 3.1 que le comportement général de vente est le même quelque soit le magasin. Sans surprise, les ventes de maillots sont les plus fortes au printemps et commencent à baisser vers le milieu de l'été pour atteindre leur minimum en octobre. Le comportement est identique pour tous les magasins. Les courbes ont des coefficients de corrélation proche de 1 (en moyenne 0,89) et ce malgré les erreurs de précision dues à un historique court, la dessaisonalisation et des périodes d'ouvertures des boutiques qui diffèrent. Regardons maintenant un deuxième exemple donné à la Figure 3.2. Il s'agit cette fois-ci d'observer l'évolution des coefficients de saisonnalité des chapeaux de pluie. Là encore, le comportement de groupe des magasins est constatable. Le profil est inversé par rapport aux maillots de bain, le gros des ventes a lieu en automne et le printemps est la période la plus calme pour ce genre de produit.

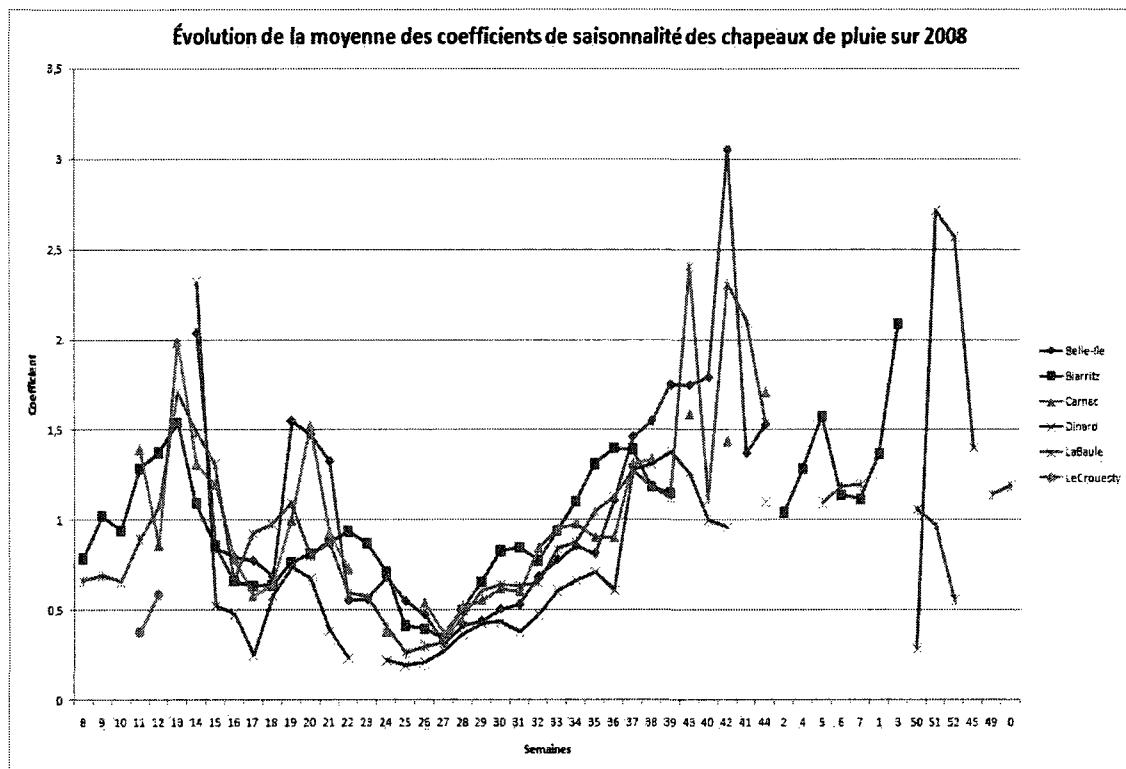


Figure 3.2 Comparaison des coefficients de saisonnalité des chapeaux de pluie pour les différents magasins

En multipliant les exemples et en comparant les coefficients des différents magasins, on arrive rapidement à la conclusion que quelque soit le magasin observé, les coefficients saisonniers évoluent de la même façon et les valeurs des coefficients sont quasi identiques à quelques pourcents près (moins de 10% de différence en moyenne sur les zones d'ouvertures communes des boutiques). Par conséquent, il semble raisonnable de considérer des coefficients identiques pour tous les magasins. La valeur de ce coefficient sera obtenue par la moyenne des coefficients de chaque magasin. Ce modèle de coefficient est d'ores et déjà plus robuste puisque basé sur un volume de données plus important.

En observant les courbes annuelles des coefficients saisonniers des différents modèles, on observe des comportements de groupe selon les différentes catégories de modèle.

Prenez l'exemple des barrettes PPMC représenté à la Figure 3.3. Les coefficients ont un comportement global assez proche, avec des ventes plus faibles que la moyenne durant l'été et des ventes fortes le reste du temps. Cependant, ils ne peuvent que difficilement être considérés comme identiques, leur valeur variant trop autour de la moyenne. En effectuant une comparaison de la série de coefficients de chaque barrette par rapport à la série moyenne de la catégorie, on obtient des coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 1, est insuffisant pour utiliser des coefficients identiques pour toutes les barrettes. On peut néanmoins espérer qu'avec un peu plus de recul et un historique des ventes plus conséquent, il sera possible de grouper les modèles pour travailler par lots ces coefficients.

Si nous avons bien enlevé la contribution de la tendance globale des ventes de chaque boutique, nous n'avons pas tenu compte de la tendance de chaque modèle. En effet, si à l'avenir on veut tenir compte des coefficients de saisonnalité fixes pour chaque modèle, il ne faudra pas oublier de calculer et de retirer la valeur de la tendance de ce modèle. Étant donné l'imprécision des données, il est difficile d'estimer la valeur de la tendance.

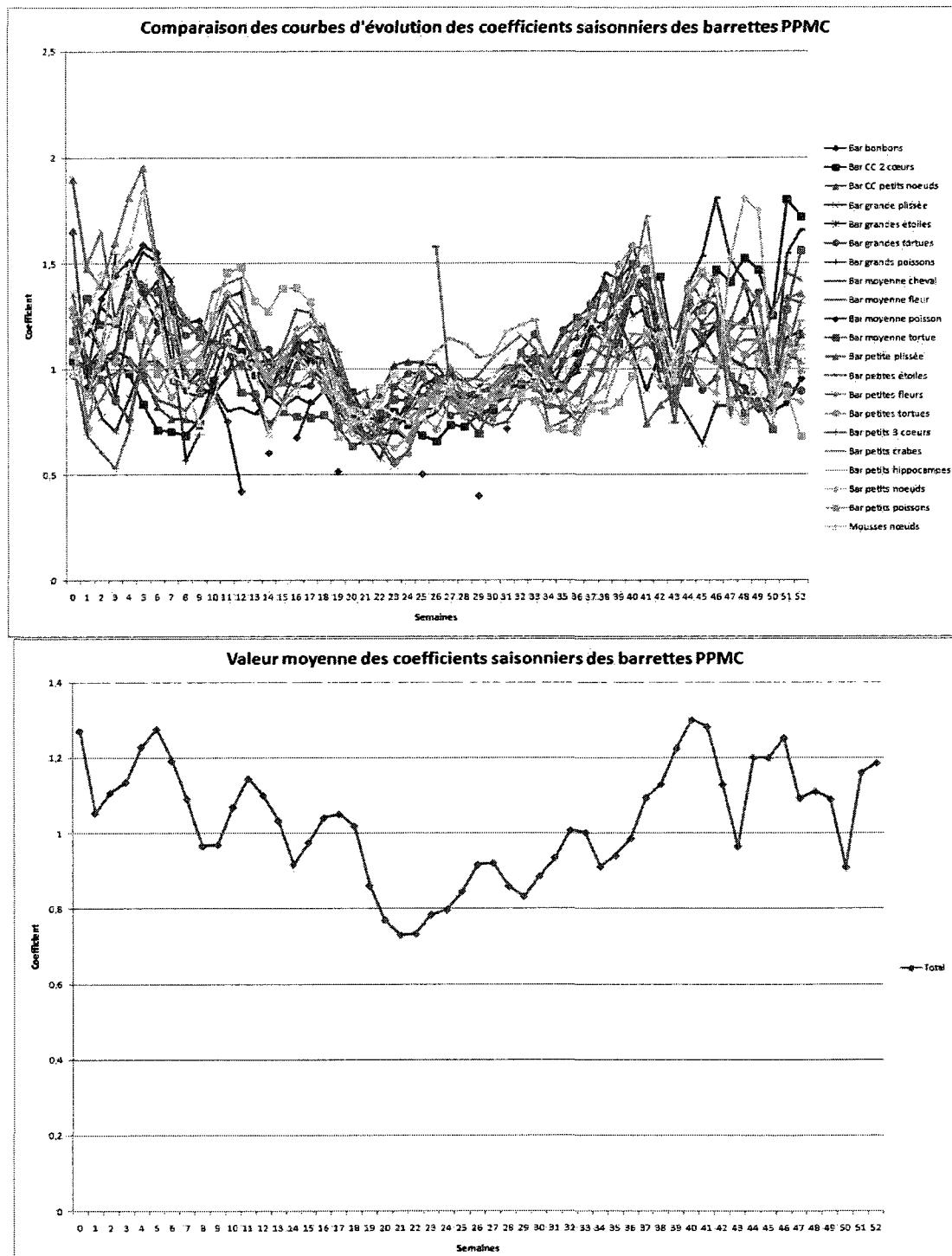


Figure 3.3 Comportement de groupe dans les coefficients de saisonnalité des barrettes

3.1.2 Relation entre les ventes et les coloris

Grâce à l'étude des coefficients de saisonnalité globaux, ainsi que les coefficients de saisonnalité pour chaque forme, nous avons à notre disposition l'ensemble des éléments permettant de prévoir l'évolution des ventes globales par modèle, mais il reste toujours à prendre en compte l'influence des coloris. Contrairement aux modèles que l'on retrouve d'une année sur l'autre, les coloris ont une durée de vie courte, ne dépassant bien souvent pas six mois. Il est par conséquent nécessaire de mettre au point un facteur qui, au bout de quelques semaines seulement, rend compte de la part prise par un nouveau tissu dans l'ensemble de la collection.

3.1.2.1 Une évolution des parts de marché identique quelle que soit la boutique

Un des principaux soucis vient du fait que seul un petit nombre de produits (constitué d'un modèle dans un coloris) est éoulé chaque semaine, on parle de quelques unités seulement. Avec une si petite quantité, nous ne sommes pas en mesure de mettre en place un modèle robuste, les incertitudes sont trop grandes et le risque d'erreur important. Il convient dès lors d'effectuer des regroupements pour augmenter le volume de données disponible.

Une première hypothèse de travail consiste à dire que le succès d'un coloris est le même quel que soit le modèle. Pour vérifier cette hypothèse, il est important de faire attention à quelques pièges. L'amplitude générale des ventes n'est pas la même dans les différents magasins, pour les comparer, il faut donc travailler sur des coefficients tenant compte de cette amplitude. Une solution consiste à comparer l'évolution des parts de marché de chaque tissu par rapport au volume global des ventes. On calcule donc le ratio nombre de produits déclinés dans le coloris étudié divisé par le nombre global de produits vendus dans la semaine pour chaque magasin. L'exemple du tissu « fleurs des champs tilleul » est donné à la Figure 3.4. Que peut-on remarquer? Le pourcentage de la part de marché de ce tissu évolue avec le temps, le démarrage est plutôt lent, les différents modèles déclinés dans ce coloris sont disponibles en boutiques disponibles au fur et à

mesure des retours des envois en production. De même, les stocks de ces produits s'épuisent lentement au cours de l'automne, la part de marché de ce tissu diminue progressivement. On remarque donc une bonne corrélation entre les différentes courbes (moyenne du coefficient de corrélation supérieure à 0,9), indiquant que le comportement est quasi identique dans l'ensemble des boutiques. On peut observer également que les valeurs des parts de marchés ne sont pas parfaitement identiques. Cette différence vient du fait que certains magasins mettent à disposition, de par leur surface, un plus grand choix de produits. Il sera nécessaire de tenir compte de cette différence dans l'heuristique pour ne pas fausser les résultats.

En conclusion, on admet que l'évolution des parts de marché de chaque tissu est identique dans chaque boutique. Puisque nous n'avons effectué une démonstration que pour les parts globales du marché, cela revient à prendre l'hypothèse que quelque soit le magasin les succès d'un produit est le même. Il est actuellement impossible de vérifier une telle hypothèse, les données dont nous disposons sont trop ponctuelles pour vérifier une telle affirmation. Mais, d'après ce que l'on a pu remarquer du succès général d'un tissu qui est le même quelque soit la boutique, on admettra par extension qu'au sein d'un même modèle, l'évolution des parts de marché d'un tissu est la même quelle que soit la boutique.

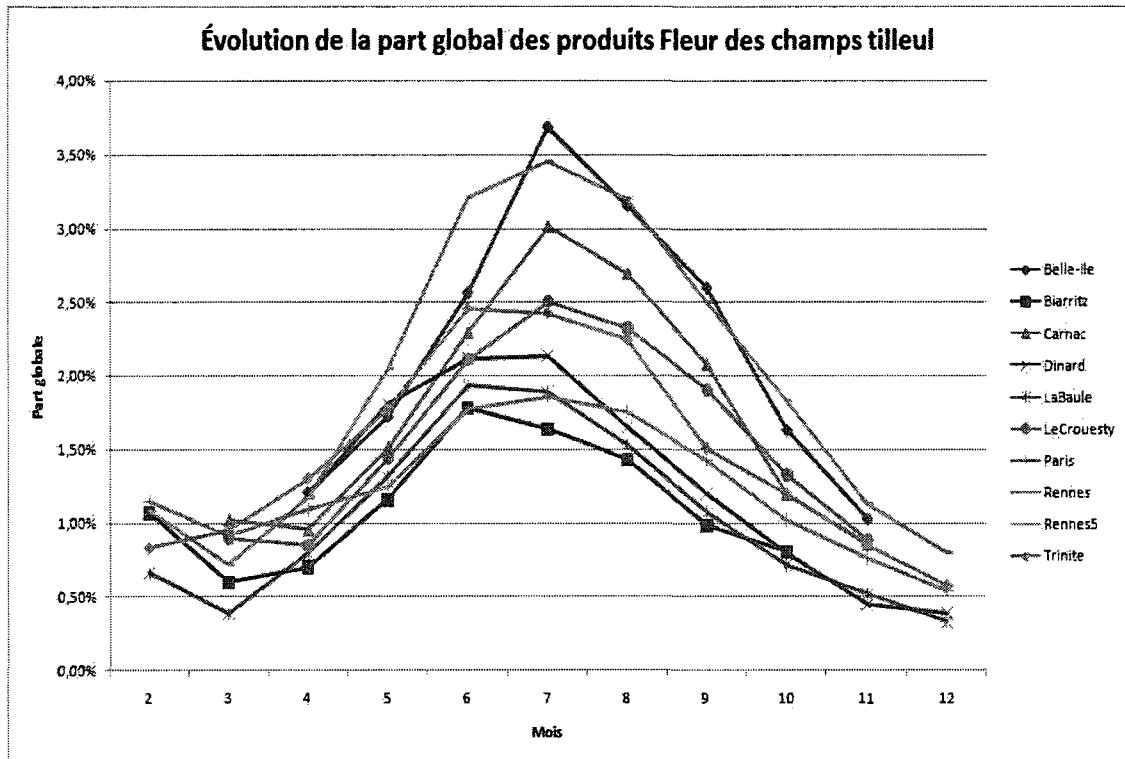


Figure 3.4 Comparaison de la part prise par le tissu « fleurs des champs tilleul » dans les ventes globales

3.1.2.2 Peut-on considérer que l'évolution des ventes d'un même coloris dans différents modèles est liée?

Maintenant que l'on a admis que les ventes de chaque coloris suivent une même courbe, on dispose de plus de données pour étudier le comportement de chaque coloris puisque l'on mène cette étude sur les ventes globales, non plus sur les données de chaque magasin. Il semble intéressant de comparer l'évolution des parts de marché de chaque modèle dans un même coloris afin de déterminer si les ventes sont liées globalement au coloris ou si chaque modèle voit ses ventes évoluer différemment selon son coloris. Pour ce faire, on calcule pour chaque semaine la somme des ventes de chaque produit (déclinaison modèle et couleur) que l'on rapporte aux ventes globales de ce modèle sur cette même semaine. La Figure 3.5 représente l'évolution des ventes des différents

modèles de bandeaux dans le coloris « Poupée Fuchsia ». Nous avons choisi d'étudier les différentes tailles de bandeaux fichus car ces modèles ont un profil des ventes identique, avec les mêmes périodes de fortes ventes ou faibles ventes. Il est indéniable à la lecture du graphique de la Figure 3.5 que pour un coloris identique les modèles ont des comportements différents. Cela s'explique en partie par le fait que les goûts des adultes ne sont pas forcément les mêmes que ceux des enfants, que les stocks de chaque produit diffèrent et que certains modèles s'épuisent alors que d'autres non, que d'autres coloris apparaissent dans certains modèles, mais pas dans tous, perturbant les statistiques, etc.

Il est par conséquent impossible de présager d'un comportement de groupe pour chaque coloris quelque soit le modèle. Par conséquent, pour effectuer une estimation précise des ventes, il faudra calculer les statistiques de part de marché de chaque produit, tout magasin confondu.

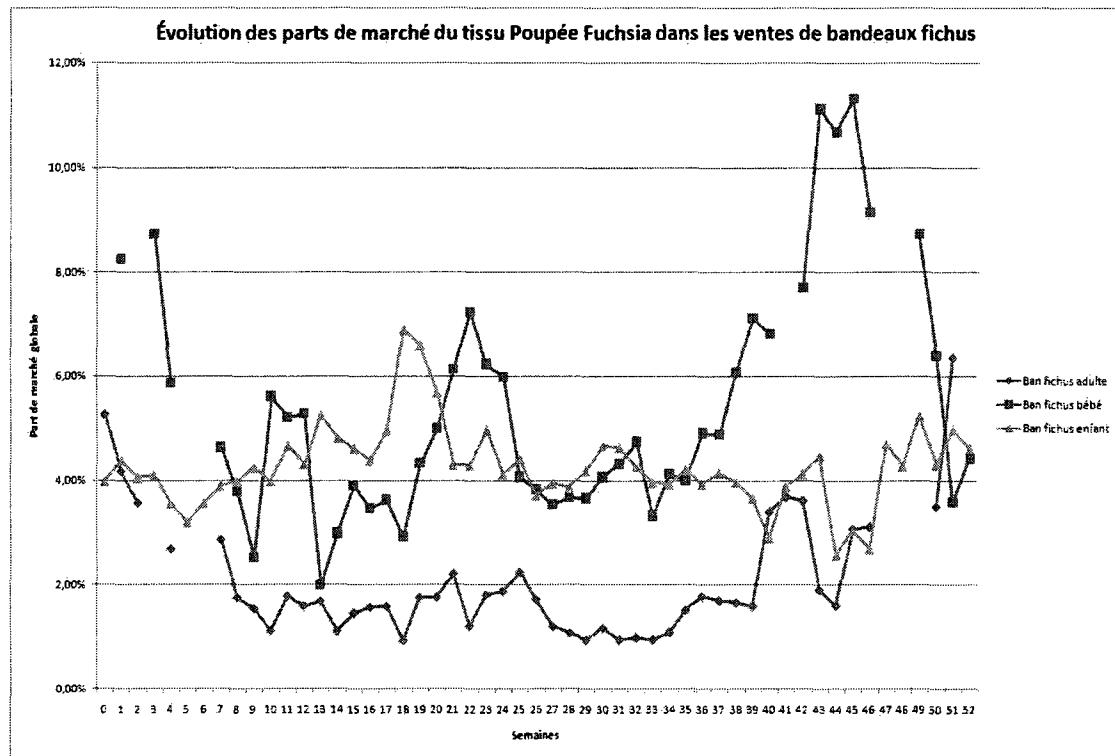


Figure 3.5 Comparaison de l'évolution des parts de marché du tissus « Poupée Fuchsia » dans les ventes de bandeaux

3.1.3 Heuristique de prévision

On cherche à prévoir chaque semaine quelles seront les ventes de chaque produit. On cherche à prévoir à court terme, de l'ordre d'une à deux semaines. Nous disposons des relevés du chiffre d'affaires des 5 dernières années ainsi que de l'ensemble des informations de ventes détaillées des magasins pour l'année 2008. Sans historique des ventes détaillées sur plusieurs années, il nous est impossible de prévoir les ventes directement à partir d'un modèle de Holt-Winters. Nous n'aurions pas de toute façon pu prévoir directement les ventes de produits par cette méthode, les ventes de chaque produit ne dépassant pas quelques exemplaires par semaine, nous aurions manqué cruellement de précision. Par contre, il aurait pu être envisageable de prévoir les ventes

globales de chaque modèle par cette méthode. Seulement, comment prévoir les stocks des modèles fraîchement arrivés sur le marché? Il nous faut travailler par analogie.

Nous allons fonctionner en deux temps : la première étape consiste à prévoir la quantité globale de chaque modèle vendue. La deuxième cherche à déterminer la part de chaque coloris dans ce chiffre.

3.1.3.1 Prévision des ventes par modèle

Nous ne disposons que d'un an d'historique détaillé des ventes, il n'est pas possible d'établir une table fiable des coefficients saisonniers à partir de ces données. Il est par contre possible d'utiliser les coefficients de saisonnalité fixes globaux mis en place grâce à l'étude de l'historique du chiffre d'affaires. Grâce à ces coefficients, on dessaisonalise les différentes séries des ventes détaillées de chaque modèle, pour chaque magasin et pour chaque semaine. On effectue un lissage exponentiel de ces ventes corrigées de leur variation saisonnière : on obtient la moyenne lissée des ventes de forme, pour chaque magasin, chaque année et chaque semaine. On en déduit la tendance de cette nouvelle série, cette tendance englobe les évolutions saisonnières propres à chaque forme, en effet nous avons éliminé la composante saisonnière propre à chaque magasin, mais pas à chaque forme. Étant donné que ces variations saisonnières sont faibles, elles ne risquent pas ou peu de perturber nos prévisions.

3.1.3.1.1 Protocole :

- Dessaisonalisation de la courbe des ventes de chaque modèle par les coefficients de saisonnalité fixes établis à partir de l'évolution du chiffre d'affaires de chaque boutique. On obtient les ventes corrigées des variations saisonnières de chaque forme.
- On lisse cette série par l'intermédiaire d'un lissage exponentiel.
- On obtient la moyenne lissée des ventes de chaque modèle.
- A partir de cette moyenne, on calcule la tendance de cette série.

- On obtient la prévision pour la semaine $s+1$ en appliquant la formule suivante, $S_{magasin,s}$ étant le coefficient de saisonnalité fixe concernant la semaine s :

$$Ventes_{s+1} = S_{magasin,s+1}(ventes moyenne_s + tendance_s)$$

3.1.3.1.2 Résultats

Pour valider ce travail, on juge de la qualité de ce modèle en calculant une semaine à l'avance pour chaque modèle de produits, pour chaque magasin et pour chaque semaine, la valeur prévue de nos ventes pour l'année 2008. Les coefficients de saisonnalité ont été déterminés par rapport aux 4 dernières années d'activité, année 2008 non comprise. On calcule ensuite le coefficient d'erreur donné par :

$$\text{coef. d'erreur} = \frac{\text{prévision du nb de modèles vendus} - \text{nb de modèles vendus}}{\text{moyenne lissée}}$$

On calcule ce coefficient d'erreur pour l'ensemble des prévisions que nous avons établies précédemment. La répartition de ces erreurs est représentée à la Figure 3.6. Il est à noter que plus de 52 000 prévisions ont été utilisées pour dresser cette courbe.

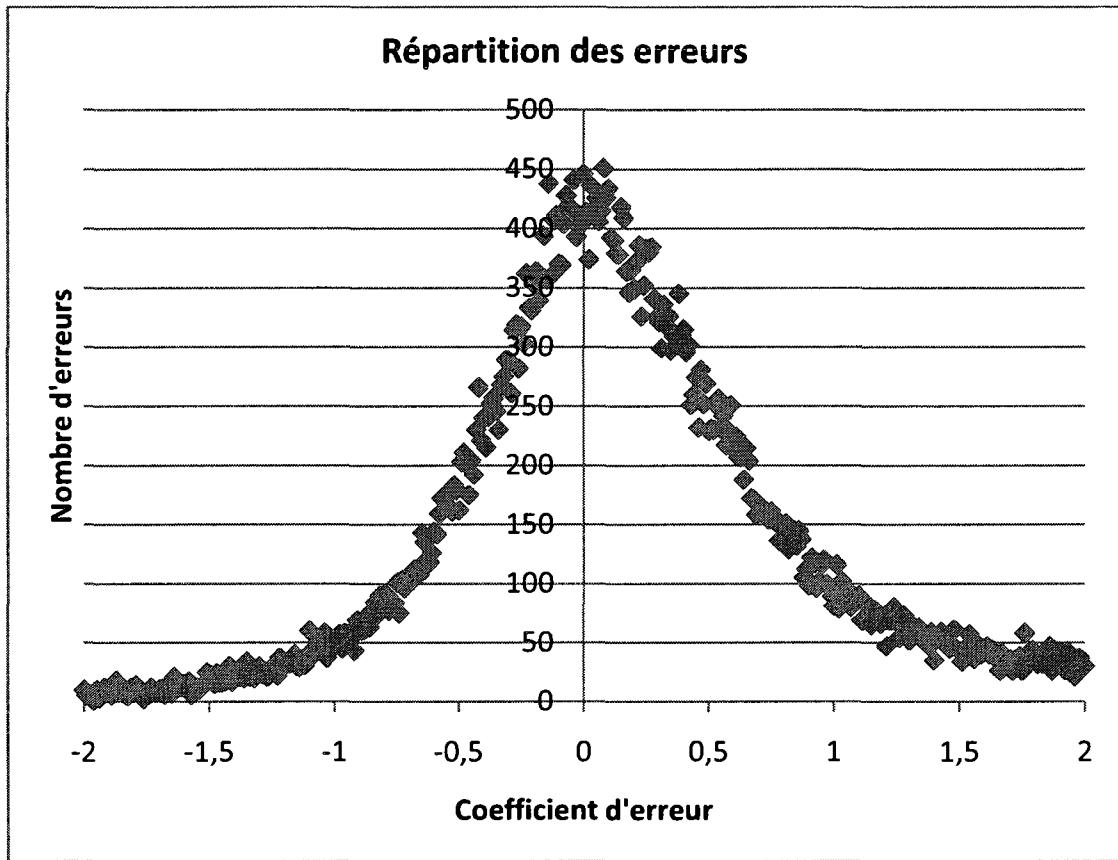


Figure 3.6 Répartition des erreurs

Comme on peut le remarquer, il semblerait que la répartition des erreurs suive une loi normale. Le test de la droite d'Henri révèlerait sans doute que tel est le cas, mais l'intérêt est limité. Il est à noter que plus de 90% des points ont un coefficient d'erreur compris en $[-1;1]$. De même, plus de 96% des points sont situés au dessus d'un coefficient d'erreur de -1. Cela signifie que si l'on ajoute la valeur de la moyenne lissée de la prévision à la valeur de la prévision, dans 96% des cas, ce stock sera suffisant à couvrir les besoins du magasin. L'ensemble des ventes prévues de chaque modèle est stocké dans une table. Ces valeurs ne nous serviront pas directement, elles permettront juste de vérifier que les quantités commandées manuellement par une boutique ne dépassent pas la limite inférieure du sur-stockage.

3.1.3.2 Prévision des ventes par produit

Nous avons vu qu'il était possible de considérer que le succès d'un coloris dans un modèle donné est le même quelque soit le magasin. Nous calculons les coefficients de pourcentage de part de marché pour chaque coloris, chaque modèle et chaque semaine. Ces coefficients sont ensuite lissés au cours des semaines pour éventuellement lisser les problèmes de ruptures de stock momentanées. À cette étape de la prévision, nous disposons de plus de 700 000 coefficients, liés à chaque modèle, chaque coloris, chaque semaine, seule la méthode de lissage exponentielle est à même d'offrir des temps de calcul décents. À partir des prévisions des ventes globales de chaque modèle établies à l'étape précédente et de ces derniers coefficients, on est en mesure d'établir une prévision pour chaque produit du catalogue et pour chaque magasin.

3.1.3.2.1 Protocole

- Détermination des coefficients de part de marché pour chaque produit, tout magasin confondu.
- Lissage de ces coefficients par lissage exponentiel.
- A partir des prévisions des ventes globales de chaque modèle et de ces coefficients, on détermine une prévision des ventes de chaque modèle.

3.1.3.2.2 Résultats

Pour vérifier notre modèle de calcul, on effectue des prévisions à une semaine sur l'ensemble de l'année 2008 pour l'ensemble des produits et des magasins et on compare les observations aux prévisions. En tout, ce sont plus de 600 000 prévisions qui sont effectuées. On calcule pour chaque prévision, l'erreur par rapport aux ventes réelles :

$$\text{erreur} = \text{prévision} - \text{ventes réelles}$$

La répartition du nombre d'erreurs est représentée à la Figure 3.7, pas de regroupement des valeurs de l'erreur de 0,1.

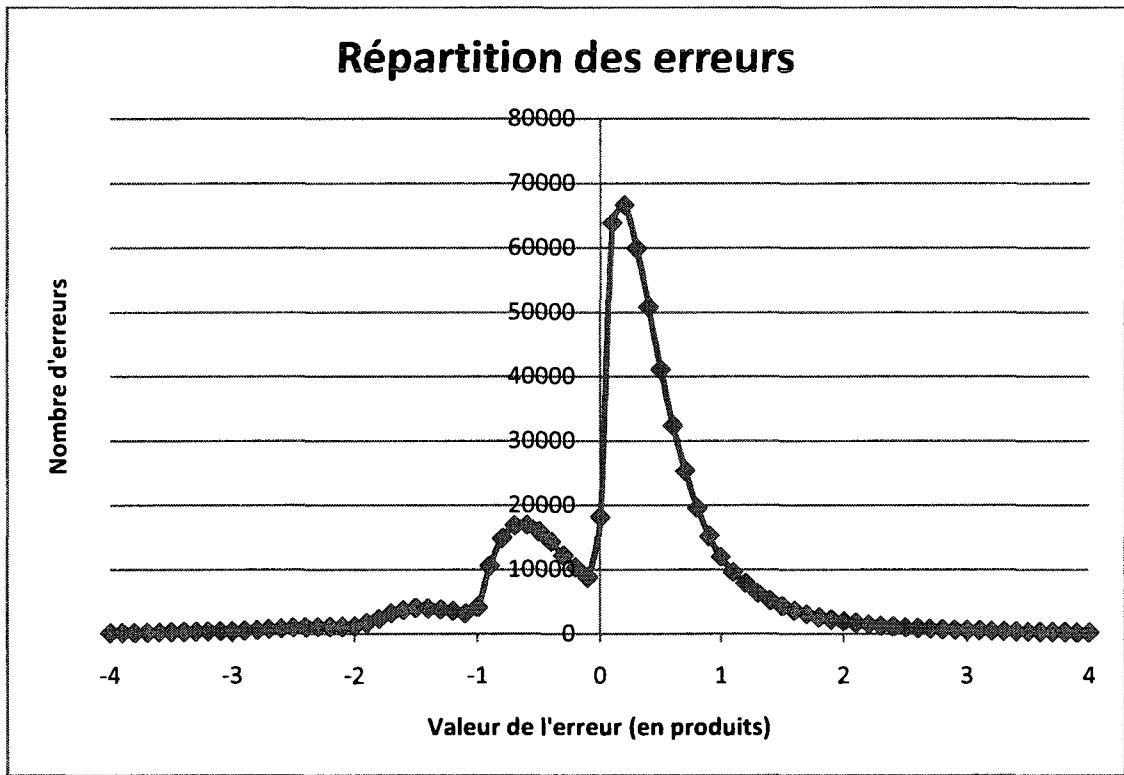


Figure 3.7 Répartition des erreurs de la prévision des ventes de produits pour 2008

On observe sur cette courbe qu'elle n'est pas centrée, il semble que nous ayons une erreur fixe quelque soit le magasin. Comme nous pouvons l'observer dans le Tableau 3.1, cette erreur fixe, proche de 0,20 unité, ne dépend peu ou pas du magasin observé. On notera cependant que cette erreur est moindre quand il s'agit d'un magasin ouvert à l'année. Il est par conséquent envisageable de décaler l'ensemble de nos prévisions par la valeur de cette moyenne. On prendra soin par la suite d'étudier le comportement de cette moyenne selon plusieurs paramètres. Les différences du nombre d'erreurs entre les magasins correspondent au fait que ceux-ci n'ont pas tous les mêmes nombres de prévisions, les magasins ouverts à l'année ayant droit à plus de prévisions que les autres. La valeur de l'écart type global des erreurs est égale à 1,39 unité. Plus de 90% des prévisions sont situées entre $[-\sigma; +\sigma]$. En surveillant la valeur de cet écart type au long de l'année, on est capable de déterminer à quelle précision chaque prévision est faite. Dans

notre cas, pour 2008, les prévisions sont justes dans plus des 95% des cas à plus ou moins 2 unités. L'heuristique de gestion des stocks devra tenir compte de cette incertitude.

Tableau 3.1 Moyenne et écart type des erreurs de prévision

Magasin	Moyenne	Ecart type
Belle-Ile	0,207	1,07
Biarritz	0,230	1,25
Carnac	0,272	1,36
Dinard	0,210	1,18
La Baule	0,295	2,35
Le Croesty	0,240	1,02
Paris	0,081	1,22
Rennes	0,098	1,28
Trinité	0,187	0,95

En regardant le Tableau 3.2, on est en mesure de voir l'évolution des erreurs en fonction des catégories. On remarque que la valeur moyenne de l'erreur est sensiblement la même pour les produits PPMC classiques. La collection de produits plastiques achetés revendus (catégories débutant par PL) présente quand à elle une moyenne élevée. Ces produits seront plus sensibles aux erreurs et nécessiteront une attention particulière.

Tableau 3.2 Valeurs des erreurs en fonction des catégories

Catégorie	Moyenne	Ecart type	Nombre de prévisions	Catégorie	Moyenne	Ecart type	Nombre de prévisions
Barrettes	0,124	0,762	191912	PI Collier	0,293	1,233	3555
Bandéaux	0,205	1,151	85709	PI Clic-Clac	0,434	1,217	12186
Chouchous/Pics	0,113	1,196	54739	PI Barrette	0,700	2,274	2382
Serre-têtes	0,104	0,729	45149	PI Elastique	0,632	1,351	4185
Chapeaux	0,167	0,685	46868	PI Kit	0,616	1,528	43
Accessoires	0,182	1,006	67026	PI Mousse	0,458	1,228	3406
Sacs	0,204	1,052	45605	PI Pince	0,866	1,808	6570
Tabliers	0,150	0,768	3009	PI Pic à Cheveux	0,985	1,886	113
Maillots	0,186	0,758	9938	PI Serre-têtes	0,631	1,455	6197
Chaussons	0,273	0,923	6189	Résines 8 cm	0,496	1,343	1107
Bavoirs	0,156	0,686	10368	Résines 6 cm	0,640	1,992	891
Polaires	0,503	1,973	5340	Résines 4 cm	0,637	2,139	1006
Tong	0,358	0,836	7336	PL Guiches	0,410	1,124	655
Colliers	0,183	1,030	9639	PI Porte-clés	0,592	1,081	635
PI Bagues	0,724	2,303	292				

On étudie ensuite le comportement des erreurs dans le temps. On effectue un relevé de la moyenne et de l'écart type des erreurs donné à la Figure 3.8. Les écarts type élevés des premières semaines correspondent à la mise en place des premiers coefficients et peuvent être ignorés. On remarque que durant la haute saison, la moyenne comme l'écart type augmente. Cette évolution est due à l'augmentation de la valeur de la prévision en elle-même, la saison gonfle les ventes, qui font augmenter les prévisions, la moyenne des erreurs ainsi que celle de l'écart type. Pour gagner en précision, l'heuristique devra tenir compte de la valeur moyenne de l'erreur qui devra être déduite de la prévision. De même, l'écart type de l'erreur augmentant, la précision de notre modèle devra être revue à la baisse.

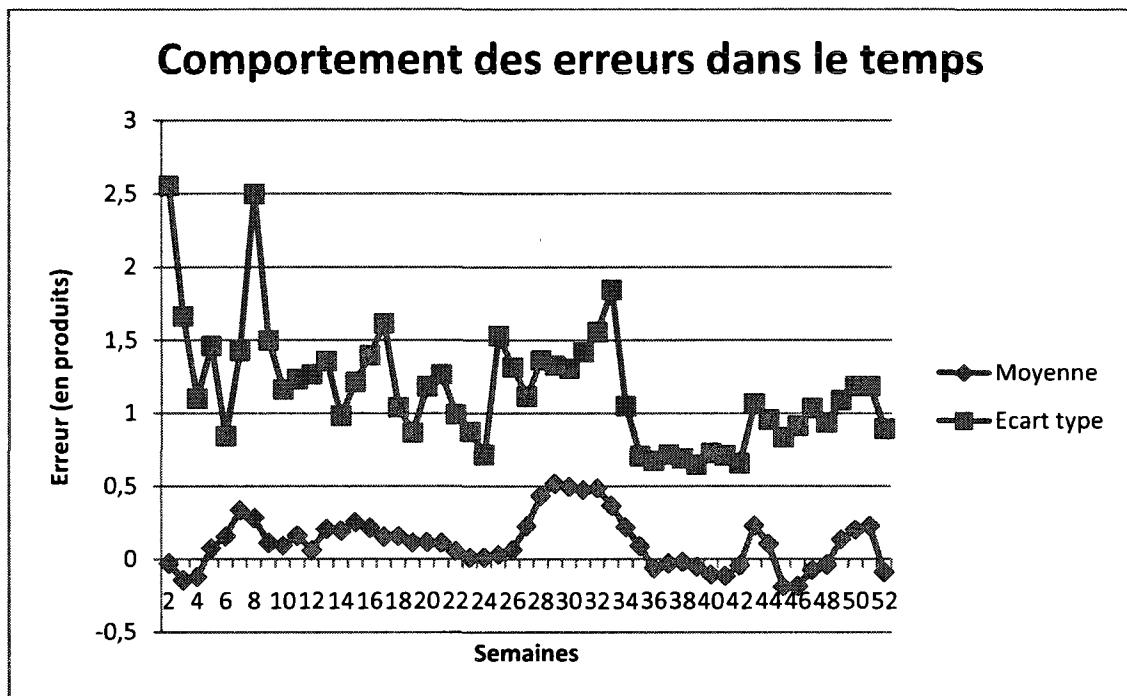


Figure 3.8 Évolution des erreurs dans le temps

La Figure 3.9 représente l'évolution de l'erreur en fonction de la valeur de la prévision. Les cas de prévision les plus courants sont les prévisions de 0, 1 ou 2 produits. Plus la valeur de la prévision est élevée et plus rares sont les cas rencontrés. Par conséquent, la courbe devient de plus en plus imprécise lorsque la valeur de la prévision augmente. On remarque que la moyenne de l'erreur, tout comme son écart type est linéairement liée à la valeur de la prévision. Par conséquent, pour prendre en compte la correction de cette erreur, l'heuristique doit soustraire la valeur moyenne de l'erreur à la valeur de la prévision. Selon la stratégie de l'entreprise, on choisira la probabilité d'erreur acceptable qui déterminera la marge due à l'écart type de l'erreur à prendre en compte.

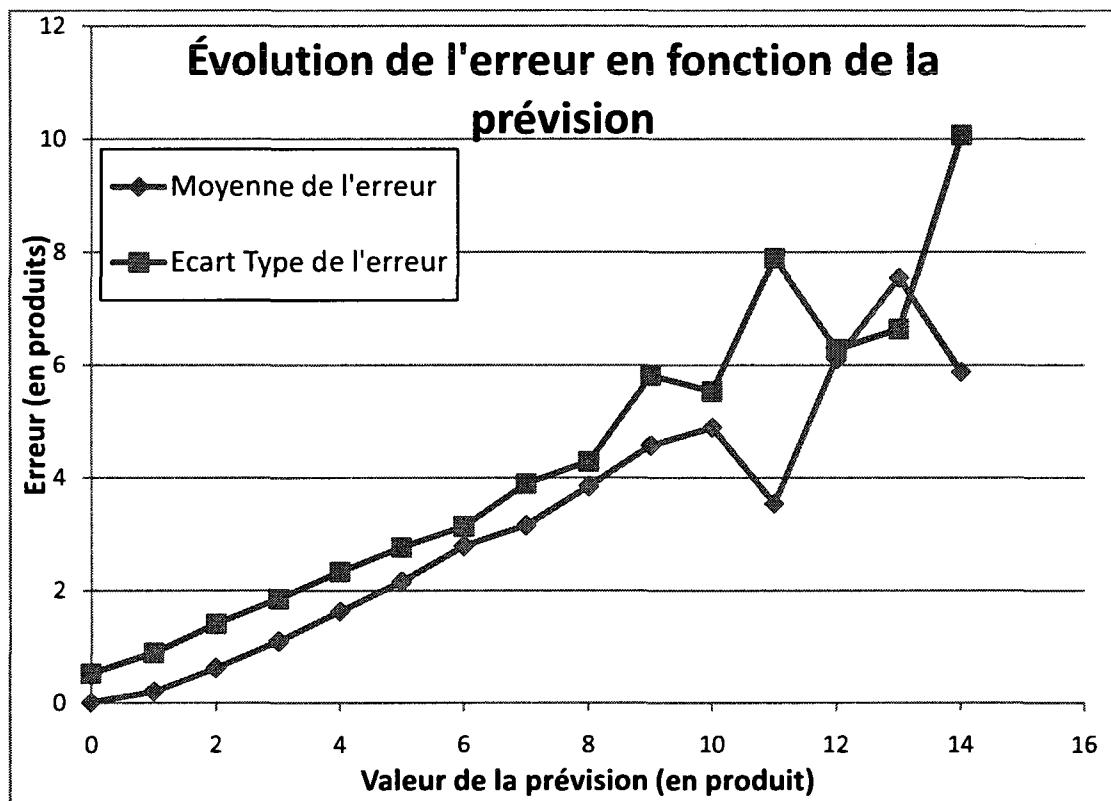


Figure 3.9 Évolution de l'erreur en fonction de la valeur de la prévision

On étudie ensuite le comportement dans le temps de la moyenne et de l'écart type dans le temps en fonction de la prévision (Figure 3.10). Pour ce faire, on arrondi la prévision à la valeur entière la plus proche et on observe l'évolution de la moyenne et de l'écart type. On remarque alors que, si la moyenne oscille, quelle que soit la prévision, l'écart type est lui quasi constant tout au long de l'année. On observe également l'évolution des courbes de répartition des erreurs pour chaque mois et pour chaque valeur de prévision. On remarque que les courbes de répartition conservent leur forme générale. Cela signifie que l'on peut considérer la précision des prévisions comme étant constante au cours du temps.

La précision est-elle fonction de la valeur de la prévision? Pour étudier cette question, il convient de vérifier que la répartition des erreurs, fonction de l'écart type σ_e , est la même quelle que soit la valeur de la prévision.

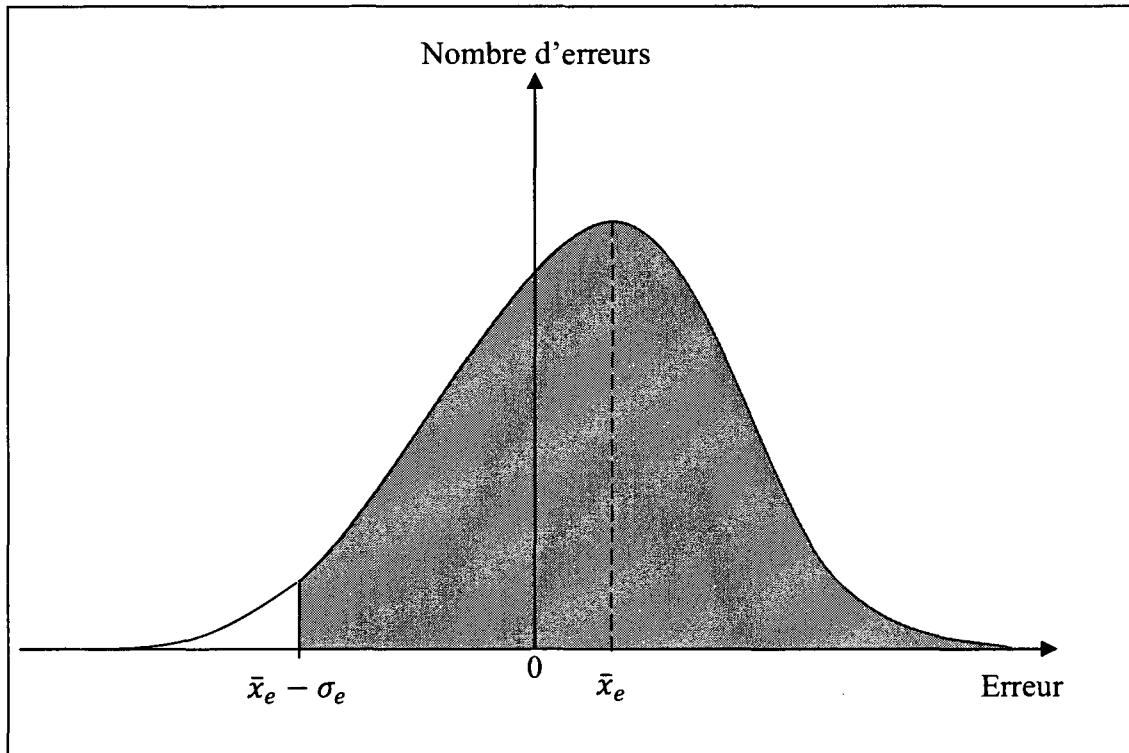


Figure 3.10 Schématisation de la répartition des erreurs

La Figure 3.10 représente schématiquement la répartition des erreurs. On a précédemment établi que \bar{x}_e et σ_e varient en fonction de la valeur de la prévision. On cherche à démontrer que par contre, quelle que soit la valeur de la prévision, la proportion des erreurs supérieures à $(\bar{x}_e - \sigma_e)$ est la même. On calcule donc $\frac{\text{Nombres d'erreurs supérieures à } \bar{x}_e - \sigma_e}{\text{Nombre d'erreurs total}}$ pour chaque valeur de prévision entière. Les résultats sont observables Figure 3.11.

On constate que la proportion des erreurs supérieures à $\bar{x}_e - \sigma_e$ est quasi constante quelle que soit la valeur de la prévision. On pourra démontrer de la même façon que quelle que soit la valeur de la prévision, la proportion des erreurs supérieures à $\bar{x}_e - z\sigma_e$, avec z réel quelconque, sera constante. Grâce à cette démonstration, même si la distribution de l'erreur n'est pas gaussienne, on pourra calculer à partir de σ_e , un coefficient z dit coefficient de satisfaction client tel que la proportion des erreurs supérieures à $\bar{x}_e - z\sigma_e$ soit connue.

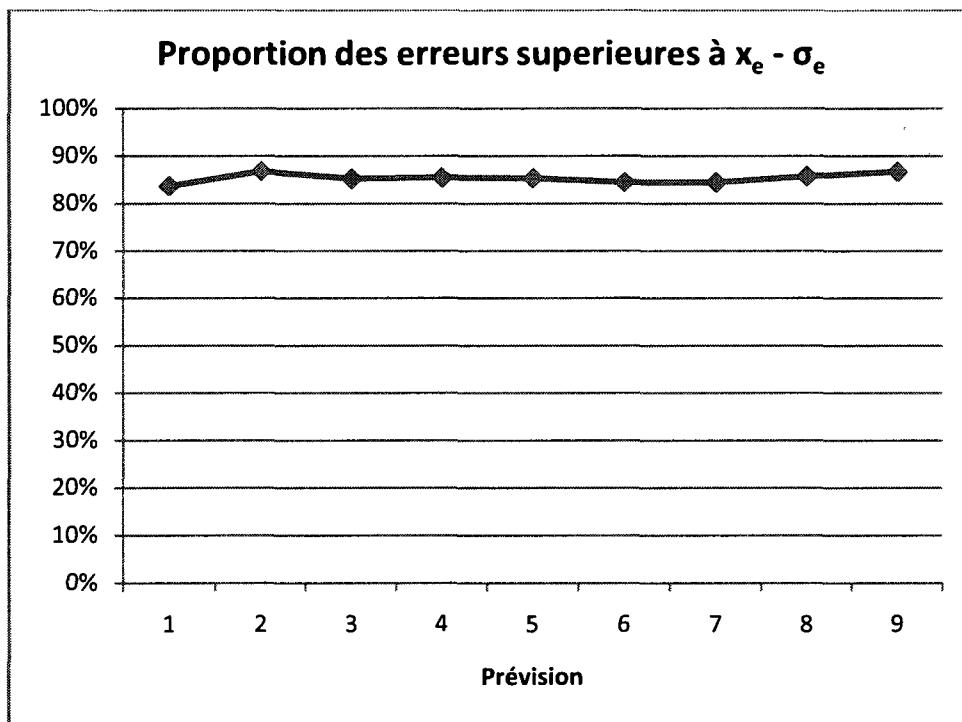


Figure 3.11 Proportion des erreurs supérieures à $\bar{x}_e - \sigma_e$

3.1.3.3 Heuristique

L'heuristique s'exécutera sur le serveur de la maison mère, en effet, pour effectuer les prévisions, nous avons besoin des données de toutes les boutiques et par conséquent cette opération doit être centralisée, le serveur de la maison mère est le plus adapté à ce besoin. L'heuristique est exécutée à chaque début de semaine pour fournir les prévisions

nécessaires aux boutiques durant la semaine. L'ensemble des étapes de l'heuristique s'énonce ainsi :

1. Rapatriement des dernières données de ventes

Pour effectuer les prévisions, l'heuristique a besoin de l'ensemble des données concernant les ventes de la semaine précédente. L'heuristique se connecte successivement à chacun des ordinateurs en boutique et télécharge les dernières informations de ventes.

2. Amélioration des coefficients de saisonnalité fixes

On intègre les données de cette nouvelle semaine à l'historique du chiffre d'affaires de chacun des magasins. On calcule les moyennes mobiles d'ordre 52 de la semaine s-26 pour chacun des magasins, ce qui nous permet de calculer un nouveau coefficient saisonnier pour la semaine s-26 que l'on intègre à la moyenne lissée des coefficients de saisonnalité fixes.

3. Calcul de la prévision des ventes de chaque modèle pour chaque magasin pour la semaine à venir

On intègre les données de ventes à l'historique des ventes globales de modèle. On calcule grâce au modèle de Holt-Winters la moyenne des ventes de la semaine précédente en faisant appel aux coefficients de saisonnalité fixe améliorés à l'étape précédente. On est à même de déterminer la tendance des ventes de chacune des formes pour chaque magasin. À partir de la moyenne, de la tendance ainsi que des coefficients de saisonnalité fixes, on détermine une prévision des ventes globales de chaque modèle et pour chaque magasin pour les deux semaines à venir.

4. Calcul des parts de marché de chacun des tissus, pour chaque modèle sans distinction de magasin

On intègre les données de ventes à l'historique des ventes de chaque produit. On calcule les parts de marché de chaque coloris dans chacun des modèles pour la semaine précédente. Grâce à un lissage exponentiel, on obtient une valeur corrigée des éventuelles ruptures et autre accident de ventes. De par les faibles évolutions de ces parts de marché d'une semaine sur l'autre, on admet que ces parts de marché seront identiques sur les deux semaines à venir.

5. Calcul d'une première prévision des ventes de chaque produit pour chaque magasin

À partir des prévisions de ventes des deux semaines à venir et des parts de marché de la semaine précédente, on calcule la prévision des ventes de chaque produit dans chaque magasin pour les deux semaines à venir. On arrondi cette prévision à la valeur entière la plus proche.

6. Estimation des erreurs et de la précision

On compare les prévisions effectuées la semaine précédente aux ventes réelles. On calcule les erreurs de prévision. On calcule la moyenne des erreurs ainsi que l'écart type en fonction de chaque valeur entière de la prévision.

7. Amélioration des prévisions

À partir de l'estimation des erreurs effectuée à l'étape précédente, on soustrait la valeur moyenne de l'erreur (fonction de la valeur de la prévision) à chaque prévision. On considère que la précision des prévisions pour la semaine à venir est la même que la valeur des semaines précédentes.

3.2 Gestion des stocks

Dans cette partie, nous allons chercher à utiliser les prévisions des ventes établies au point précédent pour optimiser les stocks en magasin.

3.2.1 Stock optimal

La définition de stock optimal est fortement liée aux stratégies et enjeux majeurs de l'entreprise. Une entreprise vendant des produits frais à tout intérêt à limiter les invendus en limitant son stock aux stricts besoins de sa clientèle. Le stock optimal dans cet exemple correspond au stock minimal nécessaire pour couvrir les besoins. Mais si cette définition convient à la majorité des entreprises, ce n'est pas toujours le cas. Une entreprise qui possède ses propres services de livraison aura tout intérêt à remplir ses camions pour minimiser ses frais de transport et les stocks n'arriveront que par vagues. Les définitions sont donc aussi nombreuses qu'il existe d'entreprises, mais doivent pourtant être précisées avant chaque mise en place d'une nouvelle gestion des stocks dans une entreprise.

Le cas de l'entreprise PPMC comporte plusieurs aspects. Tout d'abord, les points de ventes sont dans la plupart des cas des boutiques de petites surfaces, certaines fois sans salle annexe pouvant constituer une réserve. L'espace de stockage est par conséquent très limité. De plus, PPMC fait appel à deux entreprises de transport pour acheminer la marchandise de la maison mère vers chaque boutique. Si l'une des compagnies facture au volume et l'autre au poids, cela ne change en rien le problème, plus de marchandises sont envoyées, plus la facture est élevée. Les produits ont une durée de vie limitée, selon le tissu utilisé, les couleurs vives étant réservées au printemps / été alors que les couleurs sombres à la période hivernale. Ainsi, tout surstock en fin de saison d'un coloris devra être réacheminé à la maison mère pour un écoulement par déstockage. Cette marchandise, qui sera vendue à bas prix, aura de plus coûté deux fois plus en transport qu'un produit écoulé en boutique. Pour ces raisons, il est essentiel de limiter les stocks au strict minimum nécessaire à couvrir les ventes, sans pour autant rater des ventes.

Mais PPMC, de par la profusion des coloris disponibles dans chaque modèle peut se permettre d'être en rupture d'un produit qui est pourtant en stock à la maison mère. En effet, lorsqu'un produit n'est plus disponible, bien souvent les clients se reportent sur un autre coloris, ou bien encore changent de modèle ce qui signifie que la rupture de stock

d'un produit ne se caractérise presque jamais par une vente manquée. La clientèle déçue de la rupture d'un produit, la plupart du temps repasse en boutique pour s'assurer que le produit n'est pas à nouveau disponible. Chaque visite en boutique se termine généralement par un achat. PPMC a donc tout intérêt à faire durer les stocks finissants d'un produit à fort succès de façon à attirer un maximum de monde en boutique, manquer quelques ventes de ce produit n'a pas d'importance quand on sait que celui-ci ira jusqu'à l'épuisement. Attention tout de même, ce principe n'est à appliquer à un produit phare dont les stocks commencent vraiment à manquer.

PPMC présente aussi l'avantage de disposer d'une vente annuelle de déstockage qui a lieu tous les ans mi-août. Cette vente permet d'écouler tous les invendus et autres produits déstockés. Contrairement à d'autres entreprises, PPMC n'a pas besoin de solder ses invendus comme le font habituellement les entreprises du textile. De par cette particularité, le fait qu'une part de stock d'un produit se retrouve à la maison mère en fin de saison ne constitue pas en soi un problème. C'est certes un trou dans la trésorerie et le but de la gestion de la production est d'éviter ce genre de désagréments, mais la vente de déstockage permettra de liquider ces produits.

3.2.2 *Les contraintes*

Une commande de réapprovisionnement doit respecter les contraintes imposées par le fonctionnement de l'entreprise. Ces contraintes sont propres à chaque entreprise et elles devront soigneusement être prises en compte dans toute étude de gestion des stocks. L'entreprise PPMC a adopté un système de commandes à dates fixes pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la préparation d'une commande nécessite un temps non négligeable. En fonction de la taille de la commande, ce sont plusieurs heures, voire une demi-journée, qui sont nécessaires pour effectuer le ramassage des produits dans l'entrepôt de stockage. Pour étaler au mieux le travail des préparateurs de commandes, chaque magasin à un jour de commande attribué (voir deux en pleine saison). Ces jours de commande sont choisis en fonction de l'éloignement du magasin, plus le magasin est

loin, plus les délais d'approvisionnement sont longs. Tout est mis en œuvre pour que la commande hebdomadaire (les deux commandes durant la haute saison) arrivent avant la fin de semaine, période où l'activité est la plus forte. En règle générale, les transporteurs mettent un ou deux jours ouvrés pour livrer la marchandise, mais il n'est pas rare que les délais atteignent trois jours pour les magasins les plus éloignés.

Toutes les commandes passées par nos boutiques sont normalement traitées à J+1 ouvré, ce qui signifie qu'une commande passée par une de nos boutiques le lundi est préparée le mardi et arrive en boutique bien souvent le jeudi. La prochaine commande n'étant pas livrable avant le jeudi, l'heuristique qui génère la commande le lundi tient compte des stocks ce jour là. Il doit par conséquent prévoir les quantités nécessaires pour réapprovisionner son stock jusqu'au jeudi de la semaine suivante. En tout, ce sont 10 jours de ventes qui doivent être pris en compte pour ne pas manquer de stocks.

De la même manière, pour ne pas faire perdre de temps au préparateur de commande, des quantités minimales à commander ont été mises en place. Le but est de grouper les commandes d'un même article pour éviter de multiplier les gestes lors du ramassage des produits dans le stock de la maison mère. Le stock minimal mis en place chez PPMC est 3 pour la plupart des modèles, les grosses pièces, comme les sacs peuvent être commandées par 2. Il existe également une quantité maximum pouvant être commandée, cette quantité vise à empêcher les commandes d'épuiser un stock trop rapidement. Cela permet également à tous les magasins de bénéficier d'un minimum de stocks dans les coloris qui fonctionnent très bien. Puisque les chefs de boutiques sont intéressés à la vente, ils savent que les coloris les plus courus sont ceux qui ont le plus de chance de leur rapporter des ventes. Mais c'est sans compter sur les clients qui ne se déplacent rarement en boutique pour ne rien acheter et repartent toujours avec un article, même s'ils l'avaient préféré dans une autre couleur. En limitant les stocks des coloris qui fonctionnent bien, on offre la possibilité à des produits de deuxième plan de mieux se vendre. Les franchises sont d'ailleurs soumises au même principe. Là aussi, cette quantité maximale pouvant être commandée est variable en fonction du modèle du

produit, s'agissant souvent de 6 pour les grosses pièces et de 10 pour les petits modèles d'articles.

Le système d'approvisionnement ici décrit est un système d'approvisionnement à quantité variable et à périodicité fixe. La période T est une semaine, les délais d'approvisionnement dépendent du magasin considéré et varient entre 2 et 4 jours.

3.2.3 Correction des jours ouvrés et de l'affluence journalière

Tous les magasins n'ont pas tous les mêmes jours d'ouverture et l'affluence, selon le jour de la semaine, est différente d'un magasin à l'autre. En étudiant les statistiques des ventes de l'année 2008, on est en mesure de calculer quel pourcentage des ventes hebdomadaires est réalisé chaque jour. Ces résultats sont visibles sur la Figure 3.12.

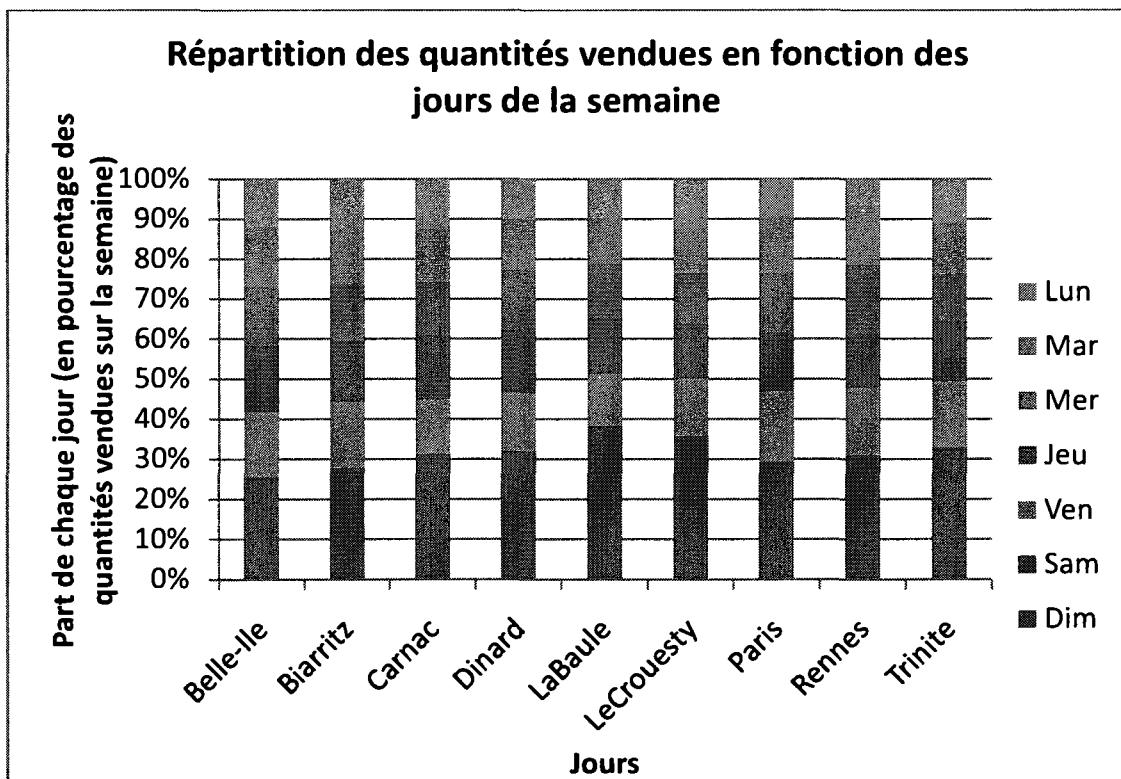


Figure 3.12 Répartition des quantités vendues selon le jour de la semaine

L'observation de ces coefficients nous permet de voir que le jour le plus achalandé est sans équivoque le samedi, qui représente jusqu'à 30% des parts des ventes hebdomadaires dans les deux magasins ouverts à l'année Rennes et Paris. Cette répartition varie faiblement au cours de l'année. De même, on admettra que la répartition des ventes de chaque modèle est la même quel que soit le jour de la semaine considéré. Cette répartition de l'activité selon les jours de la semaine est stockée et nous servira par la suite dans l'heuristique de gestion des stocks. On fera référence à ces coefficients sous le nom de coefficients d'activité journalière. Ces coefficients nous permettent de tenir compte des jours ouvrés, leur valeur étant nulle pour les jours où le magasin est fermé. Dans la suite de cette étude, les coefficients journaliers seront désignés par la lettre C_j (jour de la semaine, magasin).

3.2.4 Stock de sécurité

Le stock de sécurité (S_S) est un niveau de stock qui permet d'éviter les ruptures. En effet, nos prévisions, on l'a vu au chapitre précédent, comportent une certaine imprécision dont on doit tenir compte si l'on ne veut pas manquer de stock. Selon, Talluri (Talluri S., Cetin K., Gardner A.J., 2004), on peut estimer que le stock de sécurité peut être pris considéré égal à :

$$S_S = z \sqrt{R^2 \sigma_{Np}^2 + N_p^2 \sigma_R^2}$$

Avec S_S le stock de sécurité, z le coefficient de satisfaction client et σ_{Np} l'écart type de la demande, R le délai de réapprovisionnement, N_p est la demande moyenne et σ_R est l'écart type de la durée de réapprovisionnement. La durée de réapprovisionnement correspond au laps de temps entre deux commandes, dans notre cas, on le considère fixe car rarement différent de 7 jours. On peut par conséquent considérer σ_R comme étant nul, notre équation devient : $S_S = zR\sigma_{Np}$. Cependant, cette équation part du postulat que l'incertitude sur la demande suit une loi normale, le coefficient z est déterminé à partir de la loi normale. On a vu au chapitre précédent que la courbe de la demande ne suivait

pas réellement une loi normale Figure 3.7. Mais l'heuristique de prévision des ventes des produits est en mesure de nous donner une valeur approchée de l'erreur en fonction de l'incertitude que nous désirons. Comment choisir le coefficient de satisfaction client? S'il existe des moyens en entreprise de calculer les coûts d'une rupture de stock, notamment puisque les sanctions financières appliquées par le client suite à un retard de livraison sont contractuelles, il n'en va pas de même pour le grand public. Comme on l'a vu dans la description de la clientèle, si un produit n'est pas disponible, ce n'est pas forcément un mal pour l'entreprise puisque cela permet d'écouler des stocks d'autres produits et permet également de faire revenir la clientèle. La satisfaction client est tout de même un facteur important et on ne peut pas non plus faire revenir le client sans cesse. Ce taux de satisfaction est par conséquent une variable qualitative que l'on fixera arbitrairement dans un premier temps à 90% et que l'on fera évoluer selon les retours de la clientèle. Cela signifie que dans 90% des cas, le client aura à sa disposition le produit désiré (si le produit n'est pas en rupture dans les stocks de la maison mère).

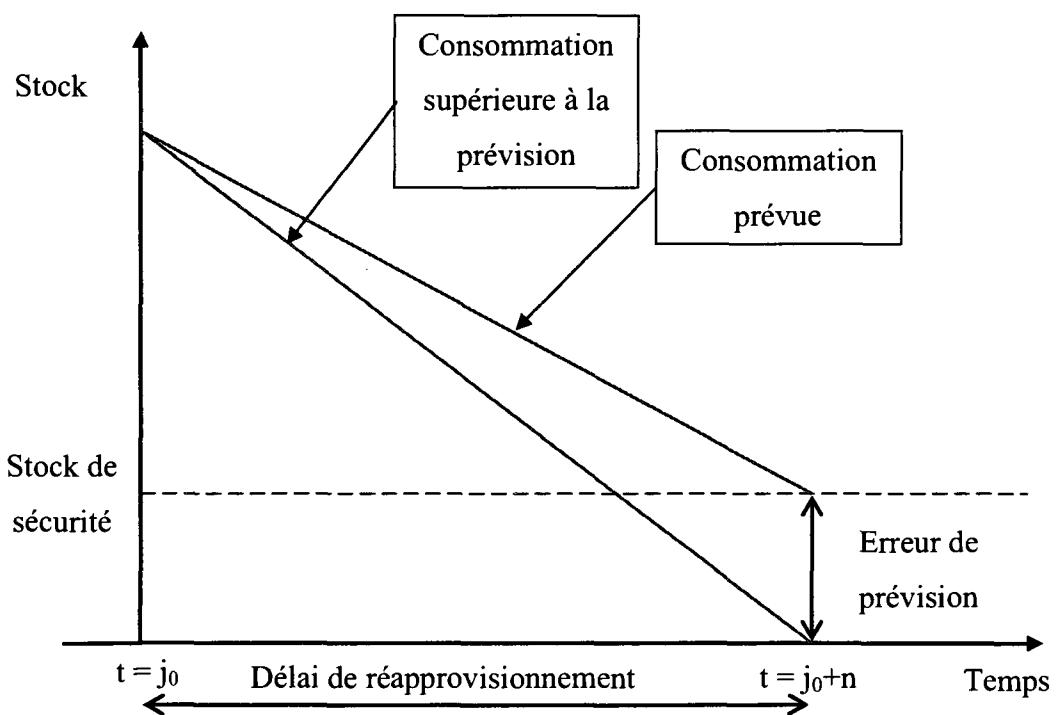


Figure 3.13 Stock de sécurité

3.2.5 Inventaire des stocks

Pour effectuer une gestion des stocks, il nous faut connaître en temps réel les stocks en magasin. Pour ce faire, nous avons vu que le logiciel d'encaissement déduit des stocks chaque vente et permet ainsi de tenir l'inventaire à jour. Cependant, étant donné le nombre de produits, la rapidité de la saisie, le vol, etc. les sources d'erreurs sont multiples et l'inventaire doit être corrigé de temps à autre. Le logiciel de gestion des stocks représenté à la Figure 3.14 permet aux employés en boutique de corriger les stocks en modifiant les valeurs erronées. Avant l'informatisation des boutiques, à chaque commande, le chef de boutique devait parcourir les rayonnages à la recherche des produits proches de la rupture pour passer une commande de réapprovisionnement. L'informatisation des stocks a permis d'éviter ce parcours des stocks hebdomadaires, mais en contrepartie, les stocks de chaque article doivent être vérifiés aux trois semaines. Dès qu'un article n'a pas été vérifié depuis trois semaines, sa ligne se colore en rouge (Figure 3.14 troisième colonne), permettant au chef de boutique de repérer d'un seul coup d'œil les produits à vérifier. De plus, chaque commande de réapprovisionnement est transmise à la maison mère de façon électronique, en fonction des ruptures éventuelles à l'atelier, le fichier de commande est corrigé et renvoyé au magasin qui n'a plus qu'à ajouter ce fichier à ses stocks.

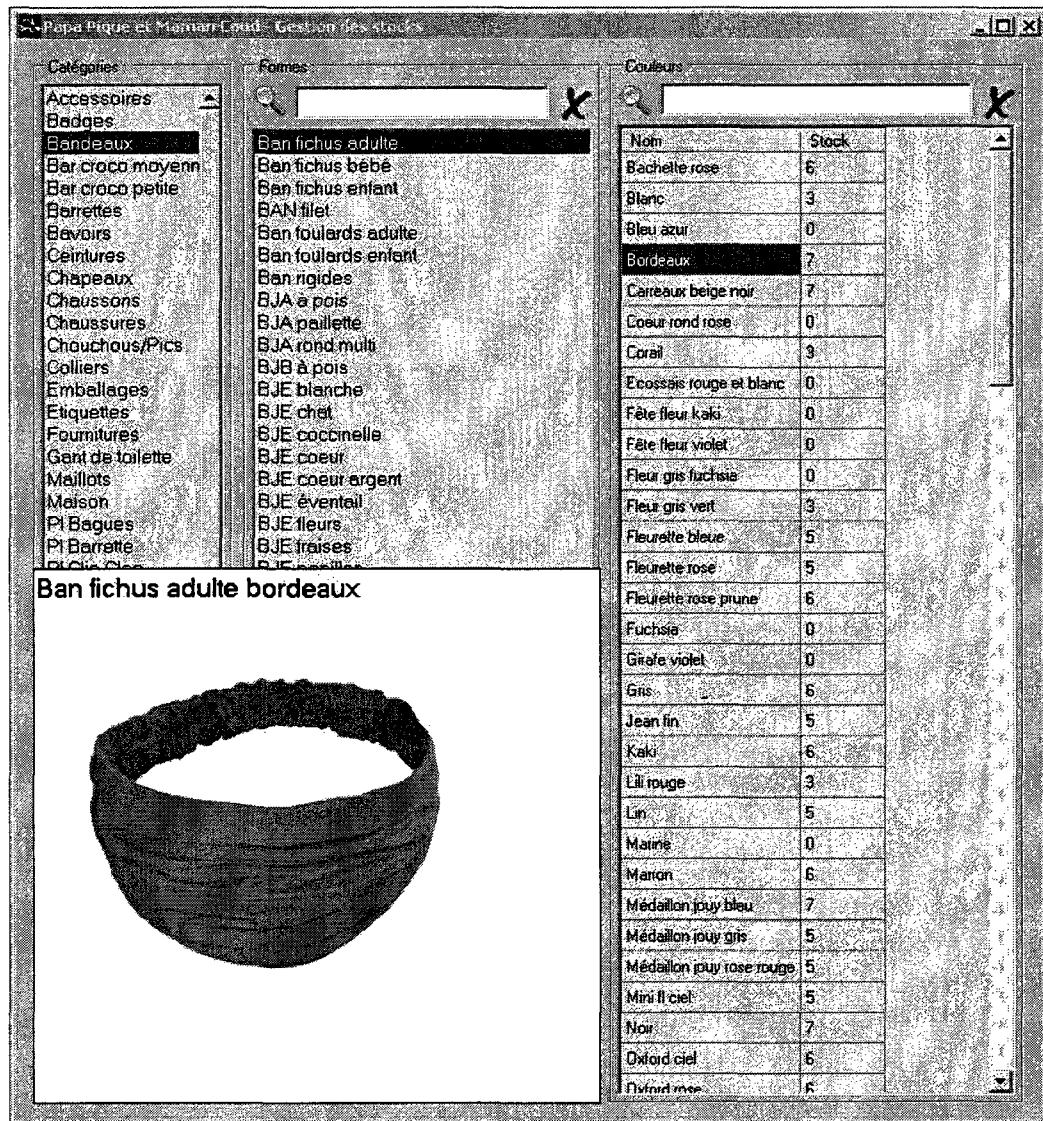


Figure 3.14 Logiciel de gestion des stocks magasin

3.2.6 Calcul de la valeur des stocks commandés

On se place dans le cas pratique des commandes de PPMC. Le délai d'approvisionnement dépend du magasin, on prendra 3 jours ouvrés pour Carnac, Belle-Île, Dinard, Rennes, Le Croesty, La Trinité et La Baule et 4 jours pour les magasins de Paris et Biarritz. Il s'agit des délais moyens d'approvisionnement constatés.

3.2.6.1 Stock de sécurité

Un magasin passe une commande à $j=j_0$. L'évolution des stocks est schématisée à la Figure 3.15. Il ne sera livré qu'après un délai d'approvisionnement R , or durant cette période, les ventes continuent. L'heuristique de prévision des ventes qui se base sur les stocks à $j=j_0$ et doit couvrir les besoins jusqu'à l'arrivée de la prochaine commande qui arrivera à $j=j_0+R+T$, avec T le temps entre deux approvisionnements. Par conséquent, l'heuristique doit prévoir les ventes sur une période de temps de $R+T$ jours. Cette période $R+T$ porte sur deux, voire trois différentes semaines, avec un niveau d'activité différent. De même, on a vu précédemment que l'activité selon le jour de la semaine n'est pas la même et diffère d'un magasin à l'autre. Cette prévision est soumise à une incertitude sur autant de jours, mais chaque jour de la semaine apporte sa propre incertitude. Par conséquent, on calcule le stock de sécurité par l'application de la formule :

$$S_s = \sum_{s_0 \leq s \leq s_n} \left(z\sigma_e(s) \sum_{\substack{j_0 \leq j < j_0+R+T \\ j \in s}} C_j \right)$$

Avec C_j le coefficient d'activité du jour de la semaine, σ_e l'écart type de l'erreur fonction du produit concerné et de la semaine considérée, z le coefficient de satisfaction, s une semaine comprise entre s_0 , première semaine de la période étudiée contenant j_0 , s_n dernière semaine de la période étudiée contenant $j=j_0+R+T$.

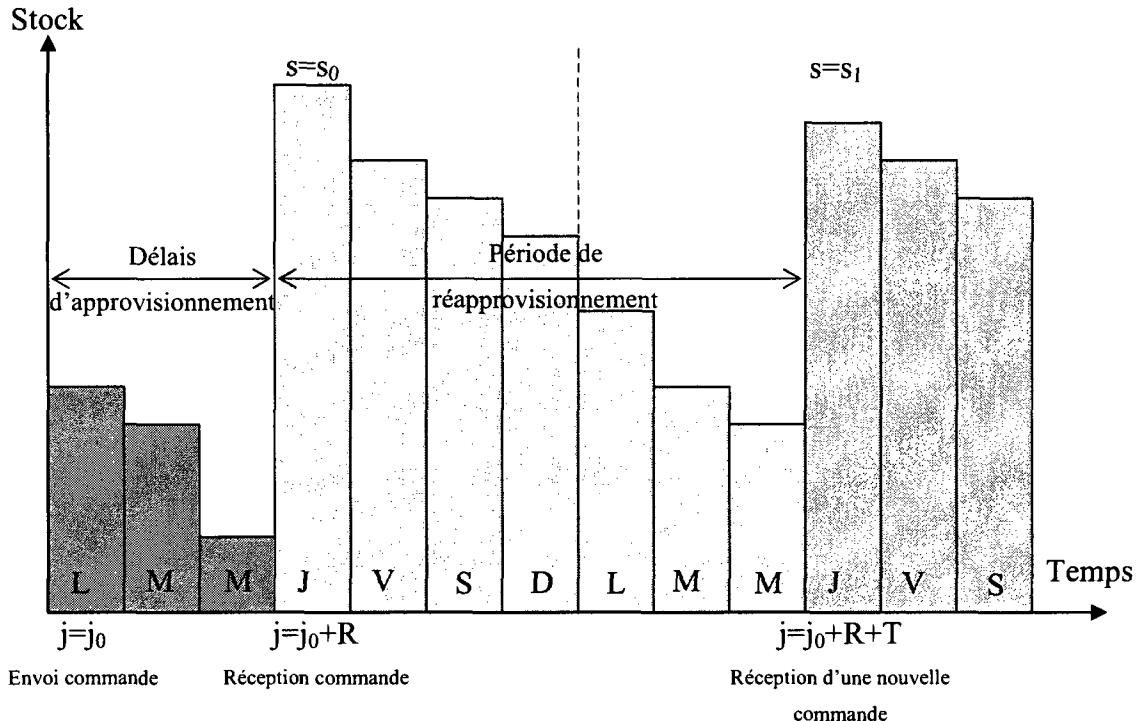


Figure 3.15 Schéma de l'évolution des stocks

3.2.6.2 Délais d'approvisionnement

Pendant la période d'approvisionnement, on continue à écouler des produits et il faut déduire ses ventes du stock au moment de la commande pour estimer le stock à l'arrivée de la commande en magasin. De plus, il peut arriver qu'en cas d'activité anormalement élevée, durant cette période on épouse les stocks. L'estimation des stocks à $j=j_0+R$ est donnée par :

$$S_{j_0+R} = \text{Max} \left(S_{j_0} - \sum_{j_0 \leq j < j_0+R} C_j P_s, 0 \right)$$

Avec S_j le stock du produit étudié au jour j , R le délai de réapprovisionnement, C_j le coefficient de l'activité du jour de la semaine, P_s la prévision de la semaine s avec $j \in s$.

3.2.6.3 Période d'approvisionnement

On désire que les stocks reçus en $j=j_0+R$ couvrent les besoins jusqu'à la prochaine réception de commande qui aura lieu en $j=j_0+R+T$. En fin de période, si les ventes coïncident parfaitement avec les prévisions, il ne devrait rester en stock que le stock de sécurité. Par conséquent, on peut établir l'équation suivante :

$$S_s = S_{j_0+R} + S - \sum_{j_0+R \leq j < j_0+R+T} C_j P_s$$

Avec S le stock recherché qui doit être commandé pour couvrir les besoins et assurer une sécurité, P_s la prévision des ventes concernant la semaine s , S_j le stock du produit étudié au jour j , R le délai de réapprovisionnement, C_j le coefficient de l'activité du jour de la semaine, P_s la prévision de la semaine s avec $j \in s$. D'où :

$$S = \sum_{j_0+R \leq j < j_0+R+T} C_j P_s + \sum_{s_0 \leq s \leq s_n} \left(z \sigma_e(s) \sum_{\substack{j_0 \leq j < j_0+R+T \\ j \in s}} C_j \right) - \text{Max} \left(S_{j_0} - \sum_{j_0 \leq j < j_0+R} C_j P_s, 0 \right)$$

Si les ventes sont faibles et le stock en j_0 suffisant pour couvrir les besoins, la valeur de S sera négative ou nulle et il n'est pas nécessaire de recommander. Si par contre, la valeur est positive et inférieure à la quantité minimale à commander (Q_{\min}), cela signifie que l'on va entamer le stock de sécurité, voir l'épuiser. Par conséquent, il est préférable de commander la quantité minimale.

3.2.6.4 *Arrondis*

Pour s'assurer au maximum de ne pas commettre d'erreur dues aux arrondis, les variables P_s et σ_e sont conservés dans une table sous forme de chiffres décimaux à deux chiffres après la virgule. On arrondit la valeur de S que quand l'ensemble des calculs ont été menés. On arrondit alors à l'entier supérieur pour être certain que nous disposons d'une précision supérieure à 90%.

3.2.6.5 *Heuristique*

1. Amélioration des coefficients d'activité de chaque jour de la semaine

On calcule les coefficients d'activité de la semaine qui vient de s'achever et on la lisse. On effectue un lissage exponentiel à partir des anciennes valeurs (uniquement si cette semaine qui s'achève n'a pas déjà été prise en compte précédemment, l'algorithme étant lancé une fois par jour).

2. Calcul des stocks de sécurité.
3. Calcul des stocks nécessaires S pour couvrir les besoins de la période à venir.
4. En fonction de la valeur de S on détermine s'il y a lieu de commander le produit (Tableau 3.3).

Tableau 3.3 Quantités à commander

S	Quantité à commander
$S \leq 0$	0
$0 < S < Q_{\min}$	Q_{\min}
$Q_{\min} \leq S$	S

CHAPITRE 4 : Résultats industriels et discussion

4.1 Implantation de l'algorithme

L'inventaire des stocks est sauvegardé dans la base de données MySQL hébergée sur les ordinateurs fixes en boutique. Il semblait plus facile et moins coûteux en temps de calcul pour le serveur de l'atelier que les calculs des stocks de réapprovisionnement de chaque magasin soient faits depuis l'ordinateur de chaque boutique. Les données de prévisions, effectuées par le serveur de la maison mère chaque début de semaine, sont dupliquées dans chaque boutique grâce à la « réPLICATION » de MySQL. Les calculs de stocks sont quant à eux réalisés à heure fixe tous les matins de façon à permettre la génération d'une commande n'importe quel jour de la semaine. Le processus nécessite un temps d'exécution assez long et doit par conséquent être lancé quelques heures avant l'ouverture de la boutique pour ne pas ralentir ou perturber le fonctionnement du logiciel d'encaissement.

L'envoi des commandes est soumis à la validation et à la modification de l'utilisateur du logiciel de commande représenté à la Figure 4.1. En effet, même si les prévisions réalisées par le logiciel sont fiables, il est tout de même préférable de laisser l'utilisateur décider. Le logiciel agit alors comme aide à la décision, il recommande la quantité à commander, mais l'utilisateur est libre de faire varier cette quantité. Le but est de laisser la possibilité au personnel en boutique de corriger les valeurs en fonction de certains besoins particuliers. Il permet également de pallier les erreurs éventuelles de la prévision, toutes les modifications de la valeur proposée sont sauvegardées pour être analysées. Si effectivement, l'algorithme surestime ou sous-estime les besoins pour une catégorie particulière, cela permettra de trouver des pistes d'amélioration.

4.2 Logiciel de commande

Pour effectuer sa commande, le personnel en boutique utilise un logiciel de commande qui contient l'ensemble du catalogue PPMC.

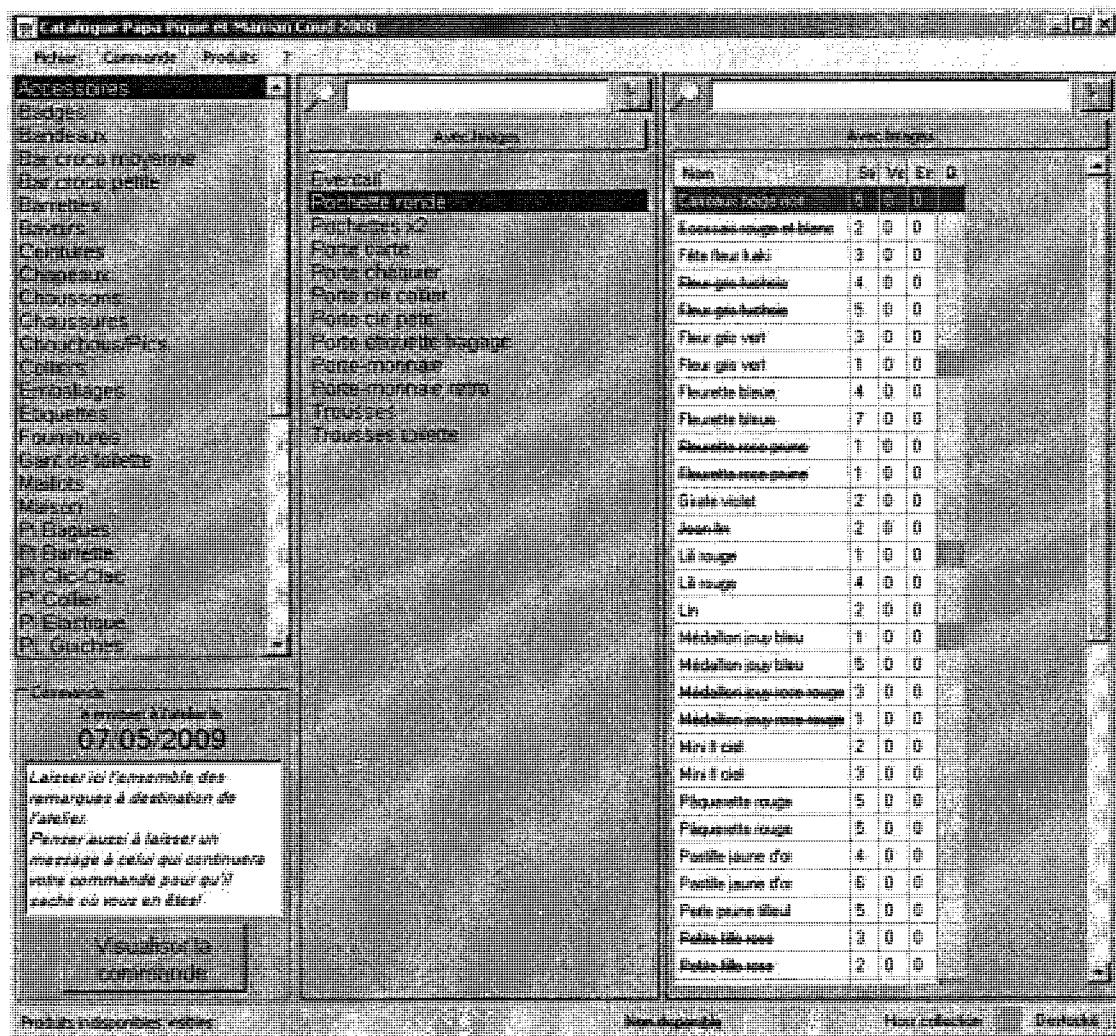


Figure 4.1 Interface du logiciel de commande

Le logiciel a été développé en plusieurs phases. Un premier logiciel a été développé pour l'entreprise. Au démarrage ce logiciel devait simplement proposer un catalogue informatisé et permettre un échange électronique des commandes. En effet, avant

l'utilisation de ce logiciel, les commandes étaient rédigées à la main, à partir d'un catalogue papier puis télécopiées à la maison mère. La préparation de commande était d'autant plus longue qu'il fallait déchiffrer l'écriture de la personne qui avait passé la commande, interpréter les noms de tissus qui étaient précisés mais qui ne respectaient pas forcément l'appellation officielle et devait vérifier si le produit était disponible. Le logiciel proposait donc une version actualisée selon les disponibilités du catalogue et permettait de commander en utilisant les appellations produits officielles.

Plus récemment, début 2008 et suite à l'informatisation des stocks, le logiciel de commande a été modifié pour faire apparaître les stocks dans la première colonne suivant le nom du coloris. Cela permettait à l'utilisateur de savoir rapidement s'il avait besoin de recommander un produit ou pas en fonction de ses stocks. En juillet 2008, une première aide à la décision a été intégrée (Figure 4.1). En fonction des ventes, le logiciel colore la case de la quatrième colonne qui contient la quantité à commander. Le logiciel se base sur les ventes de la semaine précédente pour déterminer la couleur de la case. Il considère que même nombre de produit se vendra lors de la semaine à venir. Vert signifie que le stock est suffisant pour couvrir les besoins de la semaine à venir, rouge, que le stock est insuffisant et orange que le logiciel ne peut pas déterminer par lui-même.

Depuis 2009, le magasin de la Trinité teste une version modifiée du logiciel pour prendre en compte les résultats de l'heuristique de prévision des ventes. Il s'agit du magasin le plus proche de la maison mère, quasiment ouvert à l'année, les tests peuvent se dérouler sans trop de souci, sachant que tout problème de stock peut être résolu en quelques heures si le logiciel pose problème. Le logiciel de test a connu quelques modifications. Seules les colonnes « stock » et « quantité à commander » restent, les deux autres ont été supprimées. La colonne « quantité à commander » est pré-remplie par la valeur du stock recommandée par l'heuristique. Le code couleur est conservé, les significations sont liées au Tableau 3.3. En rouge, les produits qui doivent assurément être recommandés. En orange les produits pour lequel l'heuristique conseille de commander la quantité minimale Q_{min} . Et enfin en vert les produits dont la quantité

proposée a été modifiée par l'utilisateur. Les autres produits, qui ne nécessitent pas d'être commandés sont en blanc.

4.3 Les premiers résultats

Nous disposons des résultats des prévisions pour le début de l'année 2008 (jusqu'à la semaine 17) du magasin de la Trinité. Même si ces statistiques n'offrent pas beaucoup de recul et sont par conséquent à prendre avec précautions, elles permettent néanmoins d'avoir une idée de la qualité des prévisions. Il est par contre très difficile de juger de la qualité de la distribution des produits en elle-même. Il faudrait pour cela comparer les stocks avant et après l'utilisation de l'heuristique, pour voir si effectivement il limite les quantités présentes en magasin. Cette étude comparative ne pourra être menée que lorsque nous disposerons d'un recul plus important. L'heuristique doit aussi passer le test de la haute saison pour notamment vérifier qu'il ne prévoit pas de valeur anormalement élevée.

Pour tenter de tester la qualité de l'heuristique de prévision, on compare la valeur des prévisions à celle des ventes réelles. On regarde entre autre la proportion des prévisions qui couvrent ou dépassent les ventes réelles. En moyenne, sur l'année 2009, les prévisions couvrent ou dépassent les ventes réelles pour 95,71% des produits. On est au delà des 90% recherchés, la différence venant certainement de l'arrondi à l'entier supérieur que nous avons utilisé pour déterminer la quantité à commander.

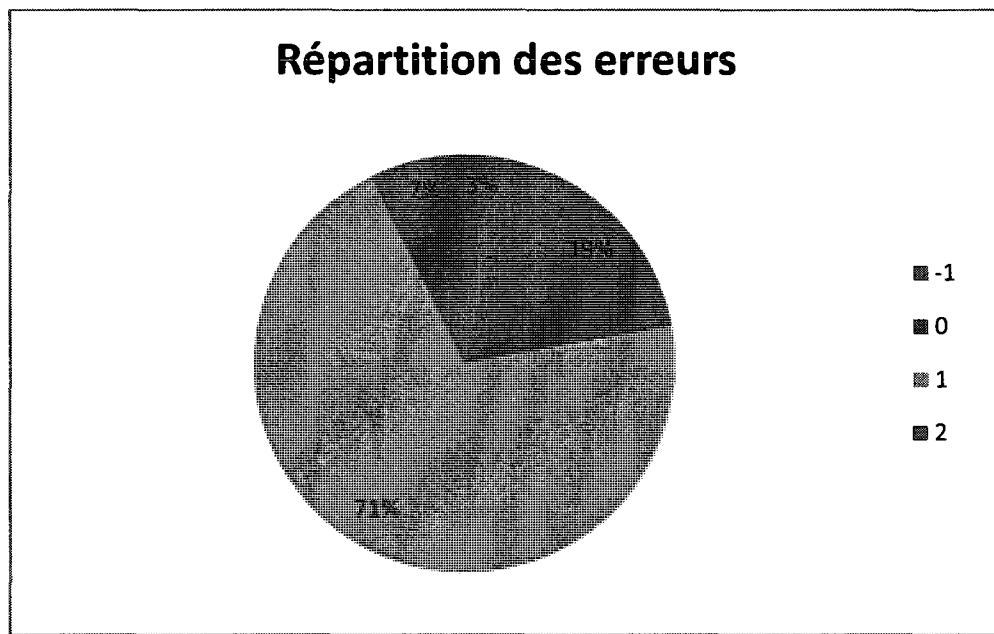


Figure 4.2 Répartition des erreurs

La Figure 4.2 représente les répartitions des erreurs et sans surprise, on retrouve la même répartition que lors des études préliminaires. L'erreur de prévision la plus courante est plus 1.

Lorsque l'on compare les résultats pour les différentes catégories, Figure 4.3, on remarque que les résultats correspondent dans l'ensemble à nos attentes. Les « résines » font exception en ne respectant pas la proportion des 90% que nous nous étions fixée.

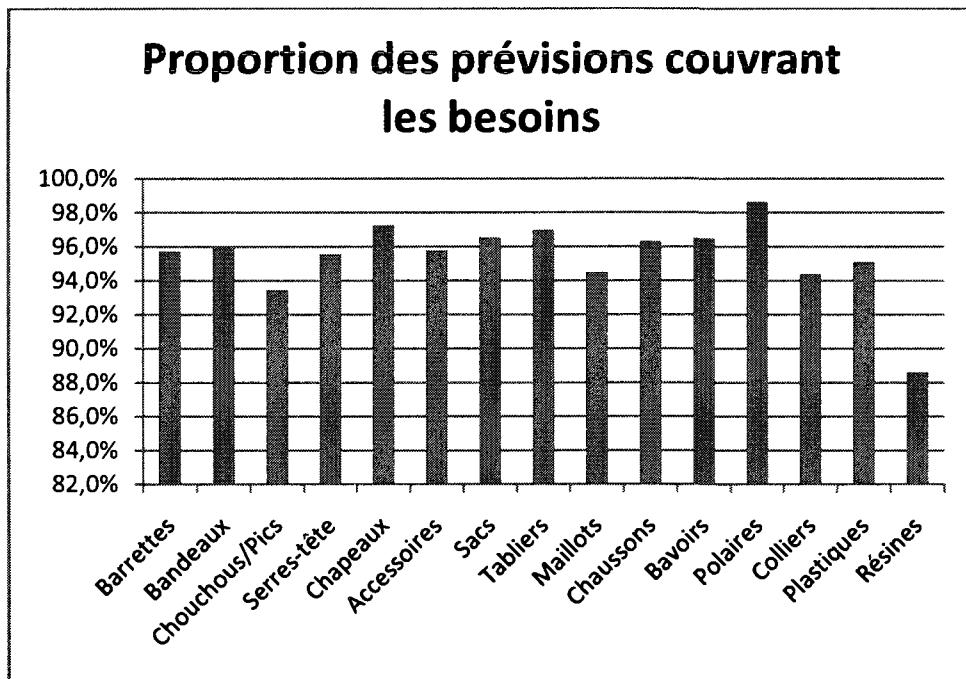


Figure 4.3 Comparaison des résultats dans les différentes catégories

Dans l'ensemble, l'heuristique semble apporter des prévisions fiables qui respectent les 90% de satisfaction clients. Les tests de l'heuristique devront être poursuivis à plus long terme et subir notamment la forte affluence de la haute saison pour donner une chance d'une implantation à plus grande échelle dans les boutiques PPMC.

CONCLUSION

Les théories de prévision des ventes existent depuis les années cinquante et n'ont eu de cesse de se développer avec l'avènement de l'outil informatique. Cependant, il reste des domaines d'activité où leur mise en place est complexe. Le but de cette maîtrise était avant tout de prouver la possibilité de prévoir, de manière fiable, les ventes d'une entreprise comme PPMC, où le nombre de déclinaisons produits complexifie considérablement la mise en place de ce genre de système.

Si nous avons testé un certain nombre de méthodes prévisionnistes, la prétention de cette maîtrise n'était pas de toutes les tester, ni même de prouver que l'une était meilleure que l'autre. Nous cherchions avant tout à trouver une méthode fiable qui nous permette de prévoir les ventes malgré la diversité des produits. Cette méthode se veut la plus générale possible et si elle a pu être appliquée à PPMC, nous avons bon espoir qu'elle puisse être utilisée par d'autres compagnies dont l'activité est complètement différente.

L'entreprise PPMC vend chaque année plus de 400 000 produits rien que dans ses 9 boutiques. Comment maîtriser au mieux les réapprovisionnements de ces boutiques? Pour trouver une réponse à cette question, il a fallu créer les logiciels capables d'acquérir l'ensemble de ces 400 000 ventes et de suivre l'évolution des stocks des 6500 produits concernés. Le logiciel d'encaissement chargé de l'acquisition de ces données avait comme contrainte principale d'être suffisamment ergonomique pour que son utilisation ne fasse pas perdre de temps par rapport à un encaissement manuel. En tout, il aura fallu plus de deux ans pour créer et préparer le système d'information de l'entreprise et développer le logiciel d'encaissement.

Mais la tâche ne s'arrêtait pas là et il a fallu trouver comment interpréter ces 400 000 ventes annuelles pour être en mesure d'offrir une prévision des ventes pour ces 5000 produits. Si les techniques de prévision des ventes fiables existent depuis les années

cinquante, elles ont néanmoins besoin d'un historique conséquent pour être établies. Seulement, les produits de l'entreprise PPMC ont une durée de vie limitée de par la saisonnalité des collections de tissus utilisées. Avec un historique moyen ne dépassant pas 6 mois et des ventes hebdomadaires de quelques unités, il est impossible de prévoir directement l'évolution des ventes de chaque produit. Il a fallut croiser et recouper les données pour être en mesure de trouver des comportements de groupe à même de nous offrir un volume de données suffisant pour appliquer les théories prévisionnistes.

Au final, nous sommes en mesure d'offrir à PPMC une heuristique capable de prédire les ventes de chaque produit deux semaines à l'avance. Ces prévisions intégrées dans un logiciel de réapprovisionnement offre à chaque boutique la possibilité de commander de façon aidée un stock adapté à ses besoins et qui évitera de se retrouver avec des invendus en fin de saison. La maison mère qui héberge le plus gros du stock est dorénavant en mesure de mieux distribuer sa production et d'offrir aux clients franchisés ces stocks supplémentaires non disséminés en boutique.

La précision des modèles peut être améliorée sans encombre, notamment grâce à l'amélioration des coefficients de lissage. Il faudra pour cela attendre plus de résultats du magasin test. La robustesse des résultats quant à elle doit continuer d'être tester sur le magasin de la Trinité pour être appliquée l'année prochaine à l'ensemble des magasins. Si cette maîtrise ne prend l'exemple que de l'entreprise PPMC, il n'y a pas de doute que cette méthode pourra s'appliquer à d'autres entreprises où la prévision des ventes est rendue complexe par une production atypique.

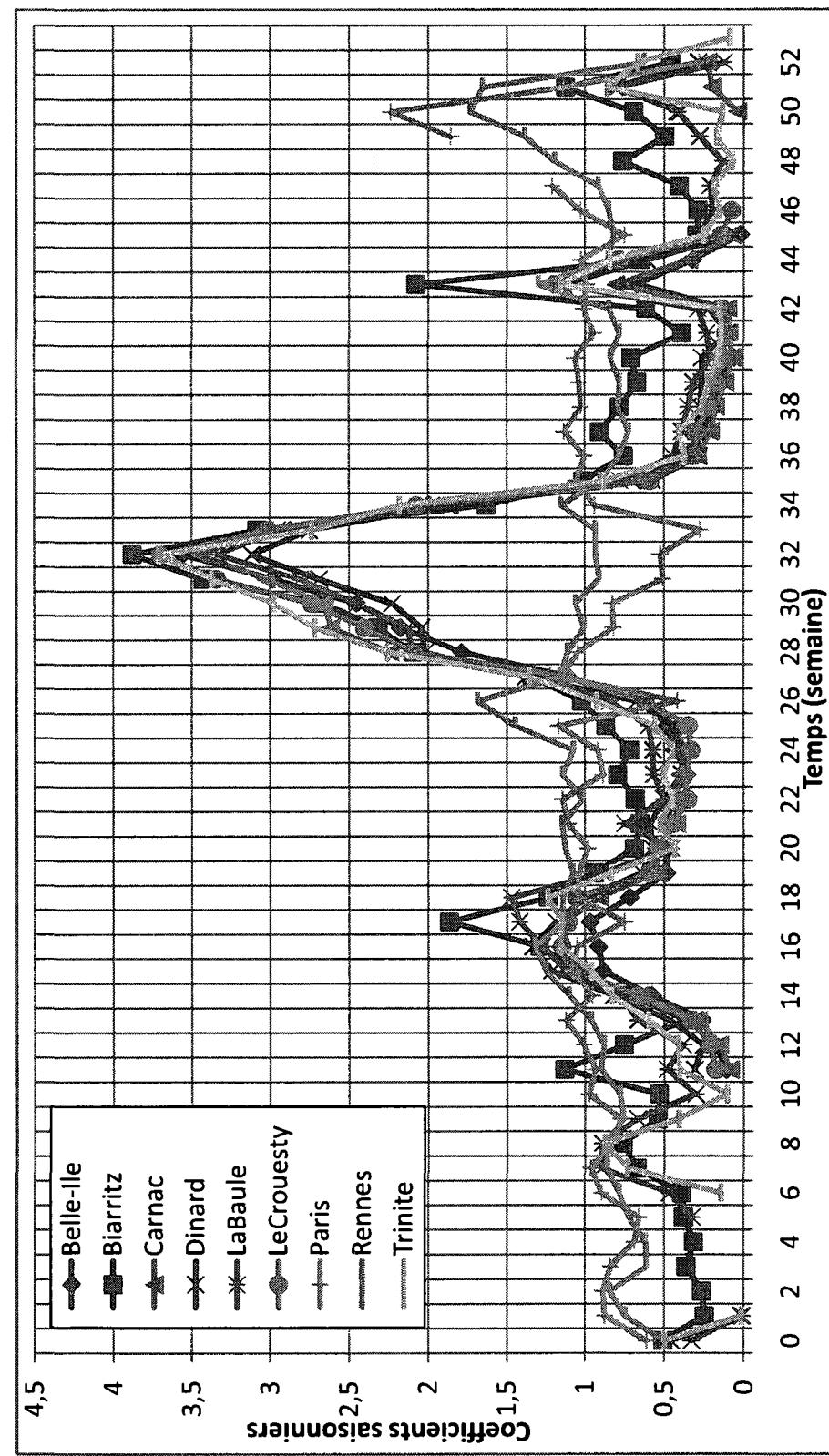
BIBLIOGRAPHIE

- Armstrong J.S., (1986), "Research on forecasting : A quater-century review", Ed. Interface, vol. 16, No. 3
- Bourbonnais R., Usunier J.-C., (2007), *Prévision des Ventes : Théorie et pratique* (4^{ème} éd.), Ed. Economia
- Bourbonnais R., Vallin Ph., (2006), *Comment optimiser les approvisionnements*, (2^{ème} éd.), Ed. Economia
- Box G.E.P., Jenkins G.M., (1976), *Times series analysis forecasting and control*, San Francisco, Ed. Holden-Day
- Brown R.G., (1963), *Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series*, Englewood Cliffs, Ed. Prentice-Hall
- Brown R.G., (1959), *Statistical forecasting for inventory control*, New York, Ed. McGraw-Hill
- Carbone R., Gorr W.L., (1985), "Accuracy of judgmental forecasting of time series", Decision Sciences, vol. 16, No. 2
- Chambers V.A., (1977), "Choisissez votre technique de prévision", Harvard - L'expansion, No. 4
- Croston J.E., (1972), "Forecasting and stock control for intermittent demand", Operational Research Quarterly, 23
- Dagum E.B., (1979), "Fondement des deux principaux type de méthodes de dessaisonnalisation et de la méthode X11-ARMMI", Économie Appliquée, Vol.1
- Delurgio S.A., Bhame C.D., (1991), *Forecasting systems for operations management*, Buisness One Irwin
- Desmet P., Lobe F., (1983), "Modélisation du cycle de vie de produit : analyse comparative des principaux modèles", IESEG

- Dubois P.L., Jolibert A., (2005), *Le marketing, fondements et pratique*, 4^{ème} éd., Paris, Economia
- Farnom N.R., Stanton L.Z., (1989), *Quantitative forecasting methods*, PWS-Kent Publishing
- Holt C., (1957), *Planning production inventories and work force*, Prentice Hall
- Geurts M.D., Ibrahim I.B., (1975), "Comparing the Box-Jenkins approach with the exponentially smoothed forecasting model", *Journal of Marketing Research*, vol. 12
- Giard V., (2003), *Gestion de la production et des flux*, 3^{ème} éd., Economia
- Granger C.W.J., (1980), *Forecasting in business and economics*, New York, Ed. Academic Press
- Granger C.W.J., Newbold P., (1986), *Forecasting economic time series*, 2^{ème} éd., New York, Ed. Academic Press
- Groff G.K., (20 septembre 1973), "Empirical comparison of models for short range forecasting", *Management Science*, vol. 20
- Gross D., ray J.L., (Avril 1965), "A general purpose forecasting simulator", *Management Science*, vol. 20
- Jarrett J., (1987), *Business forecasting methods*, Ed. Basil Blackwell
- Jenkins G.M., (1979), *Practical experiences with modeling and forecasting time series*, St Hélier, Ed. GJP Publications
- Kirby R.M., (1966), "A comparison of short and medium range statistical forecasting methods", *Management Science*, vol. 4
- Levine A.H. (Janvier 1967) "Forecasting techniques", Ed. Management Accounting
- Makridakis S., (Avril-Juin 1982), "The accuracy of extrapolation (time series) methods : results of a forecasting competition", *Journal of forecasting*
- Makridakis S., (1984), *The forecasting accuracy of major time series methods*, Chichester, Ed. Wiley
- Makridakis S, Wheelwright S.S, McGee V.E., (1983), *Forecasting : methods and applications*, 2^{ème} éd., New York, Ed. Wiley

- Mentzer J., Cox J., (1984), "Familiarity, application and performance of sales forecasting techniques", *Journal of Forecasting*, vol. 3, No. 1
- Reid D.J., (1971), "Forecasting in action : a comparison of forecasting techniques", conference of Operation Research Society Group on long range planing and forecasting
- Roberts S.A., (1982), "A general class of Holt-Winters type forecasting models", *Management Science*, vol. 28
- Talluri S., Cetin K., Gardner, A.J., (2004), "Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations", *Internationnal Journal of Physical*, Vol. 34, No. 1
- Tenenhaus M., (1994), *Méthode statistique en gestion*, Ed. Dunod
- Tersine R.J., (1994), *Principles of inventory and materials management*, Ed. Prentice Hall
- Thomas A., (2000), *Économétrie des variables qualitatives*, Paris, Ed. Dunod
- Tiao G.C., Box G.E.P., (1981), "Modeling multiple times series with applications", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 76
- Vallin Ph., (Juin 1984), "Méthodes robustes pour le traitement de séries chronologiques", Cahier de recherche No. 55, Lamsade, Université de Paris-Dauphine
- Vallin Ph., (2006), *La logistique : modèles et méthodes du pilotage des flux*, 4^{ème} éd., Ed. Economia
- Vaté M., (1993), *Statistique chronologique et prévision*, Ed. Economia
- Winters P.R., (1960), "Forecasting sales by exponentially weighted moving averages", *Management Science*, vol. 6
- Zitouni B., Msahli S., (2005), "Prévision des ventes des articles textiles confectionnés", *Unité de Recherches Textiles*, Ksar-Hellal, Tunisie

ANNEXE A : COMPARAISON DES COEFFICIENTS SAISONNIERS DES DIFFÉRENTS MAGASINS



ANNEXE B : COMPARATIF DES MODÈLES DE PRÉVISION À UNE SEMAINE

Etiquettes de lignes		Belle-Ile	Biarritz	Carcac	Dinard	LaBaule	LeCrouesty	Paris	Rennes	Trinité
Année	Modèle									
2005	Modèle basé sur MM52	98,9%		96,9%	96,9%	96,8%	97,4%		86,0%	97,3%
	Modèle de Holt-Winters	59,7%		67,7%	79,9%	72,9%	78,0%		42,7%	78,3%
	Modèle Holt-Winters modifié	93,7%		93,3%	95,5%	96,2%	97,5%		92,6%	96,0%
2006	Modèle basé sur MM52	97,4%		97,6%	96,0%	96,8%	98,0%		86,6%	94,5%
	Modèle de Holt-Winters	75,8%		79,6%	83,1%	73,8%	81,3%		43,2%	82,7%
	Modèle Holt-Winters modifié	96,7%		97,6%	97,0%	95,2%	97,7%		92,8%	96,5%
2007	Modèle basé sur MM52	95,1%		95,2%	94,2%	90,6%	95,3%		84,2%	93,6%
	Modèle de Holt-Winters	88,2%		92,7%	88,1%	90,9%	94,1%		84,1%	91,8%
	Modèle Holt-Winters modifié	96,2%		96,0%	93,1%	96,8%	97,2%		90,4%	96,3%
2008	Modèle basé sur MM52	98,8%	98,9%	90,7%	98,5%	98,7%	99,1%	68,1%	82,3%	98,2%
	Modèle de Holt-Winters	91,2%	71,4%	91,5%	90,3%	81,8%	91,6%	49,6%	70,9%	87,7%
	Modèle Holt-Winters modifié	98,6%	92,2%	91,9%	97,0%	97,0%	97,4%	75,3%	89,9%	97,8%