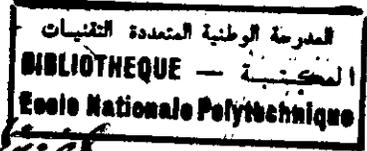


وزارة التربية الوطنية
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



DEPARTEMENT

Genie Industriel

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

SUJET

*Élaboration d'un outil d'aide à la
décision pour la gestion des stocks
basée sur l'étude prévisionnelle.*

Proposé par :

Étudié par :

Dirigé par

SÉBTI ABDELOUAHAB

M^{me} N. ABOUN

BOUKABOUS ALI

M^r H. SARI

PROMOTION

Quillet 1993

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE AUX UNIVERSITES

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
(EL HARRACH E.N.P)

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

SPECIALITE : GENIE INDUSTRIE

PROJET DE FIN D'ETUDE

THEME

ELABORATION D'UN OUTIL D'AIDE
A LA DECISION POUR LA GESTION
DES STOCKS BASE SUR L'ETUDE
PREVISIONNELLE

PRESENTE PAR :

Mr: SEBTI ABDELOUAHAB

Mr: BOUKABOUS ALI

DIRIGE PAR:

Melle: N. ABOUN

Mr: M. SARI

Promotion: 93

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

A MA MERE,

A MON PERE,

A MES FRERES ET A MA SOEUR,

A TOUS CEUX QUE J'AIME,

JE DEDIE CE TRAVAIL.

Abdelouahab

A MA MERE,

A MON PERE,

A MES FRERES ET SOEURS,

A MES NIECES ET MON NEVEU,

A TOUS CEUX QUE J'AIME,

JE DEDIE CE TRAVAIL.

Ali.

REMERCIEMENTS

Avant de présenter les recherches qui ont fait l'objet de ce mémoire, nous tenons à remercier chaleureusement et tout particulièrement Melle N.ABOUN et Mr H.SARI pour l'intérêt qu'ils ont toujours témoigné à l'égard de notre travail et les précieux conseils et encouragements qu'ils nous ont prodigués.

Nos pensées vont également à Madame BELMOKHTAR et à tous les enseignants du département Genie Industriel qui ont contribué à notre formation. Qu'ils en soient remerciés.

Que Mr DRIS, chef du département formation au niveau de l'ERMA, trouve ici l'expression de nos vifs remerciements pour son suivi et ses conseils.

Nos remerciements iront également à vous, présidente et membres du jury, pour avoir consacré de votre temps à nous lire et à juger ce modeste travail.

Nous aimerions aussi remercier :

- A.ADJAL
- F.NIBOUCHE
- tous les agents de la bibliothèque

pour leur collaboration technique à la réalisation de ce travail.

Enfin, nous ne saurions terminer sans remercier tous nos collègues qui, par la joie et l'aide qu'ils nous ont souvent apportées, nous ont soutenu tout le long de ces années.

RESUME

Cette étude consiste en l'élaboration d'un logiciel d'aide à la décision pour la gestion des stocks, basé sur l'étude prévisionnelle. Ce travail a été réalisé suite à un diagnostic de la fonction approvisionnement lequel a mis en relief les dysfonctionnements existants au sein de l'E.R.M.A.

ABSTRACT

Our work is concerning by the elaboration of computer program for inventory management based on forecasting studies. At first time, we have done a diagnostic of supplying function which has permitted to us to pick up problems in E.R.M.A.

ملخص

هذا العمل يهدف إلى بلورة برنامج آلي لتسيير المخازين ،
مركز على دراسة تنبئية . أولاً قمنا بتشخيص لعملية
التموين الشيء الذي سمح لنا بمعرفة المشاكل الموجودة
عني مؤسسة E.R.M.A .

S O M M A I R E

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : DIAGNOSTIC DE LA FONCTION APPROVISIONNEMENT DE L'ERMA ET DEFINITION DU PROBLEME PRESENTATION SOMMAIRE DE L'ORGANISME D'ACCUEIL "ERMA"	
1.1/ introduction	4
1.2/ Diagnostic des approvisionnements	5
1.2.1/ Objectifs visés	5
1.2.2/ Schéma de la démarche du diagnostic de la fonction approvisionnement	6
1.3/ Application au cas de l'"ERMA"	11
1.3.1/ Analyse des résultats , mesure des performances des approvisionnement et de gestion des stocks	11
1.3.2/ Etude de la politique d'approvisionnement	11
1.3.3/ Evaluation des moyens et de l'organisation de la fonction approvisionnement	15
1.3.4/ Audit des méthodes d'achat et de gestion des stocks	18

1.3.5/ Analyse de l'environnement de la fonction approvisionnement	
1.3.6/ Conclusion du diagnostic sur les approvisionnements	22

CHAPITRE II :

REVUE DE LA LITTERATURE

II.1/ Introduction	26
II.2/ Analyse du système stock	27
II.3/ La modélisation en gestion des stocks	29
II.3.1- Présentation de la fonction coût (C).....	29
II.3.2- Détermination des coûts de gestion	29
II.4/ Modèle de gestion des stocks	31
II.4.1/ Modèles déterministes à demande constante	31
A- Modèle de WILSON	31
B- modèle amélioré de WILSON (avec pénurie)	36
II.4.2/ Modèle déterministe à demande non constante	38
A/ Quantité fixe de WILSON	39
B/ Heuristique de SILVER-MEAL	39
II.4.3/ Modèle des commandes groupées	41
II.4.4/ Méthodes fondamentales de réapprovisionnement	42
A/ Modèle de type Q	42
B/ Modèle de type P	43

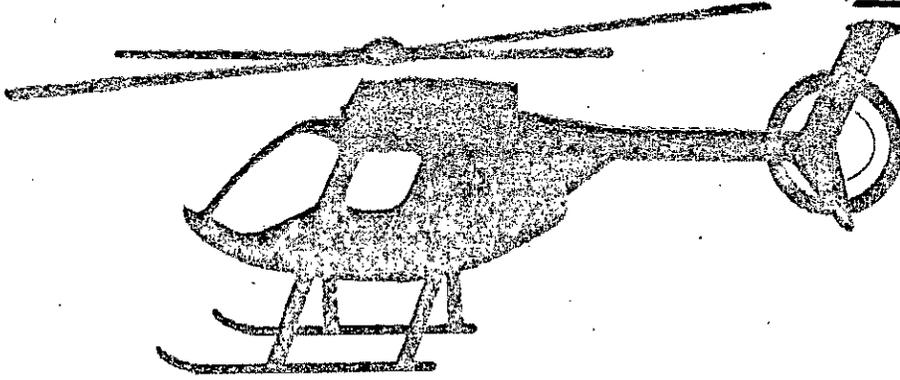
11.4.5/ Modèle basé sur le stock	
de sécurité	46
A/ Définition	46
B/ Etablissement des stocks de sécurité	46
11.5/ Méthodes de prévisions	
appliquées à la gestion	49
11.5.1/ Présentation de la problématique	
prévisionnelle dans les chroniques	49
A/ Redressement préalable	
des chroniques	49
B/ Typologie des chroniques	49
C/ Techniques de prévision	
11.5.2/ Les filtres linéaires	51
A/ La notion de filtre	51
B/ Les moyennes mobiles	52
B1/ Moyennes mobiles simples	52
B2/ Moyennes mobiles doubles	53
C/ Les techniques du lissage	
exponentiel	53
C1/ Lissage exponentiel simple	54
C2/ Lissage exponentiel double	55

CHAPITRE III

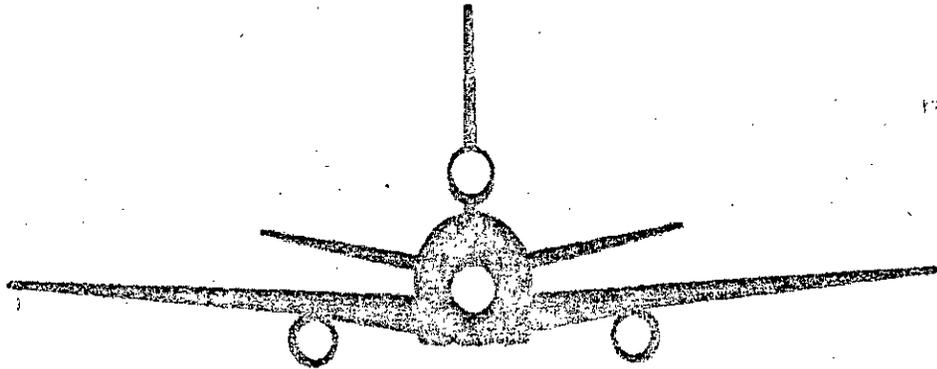
METHODOLOGIE DE RESOLUTION ET PRESENTATION DU LOGICIEL

III.1- Introduction	59
III.2- Methodologie de résolution	60
III.2.1- Choix de la politique	
de gestion	61

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique



INTRODUCTION



INTRODUCTION :

Le passage d'une économie planifiée à une économie de marché où les méthodes de management scientifiques constituent la clé de voûte pour la performance des entreprises , nécessite le changement des pratiques gestionnaires en vigueur au profit de méthodes modernes garantissant l'efficacité , la rentabilité , et enfin la survie de l'organisation , face à ce monde en mutation permanente .

L'organisation qui se veut être performante doit respecter les trois règles suivantes : réfléchir avant d'agir , anticiper pour prévenir , éclairer l'action présente à la lumière du futur désiré .

L'autonomie acquise , l'entreprise publique économique algérienne (EPEA) , devrait se doter d'outils de gestion lui permettant de résoudre les problèmes liés au déroulement de son activité .

L'activité de l'organisation, repose sur plusieurs volets parmi ceux-ci, la fonction approvisionnement dont la maîtrise du fonctionnement est primordiale :à ce niveau un dysfonctionnement aura sans doute des répercussions importantes sur la bonne activité de l'entreprise, dont le remède réside essentiellement dans l'outil gestion scientifique .

C'est dans ce cadre là qu'il a été envisagé de mener cette étude au sein de l'entreprise "ERMA" de Dar el Beïda .

Nous nous proposons, après avoir analysé la situation, d'améliorer les outils de gestion de la fonction approvisionnement.

Cette étude est composée de quatre(04) chapitres :

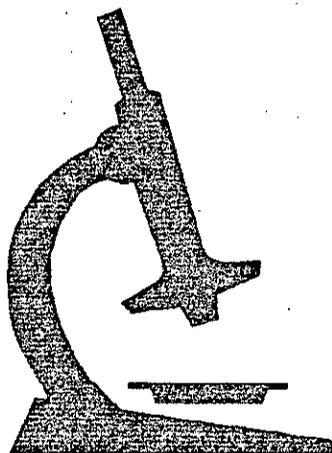
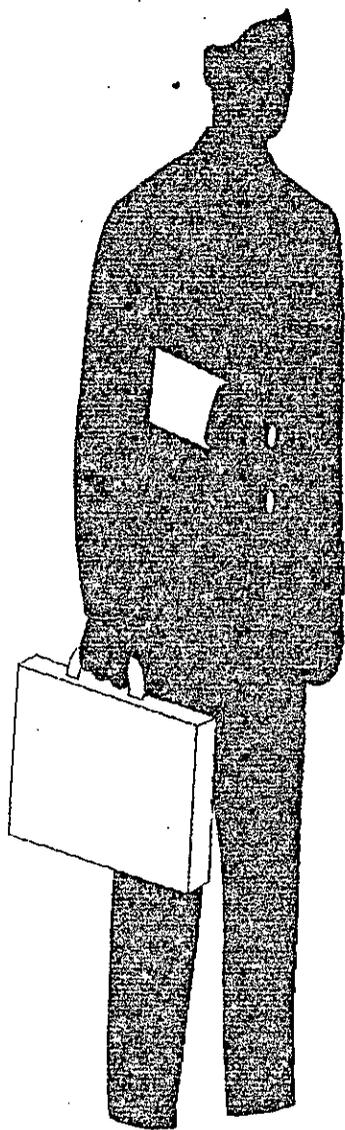
Dans le premier chapitre, nous procéderons à une présentation sommaire de l'entreprise objet de l'étude (EPMA) .

Le chapitre 1 est aussi consacré au diagnostic approfondi de la fonction approvisionnement dans l'entreprise . La définition du problème sera aussi présentée dans ce chapitre .

Sur la base de ce premier chapitre, notre traitement s'enchaîne comme suit :

Le chapitre 2 est un éclairage théorique sur les outils d'aide à la décision dans la gestion des stocks. La méthodologie de résolution ainsi que la présentation du logiciel seront exposées au chapitre 3 .

Le chapitre 4 à pour **objet** la mise en oeuvre de la théorie. Comme point de synthèse de ce travail une conclusion ainsi que des suggestions sont proposées .



DIAGNOSTIC DE LA FONCTION
APPROVISIONNEMENT

*Chapitre I***DIAGNOSTIC DE LA FONCTION APPROVISIONNEMENT
DE L'ENTREPRISE
ET DEFINITION DU PROBLEME****PRESENTATION SOMMAIRE DE L'ORGANISME D'ACCUEIL "ERMA"**

L"ERMA", l'Entreprise de Rénovation de Matériels Aéronautiques, a été créée par décret présidentiel 92/34 du 30/01/92, elle est située au niveau de Dar-el-Beïda .

Sa vocation essentielle est d'assurer au profit du commandement des forces aériennes les missions suivantes :

- La rénovation et réparation des aéronefs, ainsi que les ensembles, sous-ensembles, équipements et accessoires aéronautiques
- La fabrication des matériels nécessaires à la rénovation des matériels aéronautiques .
- La réparation et la fabrication des matériels de l'environnement technique .
- La rénovation et la réparation des modules de réacteurs et réducteurs de l'hélicoptère en qualité de projet .

En fonction des capacités disponibles et après approbation de l'autorité de tutelle délégitaire, l'ensemble des activités sus-énumérées ainsi que d'autres activités peuvent être entreprises au profit du secteur national, public et privé .

L'entreprise s'articule autour de sept(07) départements .
(VOIR ANNEXE I et II)

VI.1/ INTRODUCTION :

Dans de nombreux pays en voie de développement, la gestion des articles importés porte sur des valeurs représentant fréquemment plus de 60% du chiffre d'affaires annuel hors taxes d'une entreprise .

L'éloignement géographique de la plupart des sources d'approvisionnement auxquelles les pays en voie de développement sont contraints de s'adresser pour répondre aux besoins de leur économie, constitue par ailleurs, un handicap fondamental dans la recherche d'une gestion économique et rationnelle des approvisionnements: les délais, risques et aléas de transport alourdissent d'autant plus le délai total du cycle d'approvisionnement.

La rentabilité d'un achat se mesure quantitativement et qualitativement par les gains réalisés sur les prévisions initiales de coût d'achat, l'amélioration du rapport qualité/prix, ou encore, l'obtention de meilleures conditions de paiement et de garantie .

Il est certes possible de réaliser des économies par une conduite judicieuse des opérations d'achat. Les chances de succès sont cependant aléatoires dans la mesure où les acheteurs de nombreux pays en voie de développement entament leurs négociations commerciales dans de mauvaises conditions . Trop souvent, en effet, les fournisseurs connaissent les faiblesses du jeu des acheteurs :

- Préparation de l'achat défectueuse, insuffisante, précipitée .
- Marché des fournisseurs potentiels inconnu ou non exploité .
- Inaptitude à la négociation commerciale ou incompetence technique
- Non-respect d'engagements commerciaux antérieurs. D'autres facteurs négatifs peuvent également contrarier les efforts des acheteurs tels que la conjoncture internationale politique et

économique, les actions sur le marché mondial d'acheteurs concurrents, la diversification de politique commerciale décidée unilatéralement par des fournisseurs disposant d'une situation de monopole d'offre, ou tout simplement l'éloignement géographique .

Il en résulte que les efforts louables de recherches d'économies réalisables sur les opérations d'achat risquent de ne pas être couronnés de succès, les acheteurs n'ayant pas toujours la maîtrise du jeu . [1]

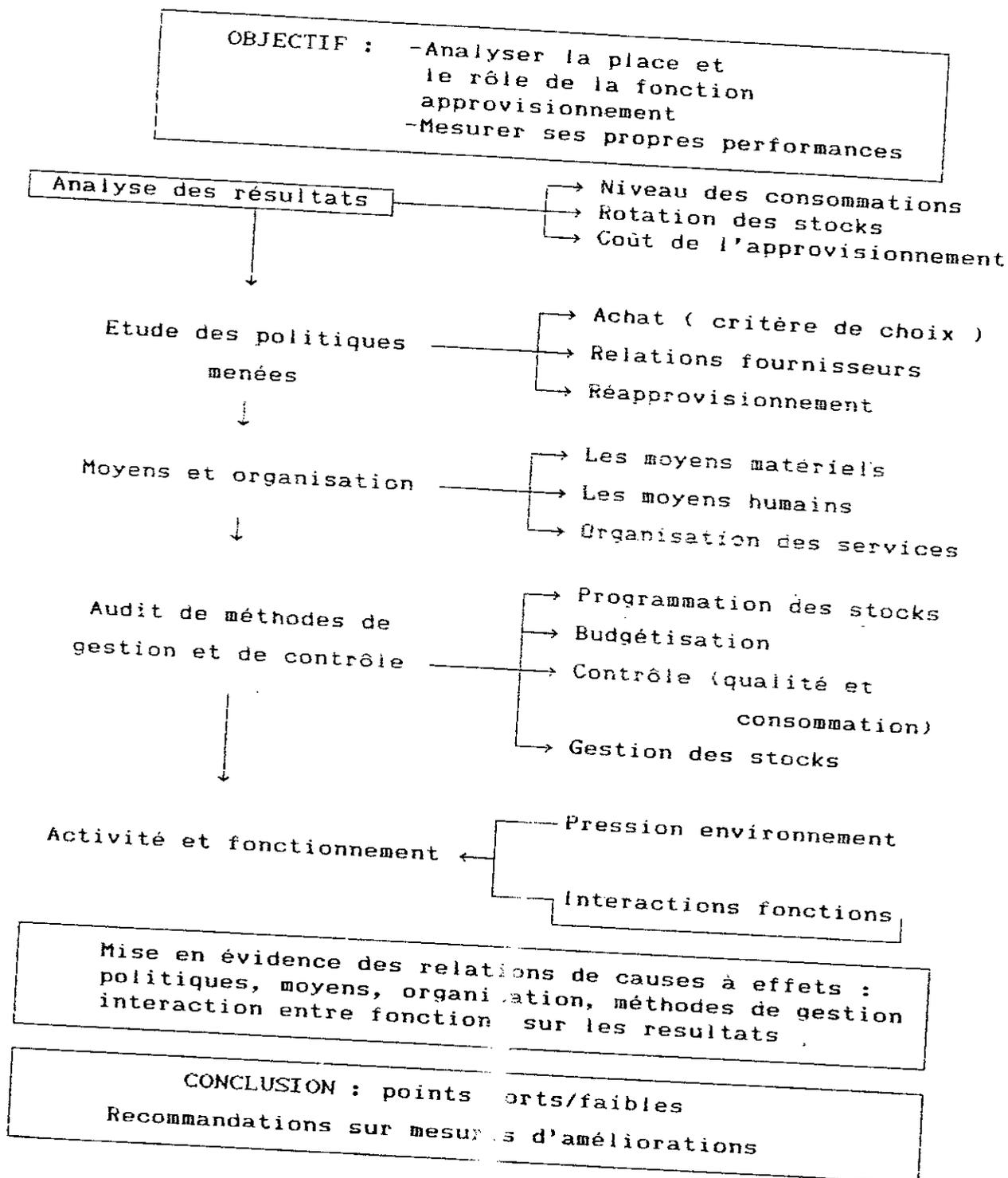
I.2/ DIAGNOSTIC DES APPROVISIONNEMENTS :

I.2.1/ Objectifs visés :

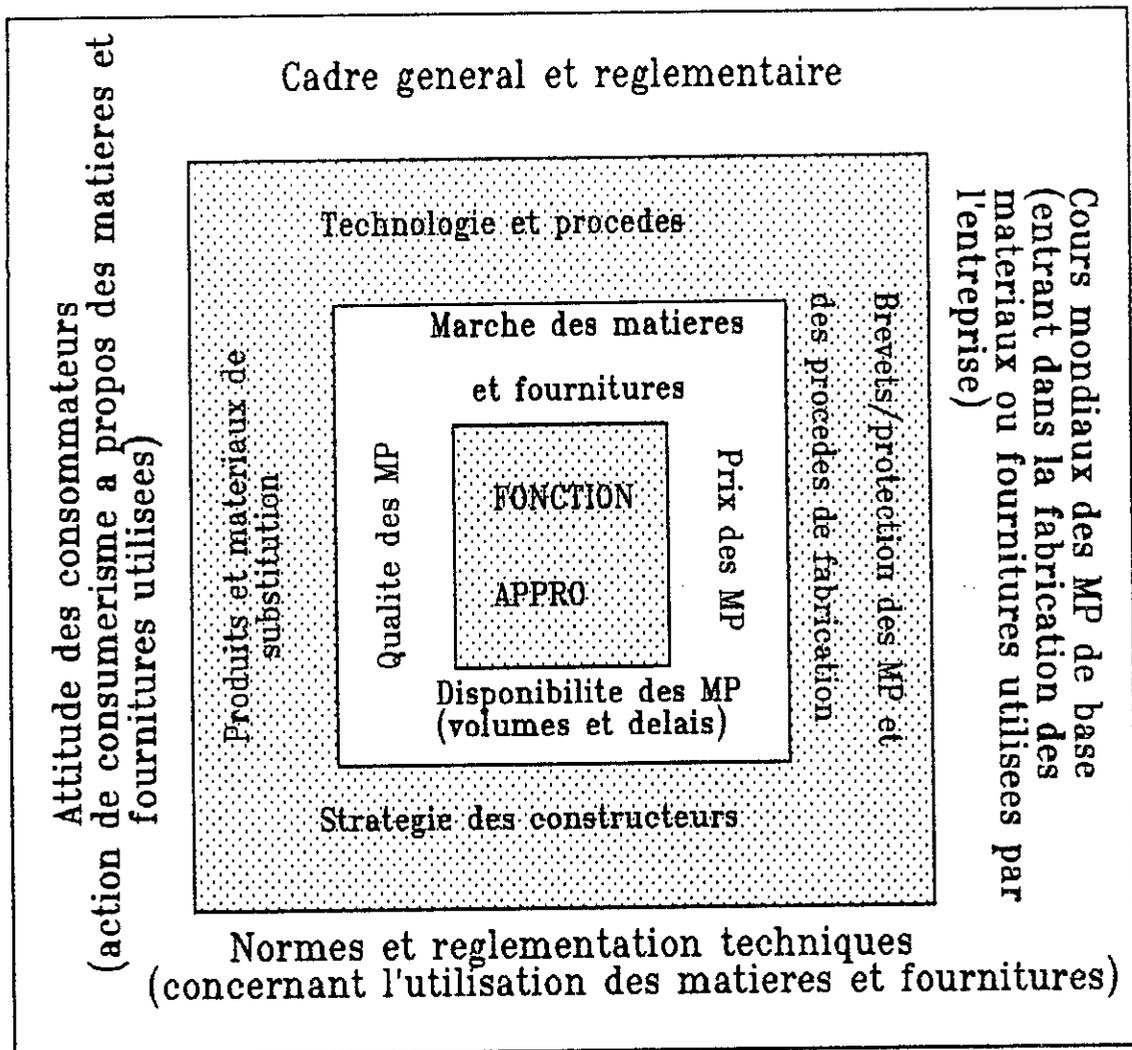
Le diagnostic des approvisionnements vise :

- à comprendre la politique menée en matière d'approvisionnement .
- à analyser les moyens et les méthodes de gestion ,pour expliquer leur incidence sur les résultats et les performances de la fonction .[2]

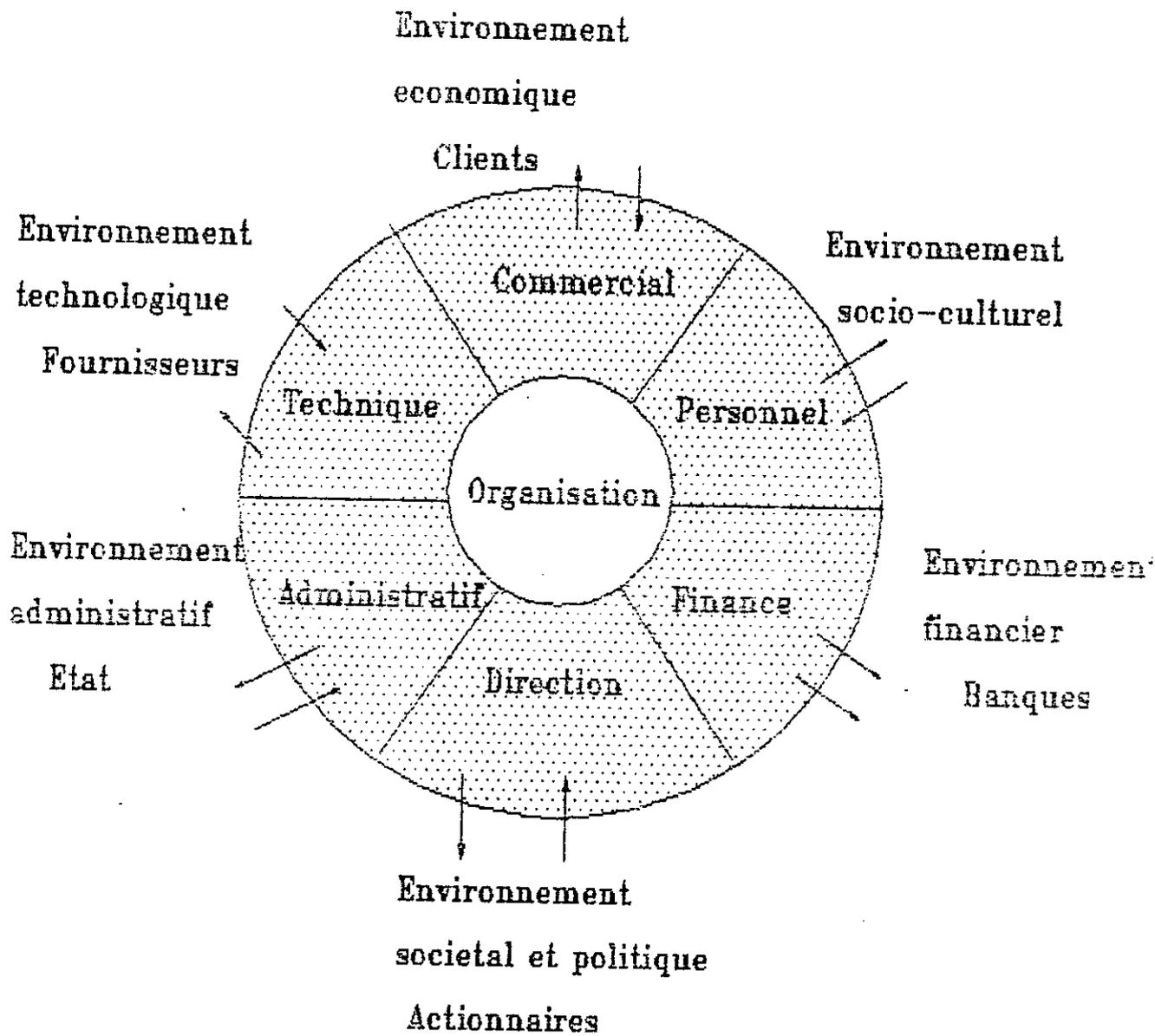
1.2.2/ Schéma de la démarche du diagnostic de la fonction approvisionnements : [2]



Les deux schémas suivants mettent en évidence les interactions de la fonction approvisionnement avec son environnement .



SCHEMA D'ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT APPROVISIONNEMENT



SCHEMA 02 : ANALYSE DES ECHANGES ET DES PRESSIONS DE L'ENVIRONNEMENT

LE DIAGNOSTIC DES APPROVISIONNEMENTS

Avant d'entamer cette partie , nous tenons tout d'abord à préciser quelques points qui nous paraissent très importants .

- récolte des informations :

Pour avoir toutes les informations citées plus loin dans notre document , nous avons procédé comme suit :

- * Dans un premier temps, nous avons établi des questionnaires [annexe III] concernant tous les volets de notre diagnostic.
- * ensuite , ces derniers ont été présentés à plusieurs responsables de l'ERMA , qui ont répondu à la majorité de nos questions (sauf quelques exceptions) ,
- * nous avons rassemblé enfin , toutes les réponses et établi les résultats mentionnés plus loin .

- Difficultés rencontrées:

Lors de notre diagnostic , nous avons été bloqués à plusieurs niveaux . La première difficulté rencontrée est celle de l'absence de données , et parfois d'informations même qualitatives .

La seconde difficulté est le refus de quelques responsables de répondre à nos questions , ou de nous donner une quelconque information (vu que c'est un secteur stratégique qui revêt un caractère confidentiel) .

Pour ces deux difficultés , et d'autres , nous avons consacré

beaucoup de temps (environ 60 % de notre temps) ⁽¹⁾ cette partie de notre travail et à l'élaboration de notre diagnostic . En fait , cette partie constitue la base de notre analyse et méthodologie de résolution .

1.3 / Application au cas de l' "ERMA" :

1.3.1 / Analyse des résultats, mesure des performances des approvisionnements et de gestion des stocks :

Faute de données, qui n'ont pu être obtenues, cette analyse n'a pas été faite . Elle devait contenir :

- 1- L'analyse du niveau des consommations
- 2- Analyse des résultats de la gestion des achats
- 3- Analyse des résultats de la gestion des stocks .
- 4- Analyse des coûts de la fonction approvisionnements .

1.3.2/ Etude de la politique d'approvisionnement :

La politique d'approvisionnement précède le processus et les méthodes d'achat et de gestion des stocks. Son domaine recouvre :

- La prospection des marchés de fournisseurs et de technologies .
- La définition d'une ou de plusieurs lignes de conduites concernant les produits .
- Le comportement et les rapports avec les fournisseurs .
- Les principes des mécanismes de réapprovisionnement.

a/ Connaissances / prospections des marchés :

* Pour l'"E.R.M.A" la connaissance des marchés, des matières, des fournisseurs et de la technologie est un facteur important pour la prise de décision mais pas déterminant car d'autres facteurs d'un tout autre ordre sont à prendre en compte .

* La coordination qui devrait être très étroite entre le département commercial et le département des approvisionnements est presque inexistante .

* Pour s'informer , les responsables de l'E.R.M.A utilisent les moyens suivants :

- visites aux fournisseurs ,
- entretiens avec les vendeurs ,
- foires et expositions .

* L'"E.R.M.A" commence à entretenir des contacts ou relation avec des centres de recherches , laboratoires , universités , travaillant sur de nouveaux produits , matières , ou technologies . (ENITA . ENP , bureaux d'études étrangers ...)

b/ Politique d'achat et de produit :

* Aucune classification des différentes catégories de matières et fournitures n'est établie selon tel ou tel critère d'importance .

* Le critère déterminant pour l'achat est celui de la qualité dû à l'aspect aéronautique, suivi de celui de la régularité (livraisons) dû au coût excessif de rupture .

c/ Politique fournisseurs :

* Pour l'"E.R.M.A", notons d'abord que les fournisseurs sont de deux types :

- étrangers : principalement pour la pièce aéronautique qui représente la part la plus importante des achats de l'"E.R.M.A", où le fournisseur est unique (généralement l'URSS) .

- Locaux : principalement , pour les métaux ferreux et non ferreux (néanmoins une part non négligeable est d'origine étrangère) , et là les fournisseurs sont plus nombreux .

* la grille de classement des fournisseurs est inexistante au niveau de l'"E.R.M.A" .

* La négociation de la qualité des produits est basée sur les normes établies par le fournisseur et non pas en imposant les propres spécifications de l'entreprise .

* L'établissement du cahier des charges prend en considération la nature des caractéristiques des produits des fournisseurs et non pas l'inverse ; c'est à dire imposer au fournisseur les spécifications établies dans le cahier des charges .

* Puisque le fournisseur de l'"E.R.M.A" (URSS) détient le monopole, aucune négociation concernant les prix des produits achetés n'est établie .

* Le cas est différent pour les fournisseurs locaux puisque le rapport de force est plus apparent vu leur diversité .

* L'attitude de l'"E.R.M.A" vis-à-vis des fournisseurs est donc plutôt du type :

- dominé-dominant : pour la pièce aéronautique et fournisseurs étrangers .

-
- circonstanciel (attitude variable selon les fournisseurs et la nature des produits achetés) .

d/ Politique de réapprovisionnement des stocks :

* Aucune étude statistique (analyse ABC) n'est appliquée pour déterminer les différentes catégories de stocks selon des critères économiques (valeur annuelle de consommation , consommation annuelle en nombre d'unités par référence , rotation des stocks par référence , valeur du stock par référence , ...) .

* Au niveau de l'entreprise, les méthodes de calcul économique ne sont pas appliqués pour déterminer :

- la quantité économique à commander ,
- la périodicité économique de commande .

* En ce qui concerne le système de réapprovisionnement appliqué à l'"E.R.M.A" , c'est généralement le système périodique (annuel)

néanmoins ; le réapprovisionnement au coup par coup en fonctions des besoins est le système appliqué pour les métaux ferreux et non ferreux et pour d'autres articles .

1.3.3/ Evaluation des moyens et de l'organisation
de la fonction approvisionnement :

a/ Les moyens matériels :

Descriptif	faible	moyen	fort
- Implantation et surface des magasins		*	
- Moyens et installation de stockage		*	
- Moyens de protection (vol)			*
- Moyens de sécurité (incendie)		*	
- Moyens de réceptions (voies , quais de répétition)		*	
- Moyens de manutention	*		
- Voies et moyens de circulation des matières (vers la production)	*		

b/ L'organisation de la fonction approvisionnement :

* Le département approvisionnement est lié directement à la direction générale . Il est constitué de trois (03) services :

- service gestion des stocks .
- service fichier central .
- service réception , expertise , expédition .

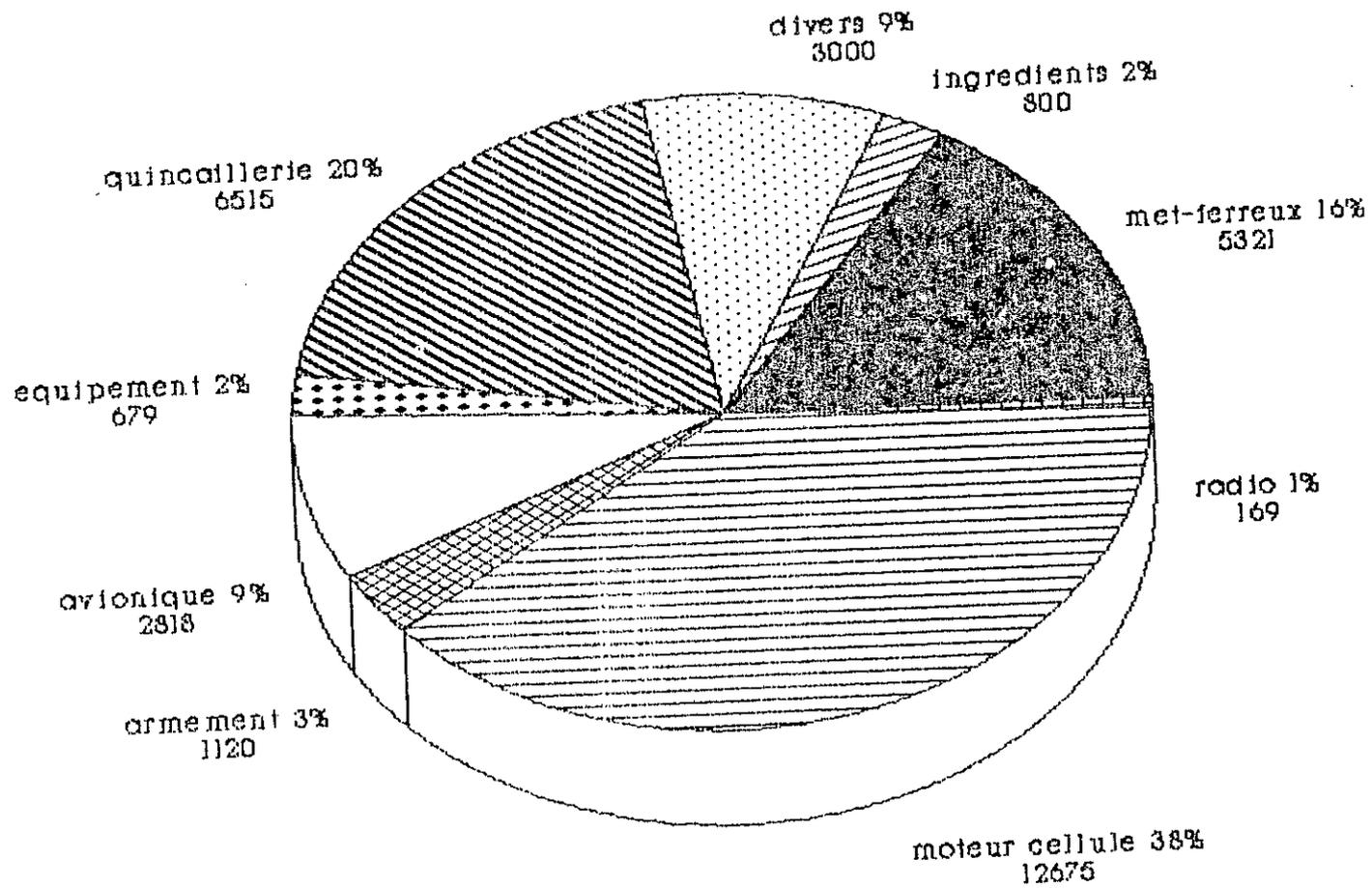
* Le magasin approvisionnement est subdivisé en (09) magasins dont la situation actuelle est la suivante :

Critères	Nombre d'articles	% de stock zéro (approximativement)	% d'articles en surstocks ou stock mort (approximatifs)	Nature de la demande
Magasins				
Moteur cellule	12 675	30 %	10 à 15 %	aléatoire
Quincaillerie	6 515	40 %	20 %	aléatoire
Métaux ferreux et non ferreux	5 321	15 à 20 %	40 %	imprévi. incertaine
Divers	3 000	10 à 15 %	15 %	aléatoire
Avionique	2 818	25 à 30 %	10 %	aléatoire
Armement	1 120	40 %	10 %	aléatoire
Ingrédients	800	10 %	5 %	plus/moins stable
Equipement électrique	679	30 %	5 %	aléatoire
Radio	169	25 %	10 %	aléatoire

* Le nombre total d'articles est de : 33 097 articles .

* Le département approvisionnement possède aussi des magasins avancés au niveau des différents ateliers , qui dépendent totalement de celui-ci .

répartition des pièces par magasin



* Le magasin avancé devrait normalement contenir en stock la quantité nécessaire pour trois (03) appareils , mais vu le manque de pièces , ceci n'est pas le cas .

* L'accès des ouvriers aux magasins avancés se fait en présentant un chéquier qui précise la pièce désiré et sa destination .

* La destination des différentes catégories d'articles est :

1- Pour les travaux de chaîne : hall de montage et les divers ateliers (accessoires , radio , équipements , armement) où les consommations se font suivant le cahier de charge .

2- Pour les travaux hors-chaîne il existe différents ateliers ; là, les consommations sont aléatoires suivant les demandes de réparation provenant des bases militaires .

3- Pour les travaux de sous-traitance : généralement ceci concerne les matières premières dont les consommations sont imprévisibles , les demandes des clients (Air-Algérie , Sonatrach , Ministère de l'enseignement , clients privés) varient considérablement .

* La réforme de certains appareils qui ne sont plus utilisables, a fait augmenter considérablement le niveau des stocks de certains articles .

* En outre , l'"E.R.M.A" s'approvisionne aussi en systèmes ou sous-systèmes de rechange ou agrégats (appelés aussi pièces de première catégorie) achetés avec des lots de réparation contenant

des pièces de rechange du système . Le contenu de ces lots est fixé et imposé par le fournisseur . Ces lots de réparation ne sont pas décortiqués et dispatchés , mais ils sont laissés tels quels jusqu'à ce qu'un besoin de quelques pièces du lot soit exprimé .

1.3.4/ Audit des méthodes d'achat et de gestion des stocks :

a/ Gestion des achats :

* Inexistence d'un répertoire (fichier) à jour des principaux fournisseurs , ainsi que des catalogues et tarifs (récents) de ces derniers .

* Les demandes d'achats sont vérifiées avant d'envoyer les commandes . La vérification est effectuée sur :

- le niveau des stocks .
- les spécifications et prix .

mais nous soulignons l'inexistence d'un programme d'approvisionnement.

* Les bons de commandes envoyés aux fournisseurs précisent :

- les spécifications techniques ,
- les quantités par unité de mesure ,
- les prix et la devise de facturation ,
- les délais de livraison ,
- l'emballage ,
- les moyens de transport ,
- les délais de paiement ,
- les modes de règlement .

* Les confirmations de commandes sont exigées par les fournisseurs.

* Les doubles (copies) des bons de commande et confirmation des

fournisseurs sont transmis :

- au service demandeur ,
- aux magasins / réceptions ,
- à la comptabilité / finance .

* Il n'y a pas de suivi et de relance systématique auprès des fournisseurs .

* Les marchandises reçues sont contrôlées systématiquement sur le plan :

- des quantités ,
- de la qualité .

L' "E.R.M.A" dispose d'un laboratoire de contrôle de qualité .

* Le contrôle est effectué avec le bon de commande pour vérification .

b/ Gestion des stocks :

* Pour le suivi de toutes les catégories de stocks , il existe :

- un fichier manuel central ,
- un fichier manuel au niveau de chaque magasin .

* Tous les mouvements de stocks entrées , sorties sont transcrits immédiatement sur les fichiers articles .

* Les informations concernant les mouvements précisent :

- la date du mouvement ,
- les quantités par référence ,
- les rendus éventuels ,

mais n'indiquent pas l'origine ni le service destinataire .

* Indépendamment des fichiers de stocks , la comptabilité ne tient

pas un inventaire permanent .

* On ne procède pas à des contrôles physiques des stocks (ni d'inventaires tournants , ni d'inventaires annuels) .

* L'origine et les causes d'écarts constatés ne sont pas recherchés, car les responsabilités ne sont pas prédéterminées .

* Les délais de rotation des différentes catégories de stocks ne sont pas surveillés .

* L'accès aux stocks est strictement limité aux seules personnes autorisées ou du service .

* Le contrôle des stocks est réalisé par les mêmes personnes qui assurent la gestion .

c/ Gestion budgétaire et prévisionnelle :

* Il n'existe pas de planification ni de budgétisation des approvisionnements .

* Les budgets d'approvisionnement sont établis en tenant compte des programmes de production et des cadences de livraison , des nomenclatures matières et de l'état des stocks existants .

* Le service approvisionnement précise aux services financiers toutes les données (date de réception , délai de paiement des fournisseurs) pour l'établissement du budget de trésorerie .

* On ne procède pas à des analyses budgétaires mensuelles sur les approvisionnements (écarts prévisions / réalisations) .

1.3.5/ Analyse de l'environnement de la fonction

approvisionnement :

a/ Niveau du marché des matières et fournitures :

* Les problèmes et les contraintes concernant les approvisionnements de l'"E.R.M.A" sont particulièrement des contraintes de qualité (aspect aéronautique) et ensuite des contraintes de disponibilité (non diversité des fournisseurs) .

* Avec ses fournisseurs , l'"E.R.M.A" a un rapport de force défavorable dû au quasi-monopole économique .

* La prise en compte des aspects politiques est déterminant pour le choix du fournisseur (URSS) .

b/ Niveau technologique et procédés :

* La substitution de produits ou matériaux utilisés dans la production est un problème ignoré au sein de l'entreprise , faute d'expérience technique .

* Aucune stratégie de renouvellement des produits et matière n'est menée par le producteur ou fournisseur .

c/ Cadre général et réglementaire :

* La réglementation technique (pollution , nuisance) ne pose aucune contrainte d'approvisionnement .

* Les besoins d'approvisionnement de l'"E.R.M.A" ne sont limités par aucune réglementation (technique ou autre , douanière par exemple) .

I.3.6/ Conclusions du diagnostic sur les approvisionnements :

a/ Tableau de synthèse des points forts et points faibles :

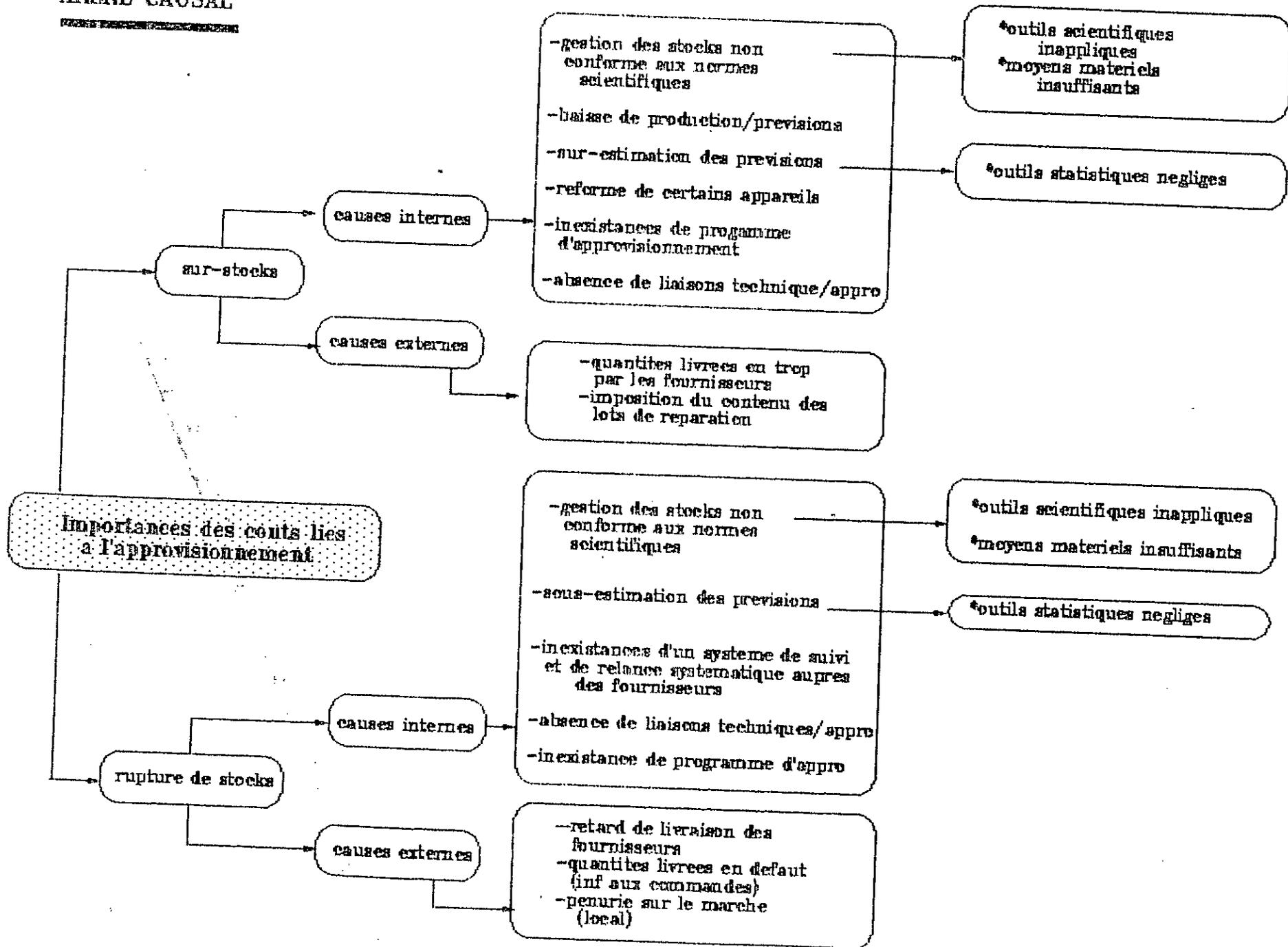
Points clés	Faible	Moyen	Fort
<u>Moyens matériels :</u>			
- Bureaux approvisionnements	*		
- Matériels de bureaux .	*		
- systèmes informatiques	*		
- Locaux de stockage :			
- implantation et surface		*	
- sécurité et contrôle .		*	
- Engins de manutention .	*		
- Systèmes de gardiennage et de protection (vol) .			*
<u>Méthodes de gestion :</u>			
- Liaisons services techniques/approvisionnement	*		
- Planification budgétaire/approvisionnement	*		
- Passation des commandes		*	
- Gestion contrôle des stocks	*		

b/ Les relations de causes à effets :

L'évolution favorable ou défavorable des indicateurs des résultats de la fonction approvisionnements doit être au terme de diagnostic . Cette explication devant permettre ensuite de formuler des recommandations et des propositions d'amélioration .

La présentation des relations de causes à effets (analyse dichotomique) pourra se faire sous la forme d'un tableau d'arborescence .[2]

ARBRE CAUSAL



PRESENTATION DU PROBLEME

Le secteur aéronautique, et surtout militaire, est un secteur stratégique vu l'ampleur des capitaux investis dans ce domaine . C'est pour cette raison, qu'aucune immobilisation d'avion n'est permise .

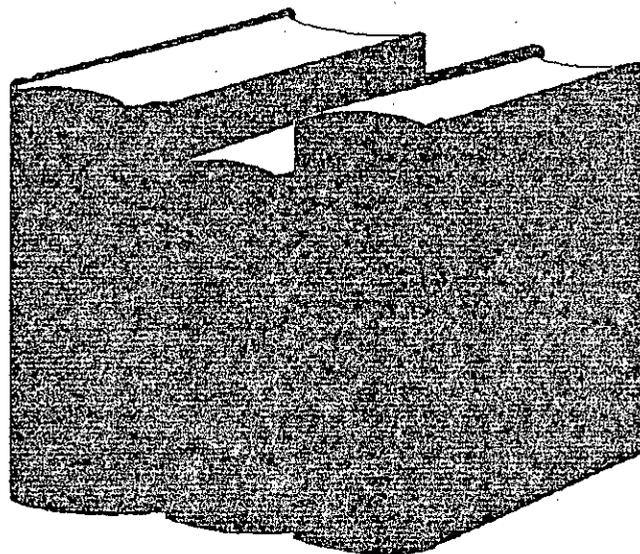
Or, à L'ERMA, cette situation est très fréquente, la principale raison est celle des ruptures de stocks au niveau du département approvisionnement, puisque les moyens financiers ne permettent pas des stocks de sécurité assez importants .

Cependant le capital disponible pourrait être utilisé de façon rationnelle pour minimiser ces ruptures . Ce qui n'est pas le cas à L'ERMA où les responsables gèrent leurs stocks intuitivement sans l'utilisation d'aucun outil scientifique pour la gestion .

Devant une telle situation, l'outil scientifique s'avère indispensable pour la gestion des stocks à l'ERMA .

L'objet du présent travail est de proposer un "modèle" d'aide à la décision pour la gestion des stocks , basé sur l'étude préventive" .

Pour arriver à cette fin, plusieurs modèles de gestion des stocks et de prévision sont développés dans le chapitre suivant, et ceci à cause de la diversité des articles et de leurs caractéristiques (prix, consommation, coût de gestion ,etc...)



*REVUE DE LA
LITTÉRATURE*

CHAPITRE II

REVUE DE LA LITTÉRATURE

II.1 - Introduction :

La gestion des stocks est l'une des principales fonctions de l'approvisionnement . Elle recouvre l'ensemble des opérations d'achat et de contrôle administratif , matériel et comptable des mouvements et situations des stocks .

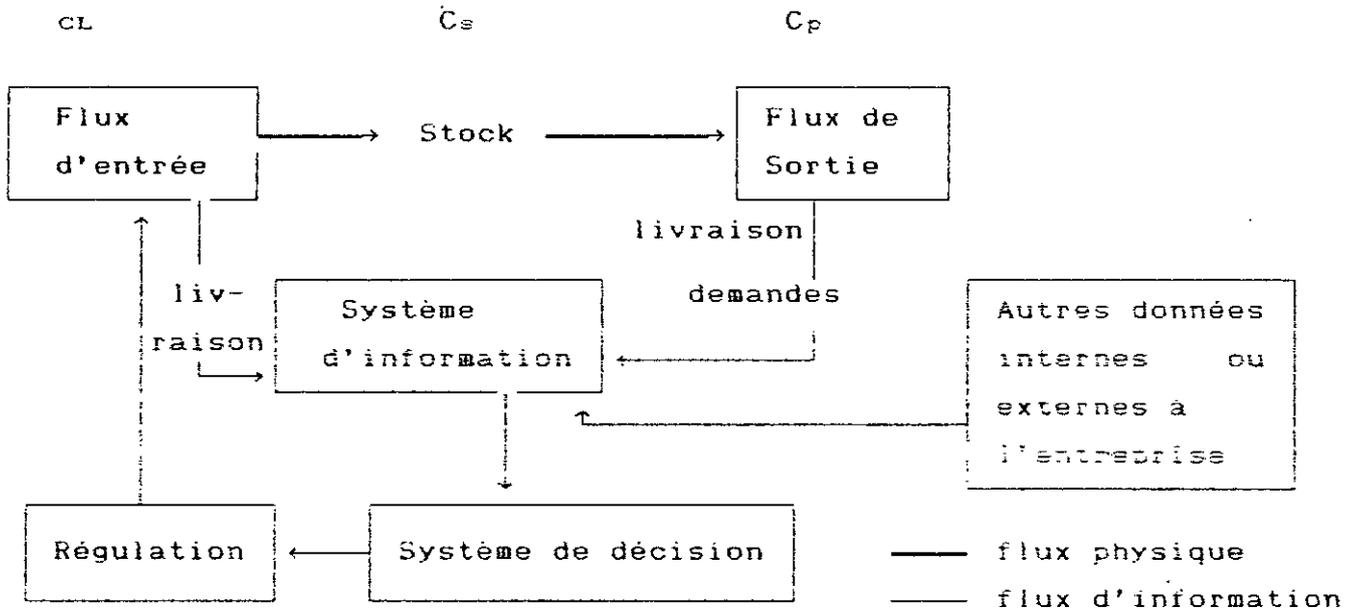
La rentabilisation d'une politique de gestion conduit à rechercher , en fonction des besoins et de l'allure des consommations , un point d'équilibre optimum entre une fréquence d'achat à ralentir ou intensifier , et des immobilisations physiques et financières de stocks dont le maintien à des niveaux de sécurité doit protéger contre le risque de rupture . [1]

Une gestion scientifique des stocks peut être source d'économies quand elle est organisée de manière rationnelle mais également à l'origine de lourdes pertes quand elle se trouve négligée .

Les progrès des approches scientifiques telles que la recherche opérationnelle et les statistiques , permettent d'approfondir et d'établir des techniques et méthodes modernes de gestion des stocks , de plus en plus précises et s'adaptant de mieux en mieux aux différents aspects que revêtent les situations réelles

11.2 - Analyse du système stock :

L'analyse d'un stock quelconque peut s'effectuer à l'aide du système suivant : [5]



- Le stock :

Il est caractérisé par son seul niveau à chaque instant.

- Système d'information :

Le système d'information permet de saisir de façon plus ou moins suivie, les flux d'entrée, de sortie, ou le niveau de stock. Ce dernier peut être connu de trois manières différentes :

- à tout instant par la technique de l'inventaire permanent
- par intermittance régulière (inventaire périodique),
- Lorsque certains événements se réalisent [5].

-Système de décision :

Il Permet ,à partir des informations transmises sur l'état du système " stock " et sur la base d'autres informations (prévision de la demande en particulier) , de prendre des décisions cohérentes avec des objectifs généraux de l'entreprise .[5]

- Les flux d'entrée (Livraison) :

Leur origine peut être interne à l'entreprise (fabrication) ou externe (achat) .

Lorsque l'approvisionnement est interne , la livraison peut s'étaler sur la durée de la fabrication et le problème de stock n'est pas indépendant de celui de l'organisation de la production .

Tandis que , lorsque l'approvisionnement est externe , un paramètre important de l'approvisionnement est le délai de livraison. C'est à dire le temps qui s'écoule entre le moment où la personne responsable des stocks passe une commande , et celui où la marchandise est à sa disposition .

Ce délai peut être considéré , soit comme certain avec une faible marge d'erreur relative , soit comme aléatoire .

- Les flux de sortie (Demande)

L'analyse de la demande est l'une des étapes les plus délicates de l'analyse d'un système de stocks . La demande s'exprimant pendant une période donnée peut être considérée soit certaine , soit comme aléatoire . Dans ce dernier cas , une distribution de probabilité de cette demande est obtenue , soit à partir d'informations sur le passé , soit à partir de probabilités à priori \bar{A} il n'est pas possible de connaître cette distribution de

probabilité , on parlera alors de demandes en univers incertain .

11.3 - La modélisation en gestion de stocks :

En se plaçant sur le terrain d'une gestion rationnelle , il est nécessaire de définir un critère de gestion qui permette de suivre quantitativement la réalisation des objectifs de l'entreprise . De nombreux critères peuvent être utilisés en gestion , et ne sont pas toujours compatibles les uns avec les autres . L'un de ces critères est la minimisation d'une fonction de coût . [5]

11.3.1- Présentation de la fonction coût (C) :

La fonction de coût moyen retenue est la somme de trois coûts partiels :

$$C = C_P * I_P + C_S * I_S + C_L * I_L$$

I_P : rupture moyenne , c'est à dire le nombre moyen d'unités non fournies au cours d'une période .

C_P : coût de rupture moyen associé à I_P .

I_S : le stock moyen possédé au cours d'une période .

C_S : coût de stockage moyen associé à I_S .

I_L : Le nombre moyen de commandes passées au cours de la période de référence .

C_L : coût de lancement associé à I_L .

11.3.2- Détermination des coûts de gestion :

L'optimisation économique nécessite la connaissance précise des différents coûts des articles . La détermination de ces derniers nécessite l'existence dans l'entreprise d'un service de comptabilité analytique disposant d'informations régulières et fiables .

1- Détermination du coût de lancement (CL) :

Une politique de gestion est caractérisée par la fréquence (régulière ou variable) de passation des commandes. Au nombre moyen IL est associé un coût de passation de ces commandes CL qui intègre :

- Le coût de la constitution de bordereau de commande par le magasinier .
- Le coût de gestion de cette commande (envoi de la commande au fournisseur, réception de la facture, contrôle de conformité, transmission au service comptable pour liquidation) .
- Le coût de réception de la marchandise .

Ce coût est considéré comme indépendant de l'importance de la commande .

2- Détermination du coût de stockage (Cs) :

La connaissance de ce coût nécessite la connaissance :

- d'un certain nombre de charges fixes qui varient par palier (loyer d'entrepôts, impôts locaux, chauffage) ;
- Les dépenses de magasinier , de gardiennage ;
- Des charges variables et dépendant en grande partie de la valeur des stocks (assurances , vol, casse) ou de leur volume .

3- Détermination du coût de pénurie (Cp) : (**)

La détermination de ce coût est difficile, car il dépend de plusieurs paramètres . En pratique ce coût est calculé en utilisant le taux de pénurie ρ .

$$\rho = \frac{C_p}{C_p + C_s} \Rightarrow C_p = \frac{\rho}{1 - \rho} C_s$$

Si le taux de pénurie est pris égal à 5%, d'où un taux de service de 95% le coût de pénurie sera :

$$C_p \simeq 0,052 C_s$$

11.4 - Modèles de gestion des stocks :

11.4.1 - Modèles déterministes à demande constante :

A - Modèle de Wilson : [5]

c'est l'un des premiers modèles développés pour la gestion des stocks mais qui reste toujours très utilisé , pour sa simplicité et la stabilité de la solution .

Les variables du modèle :

Q : demande totale pour une période de gestion θ .

Cs : coût de stockage par unité stockée et par unité du temps

CL : coût de lancement d'une commande de réapprovisionnement

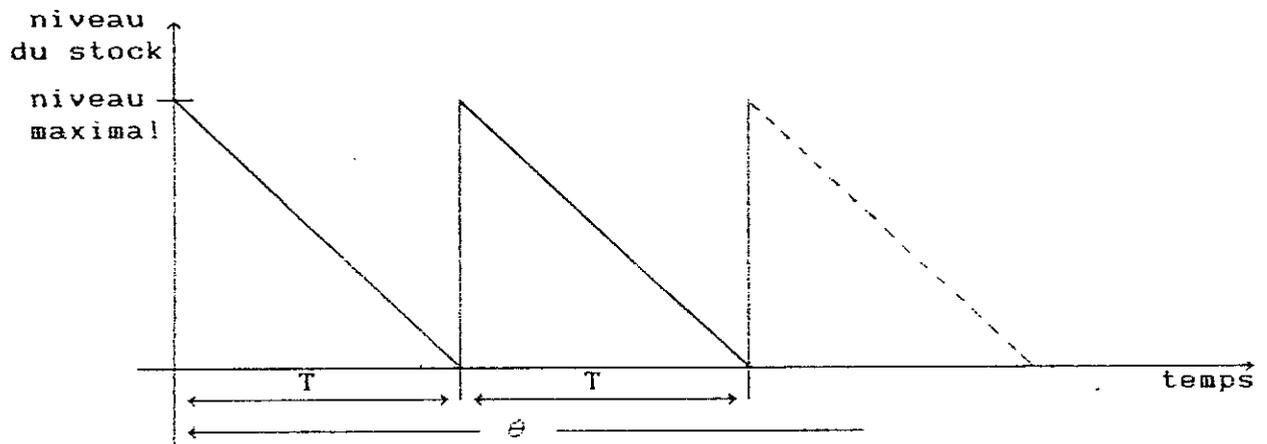
Hypothèses du modèle :

- La demande totale Q pour une période de gestion θ est connue
- La demande par unité de temps est constante .
- Les couts Cs et CL restent constants pendant θ .
- Il n'y a pas de coût de rupture de stocks .
- Les commandes sont toujours satisfaites .
- Le processus se poursuit , indéfiniment , de façon cyclique période après période .

L'objet du travail est de déterminer :

- Le lot économique q_0 (quantité économique de base à commander pour chaque période élémentaire T).
 - la période économique T_0 .
- $C(q_0)$: coût global minimal de gestion pendant la durée θ .

* Cas d'un seul produit dans le stock : [6]



coût total de gestion pendant θ = coût global de stockage pendant θ + coût global de lancement pendant θ

$$C(q) = 1/2 \theta C_s q + Q/q C_L$$

La quantité optimale qui minimise ce coût est telle que :

$$\frac{dC(q)}{dq} = 0$$

$$\frac{d^2C(q)}{dq^2} > 0$$

$$\text{soit } q_{\min} = q_0 = \sqrt{\frac{2 Q C_L}{Q \cdot C_s}}$$

La période économique T_0 est :

$$T_0 = q_0 \frac{\theta}{Q} = \sqrt{\frac{2 Q C_L}{Q \cdot C_s}}$$

Le coût global minimal de gestion durant θ est :

$$C_{\min} = C(q_0) = 1/2 \theta C_s q_0 + \frac{Q C_L}{q_0} = \sqrt{2 Q \theta C_L C_s}$$

**** cas de plusieurs produits dans le stock [7]**

Soit q_j la quantité à commander du produit j pour la période élémentaire T_j .

L'objectif du travail est de déterminer les quantités économiques de base q_{0j} et les périodes économiques T_{0j} .

Ces quantités q_{0j} sont solutions du problème de programmation non-linéaire suivant :

$$\text{minimiser } C(q_j) = \sum_j C_L \frac{Q_j}{q_j} + 1/2 q_j \theta C_s \quad (1)$$

sous contraintes

$$\sum_j S_j q_j \leq S_0, \quad q_j > 0 \quad (2)$$

$$\sum_j a_j q_j \leq A_0, \quad q_j > 0 \quad (3)$$

$$\sum_j \frac{Q_j}{q_j} \leq L, \quad q_j > 0 \quad (4)$$

$$q_j > 0 \quad (5)$$

- (1) minimisation de la fonction objectif (Fonction coût).
- (2) contrainte liée à l'espace de stockage .
 S_j : capacité de stockage de l'article j
 S_0 : capacité totale de stockage .
- (3) Contrainte liée au budget t .
 a_j : coût d'acquisition de l'article j ;
 A_0 : budget disponible .
- (4) Contrainte liée au nombre d'approvisionnements.
 L : nombre d'approvisionnements .

La résolution du problème précédent est donnée par la minimisation de la fonction Lagrangienne .

Cas particuliers :

On considère le problème précédent avec une seule contrainte - avec contrainte liée au budget :

Le problème devient

$$\begin{array}{l} \text{Min } C(q_j) \\ \text{s.c } \quad \sum a_j q_j \leq A_0 \\ \quad \quad q_j \geq 0 \end{array}$$

La fonction de Lagrange associée à ce problème est la suivante :

$$L(q_j, \lambda) = C(q_j) + \lambda (\sum a_j q_j - A_0)$$

le minimum de cette fonction est atteint pour

$$\frac{\partial L}{\partial q_j} = - C_L \frac{q_j}{q_j^2} + \frac{1}{2} \theta C_s + \lambda a_j = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum a_j q_j - A_0 = 0 \quad (2)$$

La quantité économique q_{oj} est solution du système précédent

$$q_{oj} = \sqrt{\frac{2 CL Q_j}{\theta C_s + 2 \lambda a_j}}$$

$$\sum_j a_j q_{oj} - A_o = 0$$

La période économique T_{oj} est :

$$T_{oj} = q_{oj} \frac{\theta}{Q_j}$$

avec la contrainte liée à l'espace de stockage

Le problème devient :

$$\begin{aligned} & \text{Min } C(q_j) \\ \text{Sc } & \sum_j S_j q_j \leq S_o, \quad S_j > 0 \\ & j > 0 \\ & q_j \geq 0 \end{aligned}$$

La quantité économique q_{oj} est :

$$q_{oj} = \sqrt{\frac{2 CL Q_j}{\theta C_s + 2 \lambda S_j}}$$

$$\sum_j S_j q_{oj} - S_o = 0$$

La période économique T_{oj} est :

$$T_{oj} = q_{oj} \frac{\theta}{Q_j}$$

avec la contrainte liée au nombre d'approvisionnements:

le problème devient :

$$\begin{aligned} & \text{Min } C(q_j) \\ \text{S.C : } & \sum_j \frac{Q_j}{q_j} \leq L, \quad j > 0 \\ & q_j \geq 0. \end{aligned}$$

La quantité économique q_{0j} est :

$$q_{0j} = \sqrt{\frac{2 (CL + \lambda) Q_j}{\theta C_s}}$$

$$\sum_j \frac{Q_j}{q_{0j}} - L = 0$$

La période économique T_{0j} est :

$$T_{0j} = q_{0j} \frac{\theta}{Q_j}$$

B/ Modèle amélioré de WILSON (avec pénurie) :

En réalité , la demande n'est jamais constante , et ce sont les ruptures des stocks qui inquiètent le gestionnaire .

Les variables utilisées dans ce modèle sont les mêmes que celles du modèle de base , on utilise de plus :

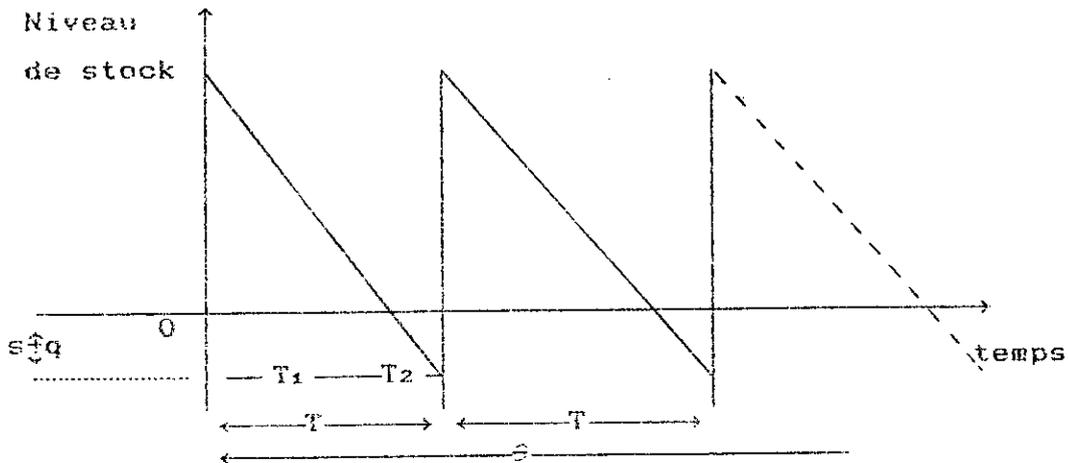
C_p : Coût de pénurie par unité non livrée et par unité de temps .

Dans ce modèle , on tient compte des coûts de ruptures .

L'objet du modèle est de déterminer :

- le lot économique q_0
- le stock en début de période S_0 .

- la période économique T_0 .
- $C(q_0)$ coût global minimal de gestion pendant la période de gestion θ .



coût global = coût global + coût global + coût global
 de gestion de lancement de stockage de pénurie

$$C(q) = \frac{q C_L}{q} + \frac{s^2 \theta C_s}{2 q} + \frac{(q - s)^2 \theta}{2 q} C_p$$

En tenant compte des relations qui existent entre q et S :

$$\frac{s}{q} = \frac{T_1}{T} = \rho$$

$$\rho = \frac{C_p}{C_p + C_s} : \text{taux de pénurie ou de défaillance} \quad (0 \leq \rho \leq 1)$$

La quantité optimale q_0 qui minimise $C(q)$ est :

$$q_0 = \sqrt{\frac{2 Q C_L}{\theta C_s}} \frac{1}{\sqrt{\rho}} = \frac{q_0}{\sqrt{\rho}}$$

Le stock optimal en début de période S_0 est :

$$S_0 = \rho q_0 = \sqrt{\frac{2 Q C_L \rho}{\theta C_s}}$$

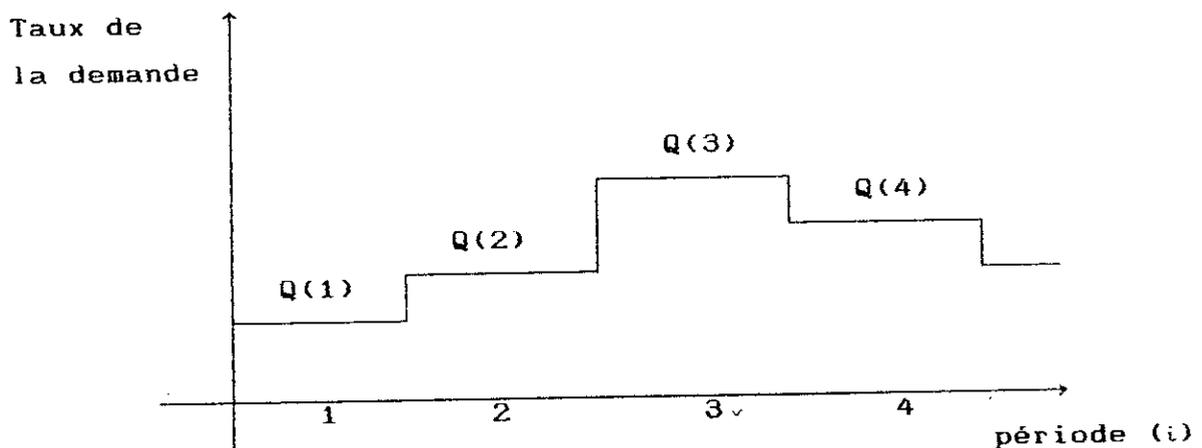
La période économique T_0 est :

$$T_0 = \sqrt{\frac{2 C_L}{Q C_s}} \frac{1}{\sqrt{\rho}} = \frac{T_0}{\sqrt{\rho}}$$

Le coût global minimal de gestion durant θ est :

$$C(q_0) = \sqrt{2 Q \theta C_s C_L} \cdot \sqrt{\rho} = C(q_0) \sqrt{\rho}$$

11.4.2/ Modèles déterministes à demande non constante : [11]



La période de gestion θ est divisée en N périodes élémentaires .

Le taux de demande $Q(j)$ (avec $j = 1, 2, \dots, N$) reste constant pour la période j . Deux approches de résolution sont utilisées pour ce modèle .

A/ Quantité fixe de WILSON :

La quantité économique est donnée par :

$$q_{\min} = q_0 = \sqrt{\frac{2 \bar{Q} C_L}{\theta C_s}}$$

avec :

$$\bar{Q} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Q(j) \quad \text{demande moyenne sur tout l'horizon de gestion .}$$

B/ Heuristique de SILVER - MEAL :

Soient :

$C(t)$: coût total de gestion jusqu'à la période t .

$C_u(t)$: coût total de gestion par unité de temps jusqu'à la période t .

$C(t)$: coût de stockage + coût de lancement
jusqu'à la période t d'une commande

$$C(t) = \sum_{j=1}^t (j - 1) Q(j) C_s + C_L$$

$$C_u(t) = \frac{C(t)}{t} = \frac{C_L + \sum_{j=1}^t (j - 1) Q(j) C_s}{t}$$

L'heuristique nous permet de choisir la période t qui

minimise $Cu(t)$, ce qui nous permet de trouver la quantité à approvisionner

$$Q = \sum_{j=1}^L Q(j)$$

Algorithme :

Début

$$Cu(1) = C_L, t = 1,$$

Répéter

$$Cu = \frac{C_L + \sum_{j=1}^t (j-1) Q(j) C_s}{t}$$

Si $Cu \leq Cu(1)$ alors :

début $t := t + 1$; $Cu(1) := Cu$

fin jusqu'à ce que $Cu > Cu(1)$

$$t^* := t, Cu^* := Cu(1)$$

Fin

En pratique, le choix entre les deux méthodes est lié au coefficient de variabilité α .

$$\alpha = \frac{\text{variance de la demande par période}}{\text{carré de la demande moyenne}}$$

$$\alpha = \frac{N \sum_{j=1}^N [Q(j)]^2}{\left[\sum_{j=1}^N Q(j) \right]^2} - 1$$

Si $\alpha < 0.2$, on utilise la quantité fixe de WILSON .

Si $\alpha \geq 0.2$, on utilise l'heuristique de SILVER MEAL .

11.4.3- Modèle des commandes groupées : [5]

Ce type de modèle permet de passer des commandes groupées à un même fournisseur. Il s'agit de définir la périodicité optimale de commande portant simultanément sur plusieurs articles, la différence majeure avec les autres modèles est qu'au lieu d'avoir un approvisionnement progressif, on a une livraison périodique de la totalité de la quantité de commande .

La période optimale moyenne annuelle est donnée par :

$$T^* = \sqrt{\frac{2 CL}{Cs \sum_j Q_j}} \quad \text{si on ne tient pas compte des pénuries}$$

et

$$T^* = \sqrt{\frac{2 CL}{Cs \sum_j Q_j}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho}} \quad \text{avec } \rho = \frac{C_p}{C_p + C_s}$$

si on tient compte des pénuries

Les quantités optimales à commander sont :

$$q_j^* = Q_j * T^*$$

et le nombre moyen annuel de commandes est donc :

$$l_c^* = 1 / T^*$$

11.4.4 Méthodes fondamentales de réapprovisionnement :[9]

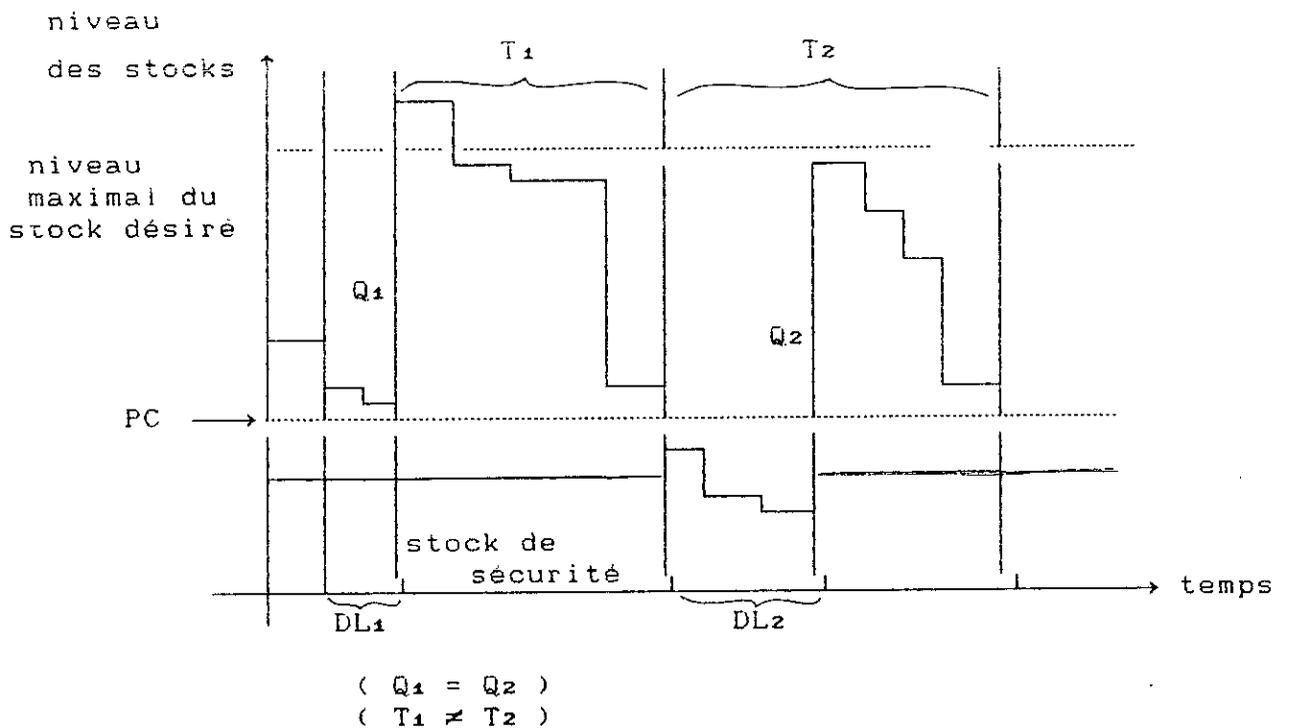
L'étude d'un système de stockage a pour but de fixer la règle de réapprovisionnement et cette règle est simplement constituée par les réponses aux deux questions suivantes :

- Quand doit-on réapprovisionner ?
- Quelle quantité réapprovisionner ?

Pour aborder le problème , il est bon d'examiner quelques modèles de réapprovisionnement , que l'on peut qualifier de méthodes " pas à pas "

A - Réapprovisionnement à quantité fixe ou modèle de type Q

Dans ce système , on passe des commandes d'une quantité fixe (Q) à périodes variables



Les stocks baissent jusqu'à un niveau critique (PC) , à partir duquel il faut émettre une commande .

On établit le point de commande (PC) en additionnant les prévisions quant aux quantités qui seront utilisées durant le délai de livraison au stock de sécurité

$$PC = \text{quantité prévue pendant (DL)} + S.S$$

lorsque le stock est reconstitué , on place en stock la commande fixe .

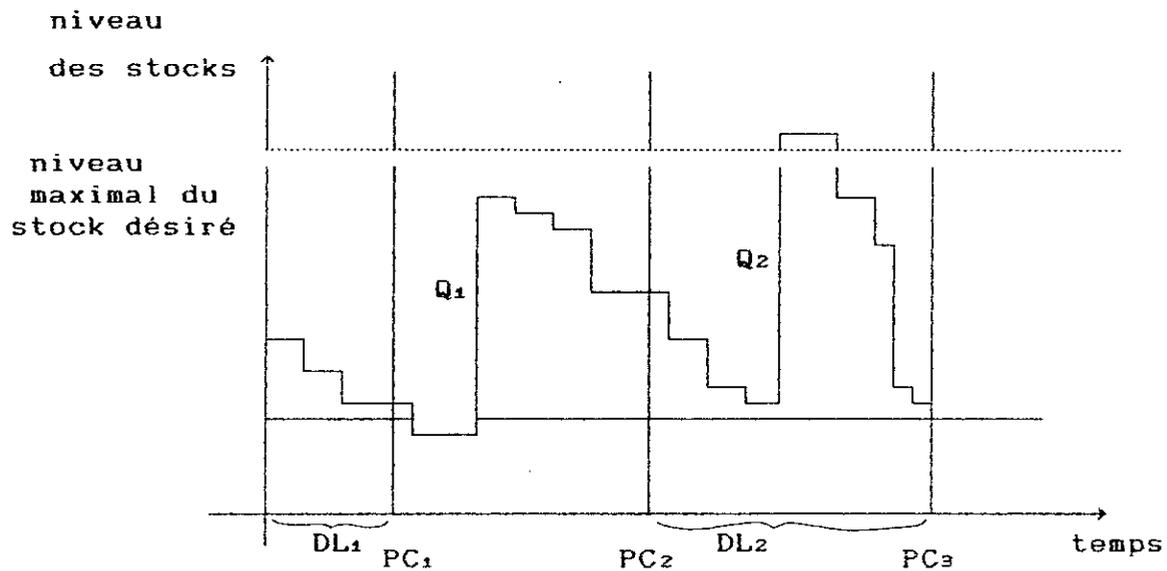
pour déterminer la quantité idéale à commander on peut utiliser les modèles précédents (Wilson par exemple).

Le fonctionnement des systèmes de type Q implique un contrôle permanent des matières , ce qui est aujourd'hui aisément réalisable grâce à l'outil informatique .

Ces systèmes minimisent les risques de ruptures et s'adaptent aux articles à variation de consommation assez importante .

 Réapprovisionnement à période fixe
ou modèle de type P :

Dans ce système , on révise la situation des stocks périodiquement , puis on passe des commandes dont les quantités permettront de ramener les stocks au niveau établi précédemment comme satisfaisant .



$$(T_1 = T_2)$$

$$(Q_1 = Q_2)$$

On constate que les commandes sont émises à intervalles réguliers de sorte que $T_1 = T_2 = \dots = T_i$.

La quantité commandée à chaque période dépend de la situation des stocks au moment de la vérification du niveau maximal de stock désiré incluant un stock de sécurité et la demande prévue durant le délai de livraison.

La période d'approvisionnement est soit déterminée analytiquement soit fixée une fois pour toutes par les responsables du service d'approvisionnement.

Une fois les intervalles entre les commandes établis il est inutile de contrôler les niveaux avant d'avoir atteint les points de commandes.

Parmi les avantages du modèle P, l'organisation d'un planning d'approvisionnement et la réduction du travail administratif. Ses inconvénients se traduisent par une immobilisation plus importante des stocks et des risques de rupture de stock plus

grands que dans le système "Q" .

Ce type de gestion s'adapte aux articles à consommation stable , ou à prévisions faciles et fiables .

II.4.5/ Modèle basé sur le stock de sécurité :

A/ Définition du stock de sécurité :

Il est défini comme étant la quantité excédentaire de stock qui doit couvrir les aléas pendant la période de risque .

Ces aléas sont principalement :

- L'accélération imprévue des sorties .
- Le retard de livraison du fournisseur .

B/ Etablissement des stocks de sécurité : [9]

On envisage deux cas :

ier cas : Lorsque les ruptures de stock n'entraînent pas de difficultés majeures , on utilise deux méthodes :

a/ Méthode du pourcentage de D :

D : estimation de la demande durant le délai de livraison .

Le stock de sécurité est établi en fonction de D Comme suit :

$$SS(t) = j (D(t))$$

où : SS(t) : stock de sécurité pour la période t .

j : un facteur variant entre 0 et 3.0 (dépend de la classe dans laquelle se trouve l'article) .

b/ Méthode de la racine carré de D :

$$SS(t) = \sqrt{D(t)}$$

On détermine ainsi les stocks de sécurité relativement forts lorsque D(t) est faible et des stocks de sécurité relativement

faibles lorsque $D(t)$ est élevée .

2ème cas : Lorsque les ruptures de stock entraînent des difficultés majeures , on utilise deux méthodes basées sur les prévisions .

a/ Méthode du M.A.D (Mean of Absolute Deviation) :

La quantité des stocks de sécurité $SS(t)$ est une constante proportionnelle à la déviation "M.A.D" .

$$M.A.D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N | X_r(i) - X_p(i) |$$

$X_r(i)$: demande réelle en période i .

$X_p(i)$: prévision de la demande pour la période i ,

N : nombre de données utilisées .

Le stock de sécurité est obtenu comme suit :

$$SS = K * M.A.D .$$

K est un facteur de sécurité lié au taux de pénurie : $\rho = \frac{C_p}{C_p + C_s}$

par la relation :

$$P [\text{Demande} < K] = \rho$$

L'inconvénient de la méthode du M.A.D est que le stock de sécurité ne varie pas comme la demande ; si la demande future croît ou décroît , le stock de sécurité ne réagit pas à cette variation .

b/ Méthode du T.I.C.F (Time increment contingency factor)

Le stock de sécurité calculé par cette méthode est variable

et il est proportionnel à la précision établie .

$$T.I.C.F = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| 1 - \frac{X_r(t)}{X_p(t)} \right|$$

Le stock de sécurité sera donc :

$$SS(t) = K * T.I.C.F * X(t)$$

La quantité optimale à approvisionner est :

$$q(t) = SS(t) - SS(t-1) + X(t) .$$

II.5/ Les méthodes de prévisions pour la gestion :

II.5.1/ Présentation de la problématique prévisionnelle dans les chroniques :

A/ Typologie des chroniques : [5]

On peut décomposer les chroniques les plus complexes en trois composantes :

- une composante tendancielle , appelée encore Trend , notée f_t .
- une composante cyclique ou saisonnière , notée C_t .
- une composante aléatoire ou perturbation aléatoire , ou encore terme résiduel , notée ε_t .

Les différentes composantes d'une chronique , f_t Trend , C_t la composante cyclique , et ε_t la perturbation aléatoire , peuvent se combiner soit de façon additive , soit de façon multiplicative . Toutes les combinaisons sont à priori possibles, mais en réalité trois d'entre elles seules sont utilisées en pratique .

$$x_t = f_t + c_t + \varepsilon_t \quad \text{modèle additif}$$

$$x_t = f_t \cdot c_t \cdot \varepsilon_t \quad \text{modèle multiplicatif}$$

$$x_t = (f_t \cdot c_t) + \varepsilon_t \quad \text{modèle mixte .}$$

B/ Techniques de prévision : [5]

La classification des techniques de prévision est , en grande partie arbitraire [et celle que l'on a considéré n'échappe pas à la règle] .

B1/ Typologie des techniques de prévision :

Le classement que l'on propose ici, sous la forme très succincte d'un schéma arborescent est le suivant :

sur historique récent : filtres linéaires

- moyennes mobiles
- lissage exponentiel
- filtre différence

sur historique complet : - moindres carrés

- BOX et Jenkins et ses prolongements .

B2/ Critères de choix d'une technique de prévision :

En termes économiques, ce choix doit s'imposer en cherchant à minimiser un coût , mais il faut tenir compte également du type de chronique et de la finalité du traitement qui jouent le rôle de contraintes dans cette recherche d'optimum .

Le coût du traitement qui dépend de deux facteurs : d'une part l'algorithme de calcul inhérent à la technique de prévision choisie et , de ce point de vue , certaines techniques impliquent l'usage d'ordinateurs puissants et , d'autre part la longueur de l'historique qu'il faut conserver . Ceci qui se traduit par un coût de stockage des données et de traitements plus ou moins important . Ces deux facteurs ne sont pas indépendants , les techniques qui utilisent le maximum d'informations sont en général celles qui utilisent les algorithmes les plus complexes . Il ne faut jamais perdre de vue qu'un arbitrage doit toujours être effectué entre le coût de constitution et de traitement d'une information , et les avantages que l'on en tire , et qu'il peut même être moins onéreux de ne pas traiter d'informations si l'activité peut être

facilement régulée par un stock dont le coût de possession est négligeable .

Le type de série chronologique : les techniques de prévision ne sont pas universelles, plusieurs paramètres sont à prendre en compte dans le choix d'une technique : longueur de l'historique possédé , existence d'une saisonnalité , importance relative des trois composantes d'une série .

- La finalité du traitement : certaines techniques de prévision ne sont appropriées que pour le court terme et fournissent des résultats catastrophiques si l'on tente de les utiliser pour le moyen ou long terme . [11]

11.5.2/ Les filtres linéaires :

Les filtres linéaires constituent des instruments commodes de décomposition d'une chronique en ses diverses composantes et de prévision (indépendantes) de ces composantes . Ces composants sont ensuite combinées pour obtenir une prévision "globale" par la chronique étudiée .

A/ La notion de filtre :

Définition : Le filtre linéaire est le mode de transformation d'une chronique x_t en une autre chronique y_t à partir d'une combinaison de termes consécutifs de la chronique initiale . La traduction mathématique de cette définition est la suivante :

$$y_t = \sum_{i=1}^s a_i \cdot x_{t-r+i} \quad (1)$$

* Les a_i sont les coefficients de pondération dont la somme est généralement égale à 1 , et parfois à 0 .

* Reste un décalage temporel caractéristique d'un filtre donné ; la première valeur calculable de y_t est telle que $t = r$, pour que $x_{t-r+1} = x_1$.

* S est le nombre de termes consécutifs de la chronique initiale nécessaires pour définir un terme de la nouvelle chronique .

B/ Les moyennes mobiles :

Cette classe de filtres est la plus ancienne et la plus connue . Ces filtres sont également les plus simples , puisqu'ils se caractérisent par l'égalité des coefficients de pondération dont la somme est en outre égale à 1 , ou encore par l'utilisation "en cascade" de filtres jouissant de ces propriétés . La formule (1) devient alors :

$$y_t = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s x_{t-r+i} \quad (2)$$

Avant d'entamer l'étude de ces filtres , indiquons tout de suite qu'ils ne s'appliquent qu'à des séries non saisonnières , c'est à dire la composante saisonnière n'existe pas , ou qu'elle a été préalablement éliminée à l'aide de filtres en moyenne mobile centrée . [10]

B1/ Moyenne mobile simple (pas d'évolution tendancielle)

Lorsqu'il n'y a pas d'évolution tendancielle , la moyenne mobile , définie à la date t est utilisée comme prévision pour la

date $t + 1$ ($x_{t+1} = y_t$) n'est autre que la moyenne arithmétique des s dernières observations disponibles à la date t (c-à-d x_t à x_{t-s+1}).

$$\hat{x}_{t+k} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s x_{t-i} \quad (3)$$

B2/ Moyenne mobile double

(cas d'une évolution tendancielle linéaire)

Pour pallier à l'inconvénient de l'impact de la composante aléatoire, il faut calculer la pente à partir de deux séries lissées, et pour ce faire, il faut calculer une moyenne mobile non centrée z_t sur la chronique y_t , et utilisant le même nombre de périodes S , on aura donc :

$$\begin{aligned} \hat{x}_{t+k} &= \hat{x}_t + k \hat{a}_t \\ \hat{a}_t &= \frac{2}{S-1} (y_t - z_t) \\ \hat{x}_{t+k} &= \hat{x}_t + k = g_t + (y_t - z_t) \frac{S + 2k - 1}{S - 1} \quad (4) \end{aligned}$$

C/ Les techniques de lissage exponentiel :

L'objectif poursuivi avec les techniques de lissage exponentiel est dans la pratique, exclusivement celui de la prévision même si elle permettent de procéder à une décomposition de la dernière observation x_t , en diverses composantes.

C1/ Lissage exponentiel simple :

(absence d'évolution tendancielle et de saisonnalité)

Pour une chronique de $(t + 1)$ termes, repérés par des indices variants de 0 à t , le filtre linéaire exponentiel définit la valeur y_t suivante :

$$y_t = \alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \alpha) x_{t-i} + (1 - \alpha) x_0 \quad (5)$$

La formule opérationnelle du lissage exponentiel découle de ce que l'introduction d'une observation supplémentaire modifie les coefficients des $(t + 1)$ observations prises en compte jusqu'alors en les multipliant tous par $(1 - \alpha)$:

$$y_{t+1} = \alpha x_{t+1} + (1 - \alpha) y_t \quad (6)$$

que l'on peut encore écrire en décalant d'une période :

$$\hat{x}_{t+k} = \hat{x}_{t+1} = y_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) y_{t-1} \quad (7)$$

Une autre forme que l'on rencontre pour le lissage exponentiel et qui est fondée sur le fait que la prévision x_t effectuée pour la période t n'étant autre que y_{t-1} , $(x_t - y_{t-1})$, s'analyse comme une erreur de prévision :

$$\hat{x}_{t+1} = y_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) \hat{x}_t = \alpha (x_t - \hat{x}_t) + \hat{x}_t \quad (8)$$

Détermination du coefficient du lissage α : [12]

- La méthode scientifiquement idéale, consiste, lorsqu'on dispose d'un historique suffisant, à simuler le lissage de cet historique

avec différentes valeurs de α , à calculer la variance de la dispersion réelle autour des valeurs prévues par lissage et à choisir le coefficient α qui minimise cette dispersion, c-à-d cette variance :

$$\sigma^2 = \frac{(P_1 - R_1)^2 + (P_1 - R_2)^2 + \dots + (P_n - R_n)^2}{n} \quad (9)$$

P : prévision .

R : réalisation .

- Si on ne dispose pas de moyens de simulation nécessaires, on peut choisir :

$\alpha = 0,15$ pour les articles assez stables .

$\alpha = 0,3$ pour les articles particulièrement évolutifs .

C2/ Lissage exponentiel double :

(évolution tendancielle linéaire et absence de saisonnalité) .

L'application du lissage exponentiel simple à une chronique linéaire x_t non perturbée ($x_t = at + b$) génère une nouvelle chronique y_t décalée par rapport à x_t .

Cet écart n'est pas stable ; il s'accroît progressivement pour tendre assez rapidement vers une valeur égale à : $a \cdot \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$

$$\text{Soit } z_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) z_{t-1}$$

$$y_t - z_t = x_t - y_t = a \cdot \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$$

$$\Rightarrow \hat{a} = (y_t - z_t) \cdot \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$$

$$\text{donc : } \hat{x}_t = y_t + (y_t - z_t) = 2 y_t - z_t$$

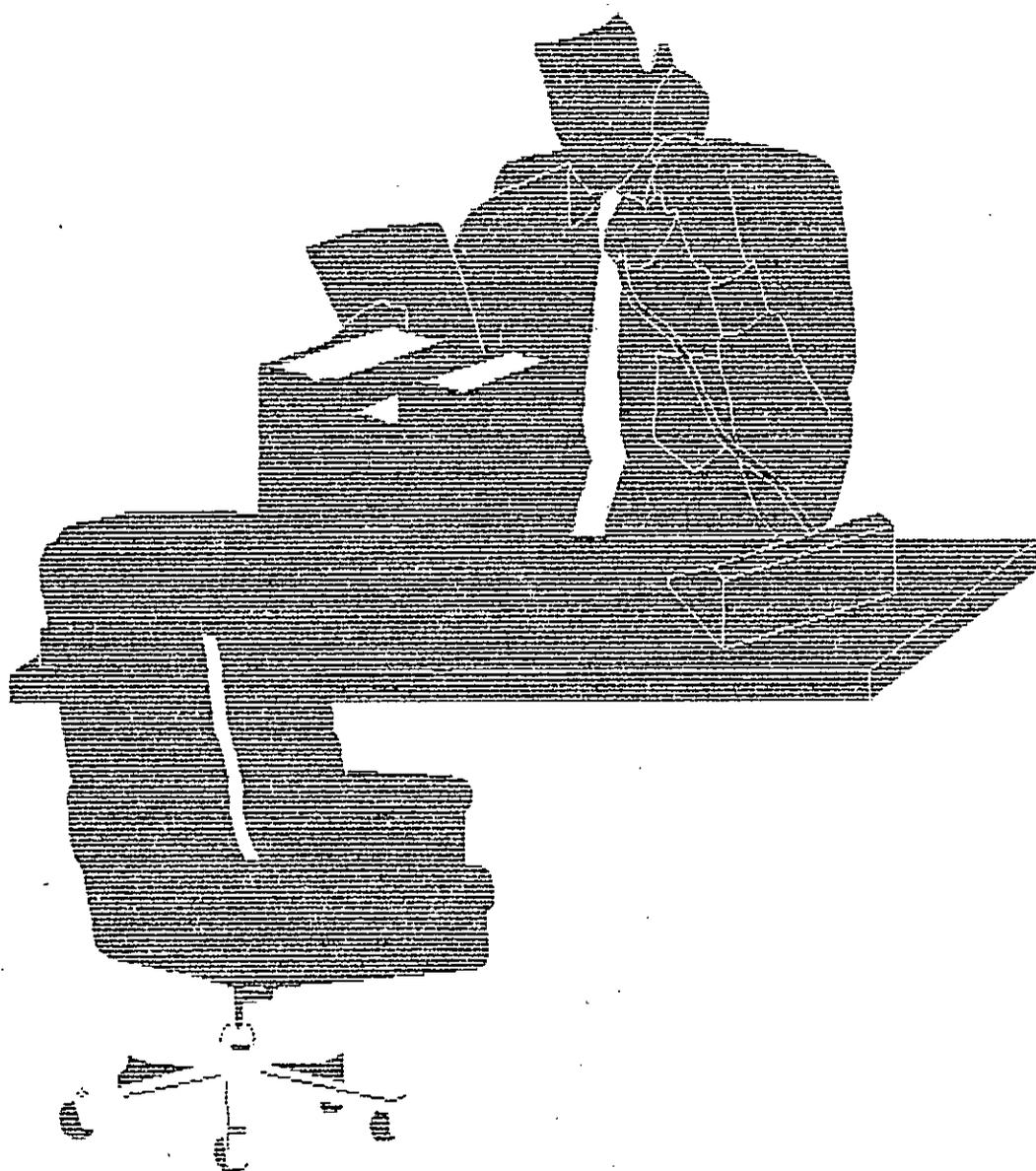
et enfin : $\hat{x}_{t+k} = \hat{x}_t + k.\hat{a} = y_t + (y_t - z_t) \left(1 + k \frac{\alpha}{1 - \alpha}\right)$
.....(10)

Une application du lissage exponentiel pour la prévision dans une firme aéronautique est développée en annexe (V) .

TABLEAU RECAPITULATIF DES METHODES
DE PREVISION (***)

Critères Méthode de prévision	Age de l'histoire	horizon de prévision	complexité de traitement	cas d'appli- cation	critère de choix
moyenne mobile simple	au moins trois périodes	court et moyen terme	très simple	absence d'évolution tendancielle	faire intervenir les dernières périodes seulement
moyenne mobile double	au moins cinq périodes	court et moyen terme	très simple	présence d'une évo- lution tendancielle	faire intervenir les dernières périodes seulement
lissage expo- nentiel simple	une seule période suffit	court et moyen terme	simple	absence d'évolution tendancielle	prise en compte de tout l'historique disponible
lissage expo- nentiel double	deux périodes suffisent		simple	présence d'une évo- lution tendancielle	prise en compte de tout l'historique disponible

nous nous sommes limités à ces quatre méthodes de prévisions. Les autres méthodes (moindres carrés , Holt et Winters , Box-Jenkins) exigeant un historique complet presque inexistant à l'"E.R.M.A" .



METHODOLOGIE DE RESOLUTION

89

PRESENTATION DU LOGICIEL

CHAPITRE III

METHODOLOGIE DE RESOLUTION
ET PRESENTATION DU LOGICIEL

III.1- INTRODUCTION :

" Toute entreprise produisant ou commercialisant des biens, se doit de disposer de stocks afin d'assurer la fonction indispensable d'harmonisation de l'offre et de la demande .

Il faut souligner, qu'en fait, la gestion des stocks d'une entreprise dépend étroitement des caractéristiques particulières de cette entreprise et que les règles générales ne peuvent être appliquées, en toute rigueur , à chacune d'entre elles .

Pour chaque cas, il faudrait revenir aux principes qui nous ont permis de déterminer ces règles et de les appliquer, en prenant en considération tous les facteurs propres à chaque entreprise .

Il faudrait aussi ne pas perdre de vue qu'un système de gestion de stocks doit évoluer avec l'entreprise, et ne peut être optimal de manière objective .

On parle seulement du système le mieux adapté, compte tenu des objectifs de l'entreprise des possibilités de son personnel et

de son organisation générale ... " [13]

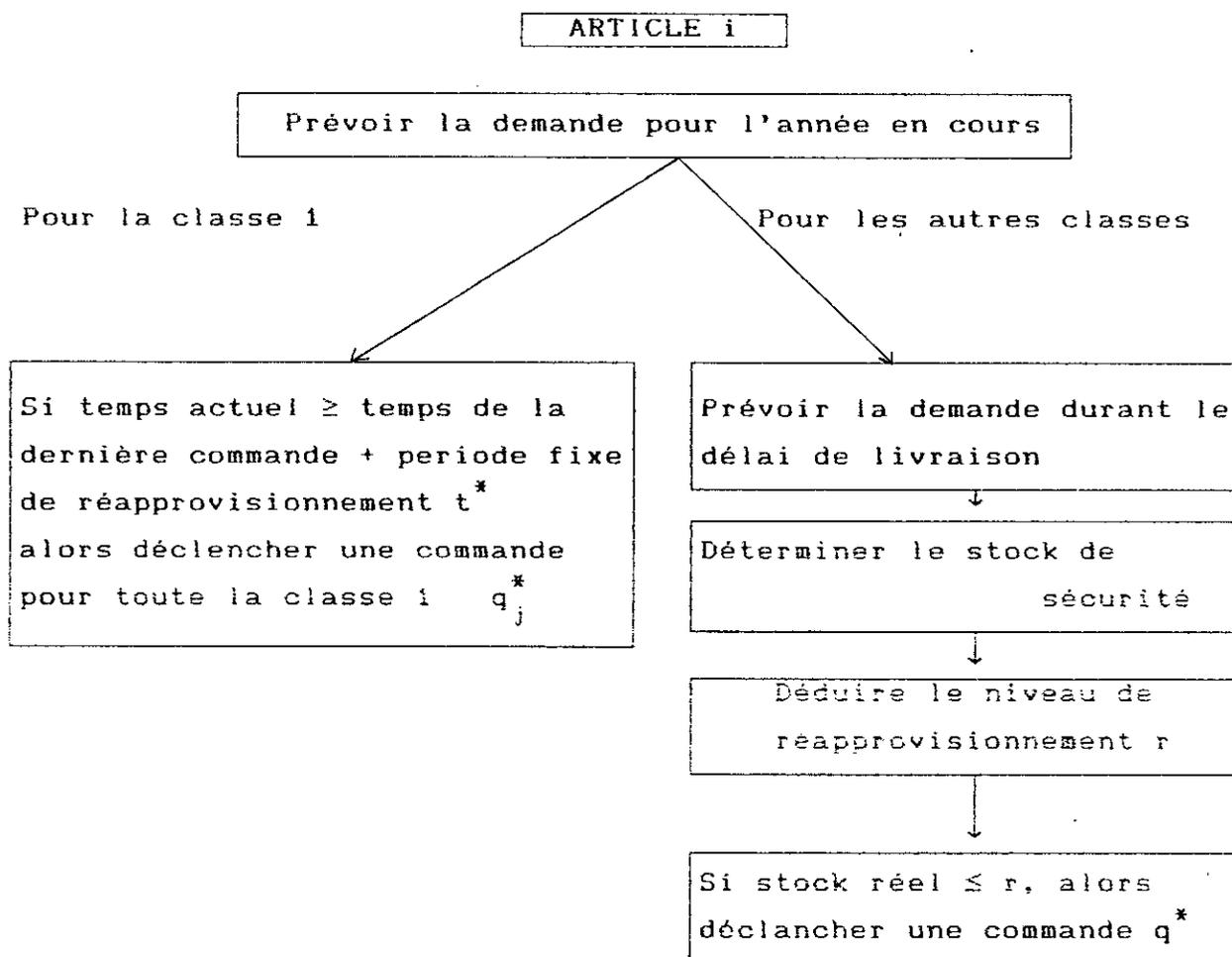
III.2- RESOLUTION :

" Les fondements nécessaires d'une gestion automatisée des stocks restent la mise en place d'un plan d'approvisionnement aboutissant à une programmation des commandes ... " [14]

Pour établir ce plan, la première démarche à effectuer, est l'analyse de la situation .

Cette analyse conduit à la sélection des éléments retenus dans le modèle et à la détermination de la façon dont ils sont reliés , c'est une simplification de la réalité .

Nous avons abouti à une simulation du système de gestion selon l'organigramme suivant :



* Le calcul de q^* dépend de la classe de l'article pour cela une classification des stocks s'est avérée indispensable .

III.2.1- Choix de la politique de gestion :

Mettre en place une politique efficace de gestion des stocks est une opération coûteuse car il faut tout d'abord analyser les différentes composantes du système stock déjà en service . Ceci exige des informations historiques , des moyens de calcul du personnel qualifié , enfin un certain temps d'analyse . A partir de ces éléments il est vraisemblable que l'on pourra

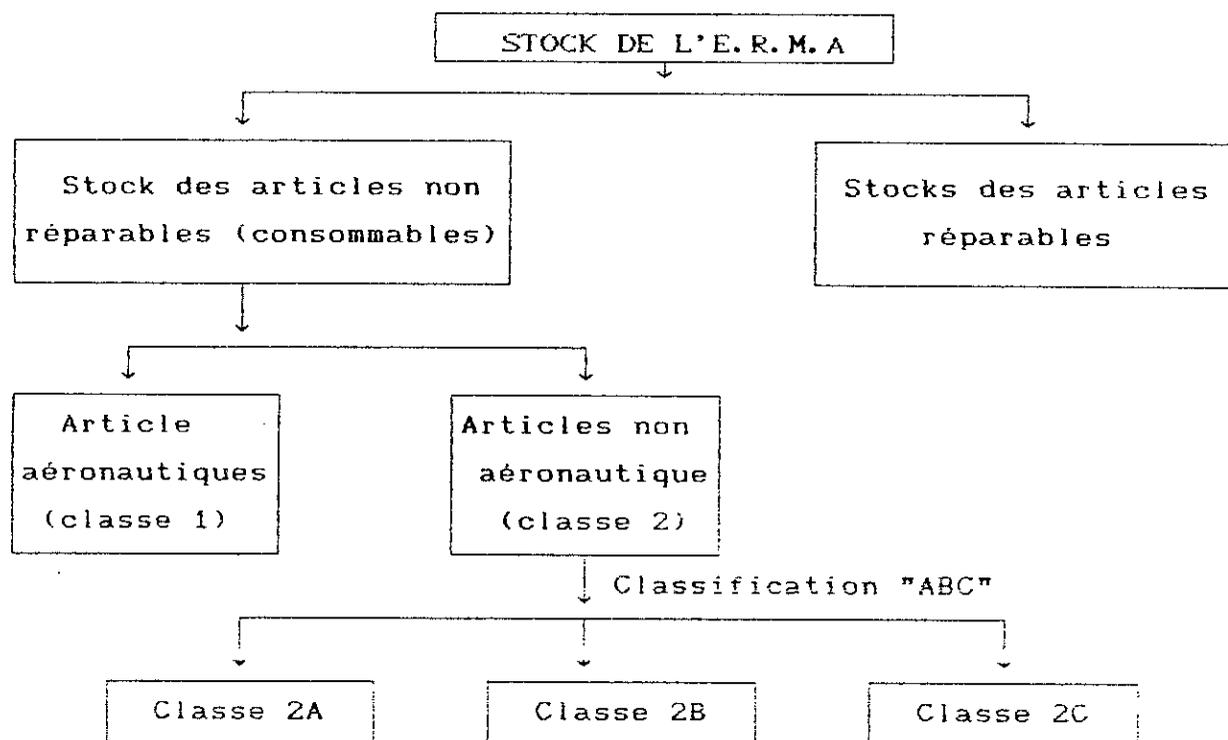
mettre en place une gestion de stock nettement plus efficace , c'est-à-dire se traduisant par des économies . Mais rien ne garantit que ces économies soient suffisantes pour justifier non seulement le coût du diagnostic mais aussi ceux de la mutation du système .

Aussi faut-il noter qu'il n'y a aucun intérêt à gérer de façon identique toutes les références , une gestion commune nous a semblé être une grave erreur ; en effet une telle initiative peut soit engendrer des penuries, soit des surstocks. Une classification des articles est alors indispensable .

IV.2.2- Classification des articles et choix des modèles :

Vu le nombre considérable d'articles (environ 35 000 articles) au sein de l'entreprise ("E.R.M.A"), il est préférable de mener une classification rigoureuse aux fins d'optimiser les stocks .

Le schéma suivant présente le déroulement du processus de classification :



SCHEMA DE CLASSIFICATION DES ARTICLES DE L'ERMA

D'autres classifications restent envisageables , principalement celle basée sur les coûts moyens des articles .

Mais cette classification demeure inapplicable au cas vu l'inexistence d'une vraie comptabilité analytique .

La classification qui ~~7 a 2~~ été envisagée et de calculer les prix moyens pour chaque classe, ainsi que les écarts types pour voir la variation des prix d'articles et pouvoir enfin suggérer une classification plus rigoureuse .

Une autre classification a été envisagée . Elle consiste à classifier les articles de la famille des pièces aéronautiques

(classification "ABC"), mais , en plus des raison d'absence d'informations, l'éloignement et l'unicité des fournisseurs nécessitent le groupage des commandes pour minimiser les coûts de lancements . Cette classification s'est avérée alors non optimale .

La classification retenue alors au niveau du stock de L'"E.R.M.A" s'articule autour de deux grandes familles d'articles :

- 1- Les articles non réparables (consommables) .
- 2- Les articles réparables .

Les critères cités ci-dessous concernant les différentes classes, découlent du diagnostic présenté au chapitre 11 .

1- Les articles non réparables :

En ce qui concerne cette catégorie d'articles, on peut la subdiviser en deux sous-catégories .

1.1- Articles aéronautiques :

Les caractéristiques majeures sont :

- l'ampleur du nombre d'articles ,
- l'existence d'un mono-fournisseur (principalement l'URSS) ,
- la lourdeur de la structure des coûts (prix de revient élevé) qu'on peut expliquer par l'éloignement géographique du fournisseur ainsi que le facteur de vente assez considérable des articles aéronautiques .

La méthode de gestion de stocks envisagée et qui tient compte des caractéristiques citées ci-dessus consiste en la politique des commandes groupées . Celle ci présente le double avantage d'être

simple à mettre en oeuvre , et et de permettre commodement de passer des commandes groupées à un même fournisseur (minimisation des coûts de lancements) .

La période de révision T^* et les quantités à commander q_j^* sont calculées en utilisant le modèle des commandes groupées .

$$\left\{ \begin{array}{l} T^* = \sqrt{\frac{2 \text{ cl}}{\text{CS} * \sum Q_{\text{est } j}}} \frac{1}{\sqrt{P}} \\ q^* = Q_{\text{est. } j} * T^* \end{array} \right.$$

$Q_{\text{est. } j}$: est estimée en utilisant les modèles de prévision .

$$P = \frac{C_p}{C_p + C_s} : \text{taux de pénurie .}$$

1.2- Articles non aéronautiques :

Dont les caractéristiques sont :

- très grand nombre d'articles ,
- variation de consommation assez importante , (puisque , comme déjà cité au chapitre 1 , ces articles sont utilisés surtout dans la sous-traitance)
- diversification des fournisseurs (généralement de nature locale).

Vu leurs caractéristiques la méthode utilisée précédemment ne peut pas être préconisée pour ce type d'articles , puisque les commandes ne peuvent être groupées .

Les modèles utilisés pour déterminer les paramètres de gestion varient selon le type d'articles , ce qui nécessite alors une classification 'ABC' .

1.2.1- Articles de type A :

Puisque la variation de consommation est assez importante , l'ajustement de la loi de probabilité de la demande ne donne pas des résultats fiables .

Pour ce type d'articles , on utilise la formulation de Wilson la demande est estimée en utilisant les modèles de prévision .

1.2.2- Articles de type B :

Dans ce cas , les articles sont caractérisés par un équilibre entre le prix et la consommation . Le risque d'estimation de la demande par sa moyenne en utilisant les modèles de prévision est moins important que précédemment .

La méthode choisie pour le calcul de q^* est le modèle de prévision de la demande et du stock de sécurité :

$$q^* (t) = SS(t) - SS(t-1) + X(t)$$

$X(t)$: prévision de la demande durant la période t .

1.2.3- Articles de type C :

Bien que ces articles soient peu coûteux , ils peuvent représenter l'élément principal d'un programme de production ou de vente et engendrer des coûts de ruptures assez importants .

Pour ce type d'articles , nous avons préconisé un modèle tenant compte des surstocks et d'une éventuelle rupture : modèle amélioré de Wilson (avec pénurie) .

2- Les articles réparables :

Les systèmes de stocks réparables sont des systèmes où les produits peuvent être récupérés après réparation . Dans un grand nombre de systèmes de stocks , les articles sont réparables (c'est généralement la valeur , très importante , de ces articles qui fait qu'il devient beaucoup plus économique de les réparer que de les remplacer) . Des exemples de tels systèmes comprennent les voitures ordinateurs , photocopieuses , moteurs d'avions , etc ...

Notons qu'en général , le nombre d'articles réparables est relativement faible par rapport aux articles consommables .

Mais , les modèles utilisés pour gérer ce genre de système sont compliqués et demandent beaucoup d'efforts d'analyse et nécessitent beaucoup de temps .

En effet , le modèle de simulation reste le plus approprié pour ce type d'articles .

Qu'est ce que la simulation ?

" A mi-chemin entre les méthodes analytiques exactes et les méthodes heuristiques , qui représentent des solutions purement intuitives à des problèmes particuliers . La simulation est de plus en plus utilisée comme outil de résolution de problèmes pratique " [15] .

La simulation est en général appliquée :

* Comme outil d'analyse extrêmement poussé" de l'évolution d'un

quelconque phénomène au cours du temps , de ses caractéristiques , voire de ses capacités de réaction à un effet donné , et

* comme outil d'évaluation , de comparaison et finalement de prise de décision au vu d'un certain nombre d'alternatives , au problème posé " .

La simulation est peut être à l'heure actuelle un des outils d'investigation les plus efficaces compte tenu du caractère extrêmement dynamique et aléatoire des phénomènes réels .

Ainsi , l'intérêt de la simulation , relativement à toute autre formulation mathématique est évident .

Néanmoins , d'autres modèles sont utilisés dans la gestion des stocks réparables " : [15]

- 1- technique d'approvisionnement du '1 pour 1' .
- 2- modèle metric .
- 3- modèle mode-metric .
- 4- modèle A_0 optimal .
- 5- modèle utilisant les files d'attentes .

III.3- L'informatique et la gestion des stocks :

Grace à l'utilisation de l'informatique , l'application du modèle permet une analyse approfondie .

L'utilisation de l'ordinateur apporte , d'elle-même , un certain nombre d'avantages :

- la rapidité de traitement ,
- l'économie de traitement ,
- la faculté de répétitivité .
- La possibilité d'emmagasiner de grandes quantités d'informations (données historiques) .

"Aux dates prévues , et en tenant compte de toutes les variables de gestion , la machine applique automatiquement la formule d'approvisionnement et établit , article par article , le calcul des quantités à commander ..." [14]

III.3.1- Définitions :

1- Fichier :

Un fichier est un ensemble de données pouvant être manipulées par plusieurs utilisateurs ayant une vue unique de ces données .

2- Enregistrement :

Un enregistrement est un ensemble de champs ou d'informations définissant une donnée .

Dans notre étude , nous avons utilisé trois (03) fichiers d'enregistrements .

- Le fichier fournisseur "FRN.DAT" :

Chaque enregistrement FRN , de ce fichier regroupe les informations suivantes :

- Nom du fournisseur	NOM
- Code du fournisseur	CODE
- Nombre d'articles fournies à l'entreprise	nb_art
- Code d'article	COD_art [I]
	I = 1 , nb_art
- Désignation d'article	désign_art [I]
	I = 1 , nb_art
- Prix d'article	Prix [I]
	I = 1 , nb_art

- Le fichier historique "HISTORIQ.DAT" :

Chaque enregistrement regroupe les données suivantes :

- Désignation article	design
- code article	code
- prix article	prix
- age historique	age_his
- consommation annuelle au cours de ces années	cons-ann [[] I = 1 , age_his
- prévisions annuelles	prev_ann [[] I = 1 , age_his + 1
- stocks de fin d'année	st_fin_an [[] I = 1 , age_his

- Le fichier mouvement "STOCK.DAT" :

Un enregistrement regroupe les informations suivantes :

- désignation article	désig
- code article	code
- prix article	prix
- nombre de mouvements enregistrés	nb_mvt
- code de mouvement	cod_mvt [[] I = 1 , nb_mvt
- quantité correspondante	qtt [[] I = 1 , nb_mvt
- date d'enregistrement de mouvement	date_mvt [[] I = 1 , nb_mvt
- délai de livraison	delai
- stock de mise à jour	st_maj
- demande de mise à jour	dem_maj
- stock de sécurité pour l'année	SS
- demande prévue pour l'année	dem-pre

* Procédure afficher - FRN :

Affiche les informations sur le fournisseur en cause sur écran (nom, code, nb_art, cod_art, desig_art) .

C- Procédure de modification :

Début

```

    écrire ('confirmer la modification de l'enregistrement ') ;
    lire (réponse) ;
    si réponse = Oui alors saisie
    fsi ;
    
```

FIN .

D- Procédure de suppression :

Début

```

    écrire ('confirmer la suppression') ;
    lire (réponse) ;
    si réponse = OUI alors éliminer
    finsi ;
    
```

FIN .

E- Procédure de mise à jour :

E.1- Procédure gérer_FRN :

Début

```

Pointer (FRN.DAT , position) ;
avec FRN faire
    nb_art := nb_art + 1 ;
    desig_art [nb_art] := desig ;
    cod_art [nb_art] := code ;
    prix [nb_art] := prix ;
    fait ;
écrire (FRN.DAT , FRN) ;

```

Fin .

E.2- Procédure gérer_H :

A la fin de chaque exercice , on stocke les valeurs de la demande et le stock final de l'exercice , dans l'enregistrement HIS correspondant à l'article .

Les valeurs sont relevées de l'enregistrement mvt respectif .

Début

```

Pointer (historiq.DAT , position);
avec HIS faire
    age_his := age_his + 1 ;
    cons_ann [age_his] := STO.dem_maj ;
    pre_ann [age_his] := STO_dem_pre ;
    st_fin_an [age_his] := st_maj ;
    fait ;
écrire (hisoriq.DAT , his) ;

```

Fin .

E.3- Procédure gérer_stock :

Dans cette partie , il existe deux (02) cas :

* Cas d'un nouvel exercice :

A chaque fin d'année , on met à jour le fichier stock , en y inscrivant les prévisions de résultats de l'année prochaine ; pour pouvoir établir des comparaisons avec les résultats réels et améliorer ainsi le système de gestion développé .
On met à jour aussi l'historique .

Procédure prévision :

Début

```

Pointer (historiq.DAT , position) ;
lire (historiq.DAT , his) ;
tracer le graphe des demandes ;
affichage du menu ('méthodes previsionnelles');
écrire ('quel est le mode de prévision' ) ;
lire (choix) ;
case choix of
    M : moyenne mobile simple ;
    O : moyenne mobile double ;
    E : lissage exponentiel simple ;
    B : lissage exponentiel double ;
    H : Holt et winters additifs ;
    W : Holt et winters multiplicatif ;
    Q : Quitter procedure prévisions ;
fincase ;
    
```

Fin .

A la fin de chaque procedure de mode de prévision , il y a la procedure "sauver" suivante :

* Procédure sauver :

Début

```

Pointer (stock.DAT , position ) ;
lire (stock.DAT , mvt) ;
avec his faire his.prev_age_his + 1] := prev_age_his+1];
écrire (historiq.DAT , his) ;
avec mvt faire mvt.dem_pre := prev [age_his + 1] ;
écrire (stock.DAT , mvt) ;
    
```

Fin .

* Cas d'un mouvement sur un article :

Dans ce cas , on inscrit les informations sur le mouvement sur le fichier stock , on met à jour le stock réel et la demande , puis on teste :

classe 1 : si la période de réapprovisionnement est atteinte .
 Les autres classes : si le niveau de réapprovisionnement est atteint.

On déclenche une commande .

Procédure Gérer_mvt :

Début

```

Pointer (stock.DAT , position) ;
lire (stock_DAT , mvt) ;
écrire ('Est-ce une nouvelle année ?') ;
lire (réponse) ;
Si réponse = OUI alors
    Gérer H ;
    prévisions ;
    mvt.dem_maj := 0 ( on reinitialise la demande réelle
                    dans mvt à 0 )
    Déterminer la demande durant le délai de livraison ;
    Dem_del := mvt_dem_pre * L ;
    calculer le stock de sécurité SS ;
    évaluation du niveau de réapprovisionnement r ;
Finsi ;
Avec mvt faire
    nb_mvt := nb_mvt + 1 ;
    inscrire les renseignements sur le mvt ;
    si mvt.classe := S10 alors
        Si  $t_{réel} \geq t_{der\_com} + T^*$  alors
            Déterminer  $q^*$  ;
        Finsi ;
    sinon si  $mvt\_st\_maj \leq r$  alors
        Déterminer  $d^*$  ;
    finsi ;
Fsi ;
écrire (stock.DAT , mvt) ;

```

Fin .

Procédure déterminer_q* :

Début

```

Pointer (stock.DAT , position);
Pointer (historiq.DAT , position) ;

case classe of
    S10 : méthode commandes groupées ;
    S2A : modèle de Wilson ;
    S2B : modèle stock de sécurité ;
    S2C : Wilson amélioré ;
fincase ;
écrire ('déclencher une commande de ' , q* ) ;

```

Fin .

Nous présentons maintenant l'algorithme du logiciel conçu :

1- La partie gestion du fichier fournisseurs :

Procédure menu_FRN :

Elle regroupe les fonctions de gestion des enregistrements de ce fichier .

Début

```

Affichage du menu ('Gestion des fournisseurs') ;
Lire (choix) ;
Case choix of
    C : saisie_FRN ;
    L : afficher_FRN ;
    M : modifier_FRN ;
    S : supprimer_FRN ;
    G : gérer_FRN ;
    Q : Quitter procedure ;
Fincase ;

```

Fin .

2- La partie gestion des mouvements :

Procédure men_ART :

Elle regroupe les fonctions de gestion des fichiers stock .

Début

```

Affichage du menu ('Gestion des mouvements') ;
lire (choix) ;
case choix of
    C : saisie mouvement ;
    L : afficher mouvement ;
    M : modifier mouvement ;
    S : supprimer mouvement ;
    G : gérer mouvement ;
    Q : quitter procedure ;
Fincase ;

```

Fin .

3- La partie gestion de l'historique :

Procédure menu_HIS :

Elle regroupe les fonctions de gestion du fichier historique

Début

Affichage du menu ('Gestion de l'historique') ;

Lire (choix) ;

Case choix of

 C : saisie historique ;

 L : afficher historique ;

 M : modifier historique ;

 S : supprimer historique ;

 Q : quitter procedure ;

fincase ;

Fin .

III.3.3- Algorithme général :

Début

Affichage à l'écran ('Gestion automatique des fichiers') ;

Lire (choix) ;

Case choix of

 F : MENU_FRN ;

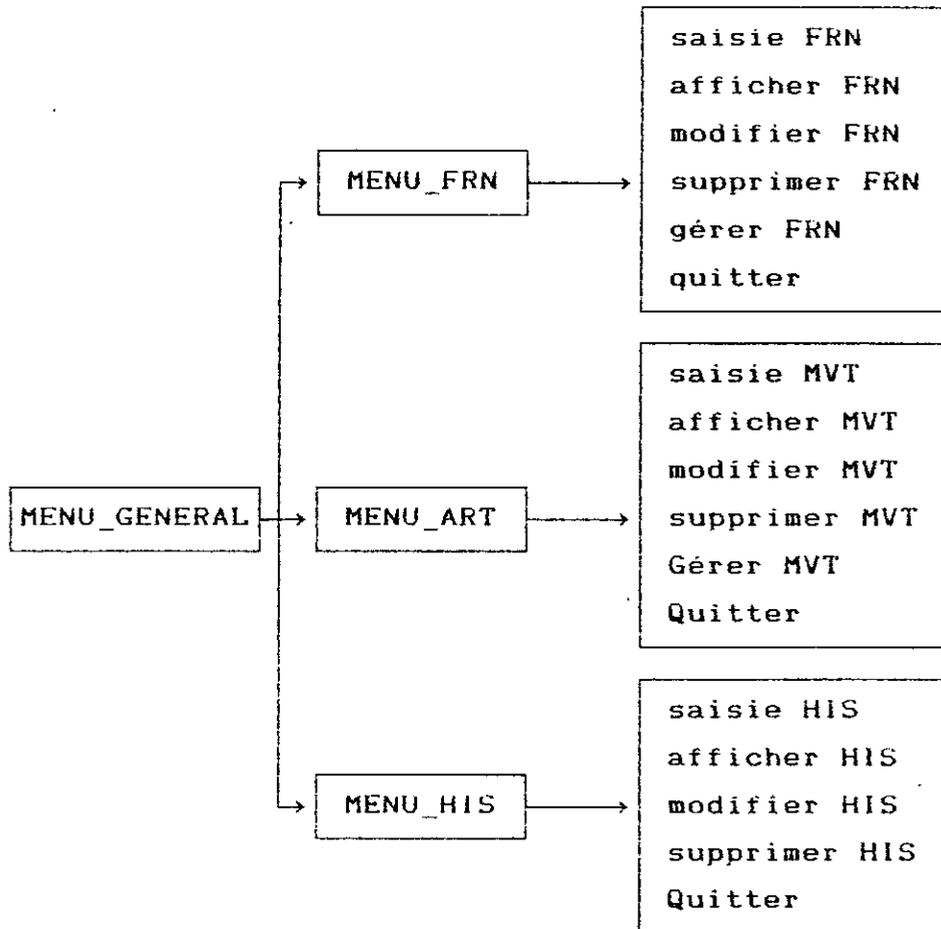
 M : MENU_ART ;

 H : MENU_HIS ;

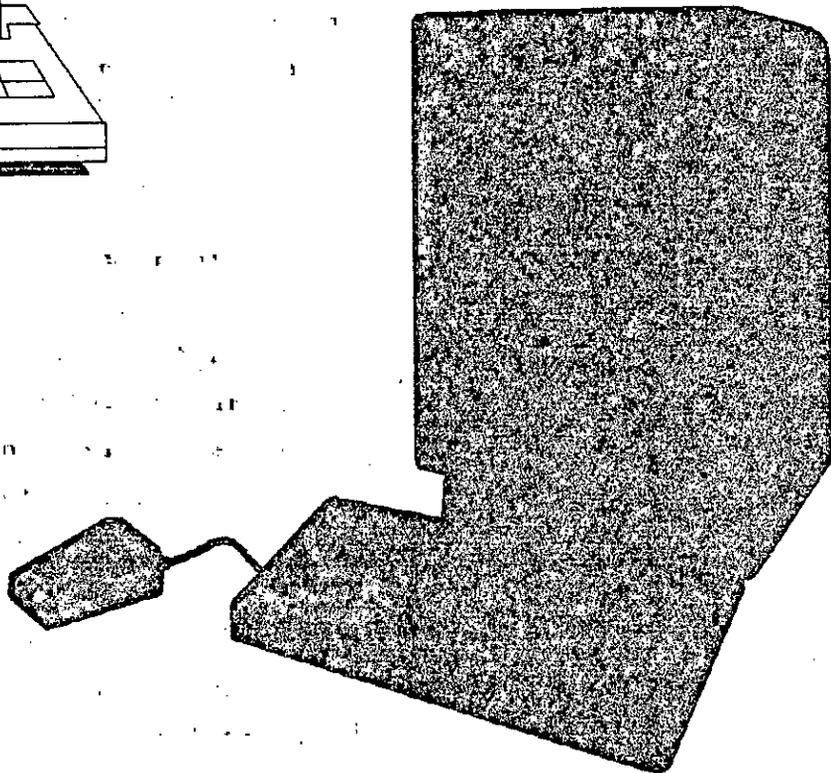
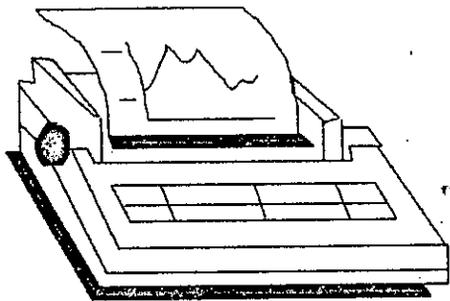
 Q : QUITTER LE LOGICIEL ;

Fin case ;

FIN .



ALGORITHME GENERAL EN FORME ARBORESCENCE



APPLICATION

CHAPITRE IVAPPLICATION

IV.1- COLLECTE DES DONNEES :

Dans cette partie nous allons donner quelques indications sur les données qui ont été mises à notre disposition . Ces dernières ont été la base de départ pour la validation de notre modèle .

Les données concernent les consommations annuelles et les prévisions établies à "L'ERMA" d'un échantillon d'articles . Elles ont été recueillies à partir :

- du fichier central du département .
- du fichier au niveau de chaque magasin .
- des bons de factures ,

ainsi qu'auprès des responsables du département approvisionnement .

Ces articles ont été sélectionnés à travers tous les magasins, parmi ceux les plus consommés et possédant un historique suffisant pour l'analyse .

IV.2- ESTIMATION DES COUTS DE GESTION :

L'utilisation de notre modèle nécessite la connaissance précise des différents coûts de gestion . L'information sur ces

coûts n'étant pas disponible au niveau de l'"ERMA" (inexistence d'une comptabilité analytique rigoureuse), nous avons été contraints, avant tout traitement de procéder à l'estimation de ces coûts .

Coût de stockage (Cs)

Ce coût englobe les frais de gardiennage (Cg), d'éclairage, (Ce) d'inventaires (Ci) etc...

Cs s'exprime comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} Cs = \alpha_1 Cg + \alpha_2 Ce + \alpha_3 Ci + \alpha_4 C \text{ etc} \\ \sum_j \alpha_j = 1 \end{array} \right.$$

La seule donnée connue est celle concernant la somme des salaires des employés du magasin, qui représente en moyenne un pourcentage α du coût de stockage , soit :

$$\alpha * Cs = S/N \text{ (DA/article/an) } \Rightarrow Cs = 1/\alpha. S/N$$

α : coefficient variant entre 60% et 75% .

S : la somme des salaires des employés du magasin .

N : Nombre d'articles dans le magasin (35000 articles) .

Le salaire mensuel des employés dans le magasin est en moyenne de 5200 DA, et le nombre d'employés est de 15 .

α est estimé à 70% .

d'où :

$$C_e = 0,2 \text{ Da/article/an.}$$

L'impact de C_e sur les résultats est très important :

- Si C_e est sous-estimé, la quantité à commander sera très importante et le coût de stockage réel sera important.
- Par contre, si C_e est sur-estimé, la quantité à commander sera faible et il y a risque de pénurie.

* coût de pénurie (C_p) :

Ce coût est estimé en utilisant le taux de pénurie ρ .

$$\rho = C_p / (C_p + C_e) \Rightarrow C_p = \rho / (1 - \rho) C_e.$$

avec un taux de pénurie de 5%.

$$C_p = 2 \text{ Da/article non fourni /an}$$

C_p étant une moyenne, il faudrait quand même distinguer entre articles indispensables dont le C_p est très élevé, et articles secondaires (accessoires) de C_p faible.

* coût de lancement :

Généralement dans les entreprises, le total des frais de lancement atteint 2% à 3% de la valeur de la commande elle-même [11].

IV.3- Interprétation des résultats de prévision :

Pour notre application, nous avons sélectionné un échantillon d'articles ayant un historique suffisant (minimum 3 ans) pour établir nos prévisions. Ces dernières sont calculées par les quatre méthodes de prévision puis comparées avec la consommation réelle afin de sélectionner la méthode qui minimise l'écart.

relatif entre prévision et réalisation .

Cette procédure est résumée dans le tableau suivant

code article	classe	Age historique	Méthode optimale	réalisation (1)	écart (2)	erreur relative (2)/(1)
1	S2C	10	(2)	1944	282	0.145
2	S2C	7	(1)	1564	112	0.76
3	S2B	10	(1)	3000	102	0.034
4	S2B	3	(3)	540	99	0.183
5	S2B	3	(3)	187	15.65	0.083
6	S2C	8	(2)	348000	49800	0.143
7	S2A	5	(3)	1440	91	0.063
8	S2A	4	(4)	265	9.27	0.034
9	S2B	6	(2)	2150	140	0.086
10	S10	5	(1)	56	8	0.14
11	S10	5	(1)	150	12	0.08
12	S10	5	(2)	40	01	0.025
13	S10	5	(4)	63	05	0.079
14	S10	6	(2)	39	2.5	0.064
15	S2A	3	(1)	675	225	0.333
16	S2B	5	(4)	1050	789	0.75

TABLEAU (1)

Afin de vérifier l'adéquation de notre classification, nous avons classé notre échantillon en fonction de l'écart relatif entre prévision et réalisation dans l'ordre décroissant. Les résultats ^{sont} présentés dans le tableau 2 suivant :

Code article	classe	erreur relative		Code article	classe	erreur relative
2	S2C	0.76		11	S10	0.08
16	S2B	0.75		13	S10	0.079
15	S2A	0.33		14	S10	0.064
4	S2B	0.34		7	S2A	0.063
1	S2C	0.145		8	S2A	0.034
6	S2C	0.143		3	S2B	0.034
10	S2B	0.14		12	S10	0.025
5	S2B	0.083				
9	S2B	0.086				

TABLEAU 2

D'après le tableau , nous remarquons que les articles dont l'écart relatif est le plus important sont ceux de la classe S2C et S2B qui présentent d'importantes variations dans les consommations (voir figures en annexe) .

Par contre, les articles de la classe S10 et S2A dont les consommations historiques sont assez régulières , accusent un écart relatif assez faible entre prévision et réalisation .

Ceci ne fait que confirmer les résultats de notre diagnostic .

Un autre point à analyser , est celui de la méthode à choisir pour la prévision . Pour ceci, nous avons classé les articles par âge historique décroissant et Les résultats sont résumés dans le tableau 3 suivant :

code	classe	age historique	méthode optimale
1	S2C	10	(2)
3	S2B	10	(1)
6	S2C	8	(2)
2	S2C	7	(1)
9	S2B	6	(2)
14	S10	6	(2)
7	A	5	(3)
10	B	5	(1)
11	S10	5	(1)
12	S10	5	(2)
13	S10	5	(4)
16	S2B	5	(4)
8	S2A	4	(4)
4	S2B	3	(3)
15	S2A	3	(1)

TABLEAU 3

Les conclusions inspirées de ce dernier tableau, concernant le choix des méthodes de prévision sont :

- La méthode de la moyenne mobile (simple ou double) est la plus adéquate pour les articles possédant un historique assez riche et une variation de consommation assez importante .

- Pour les articles dont la consommation varie peu et dont l'âge historique est moyen, les méthodes qui minimisent l'écart prévision-réalisation sont celles du lissage exponentiel simple et de la moyenne mobile simple .

-enfin , lorsque l'âge de l'historique est faible , la méthode du lissage exponentiel (simple et double) est la plus adéquate .

La dernière phase concernant les prévisions est l'application de notre logiciel pas à pas; c'est à dire le calcul des prévisions des années précédentes pas à pas .

Nous avons comparé nos prévisions aux consommations réelles et aux prévisions établies par l'entreprise .

Des exemples de ces comparaisons sont présentés dans les figures 1,2,3,4et5. les figures concernant les autres articles sont portées dans l'annexe 6 .

Dans les figures déjà mentionnées et celles en annexe les résultats de l'application de notre logiciel sont plus proches des consommations réelles que ceux établis par les responsables de l'entreprise .

consommations de l'article 1
classe: S2C

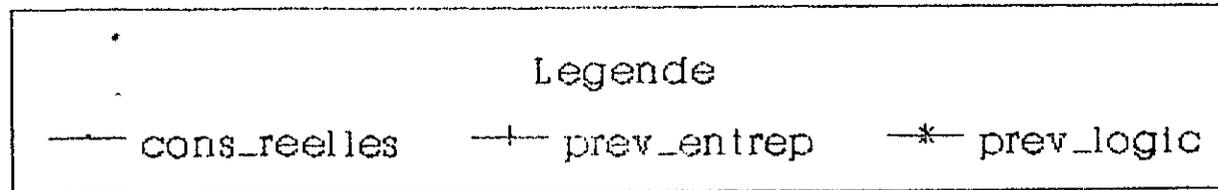
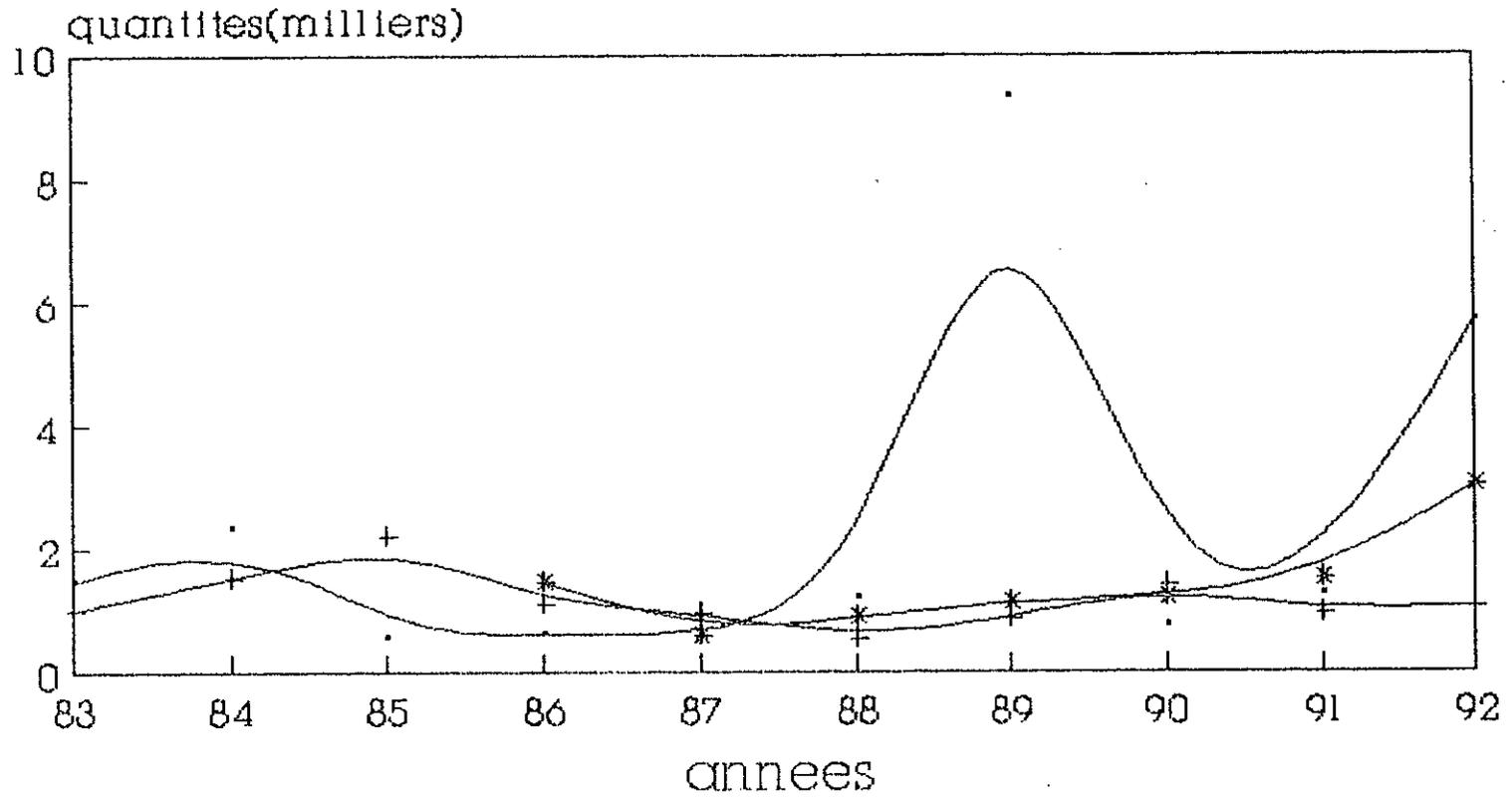


FIGURE 1

consommations de l'article 2
classe: S2C

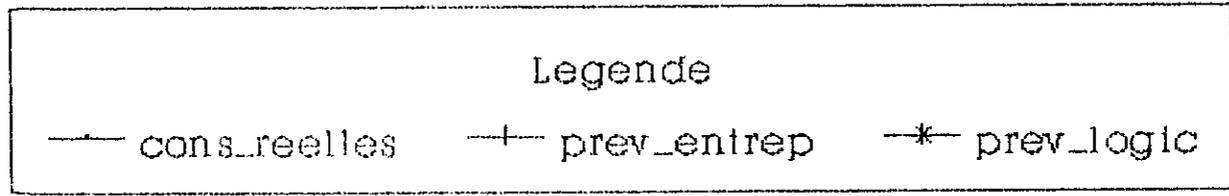
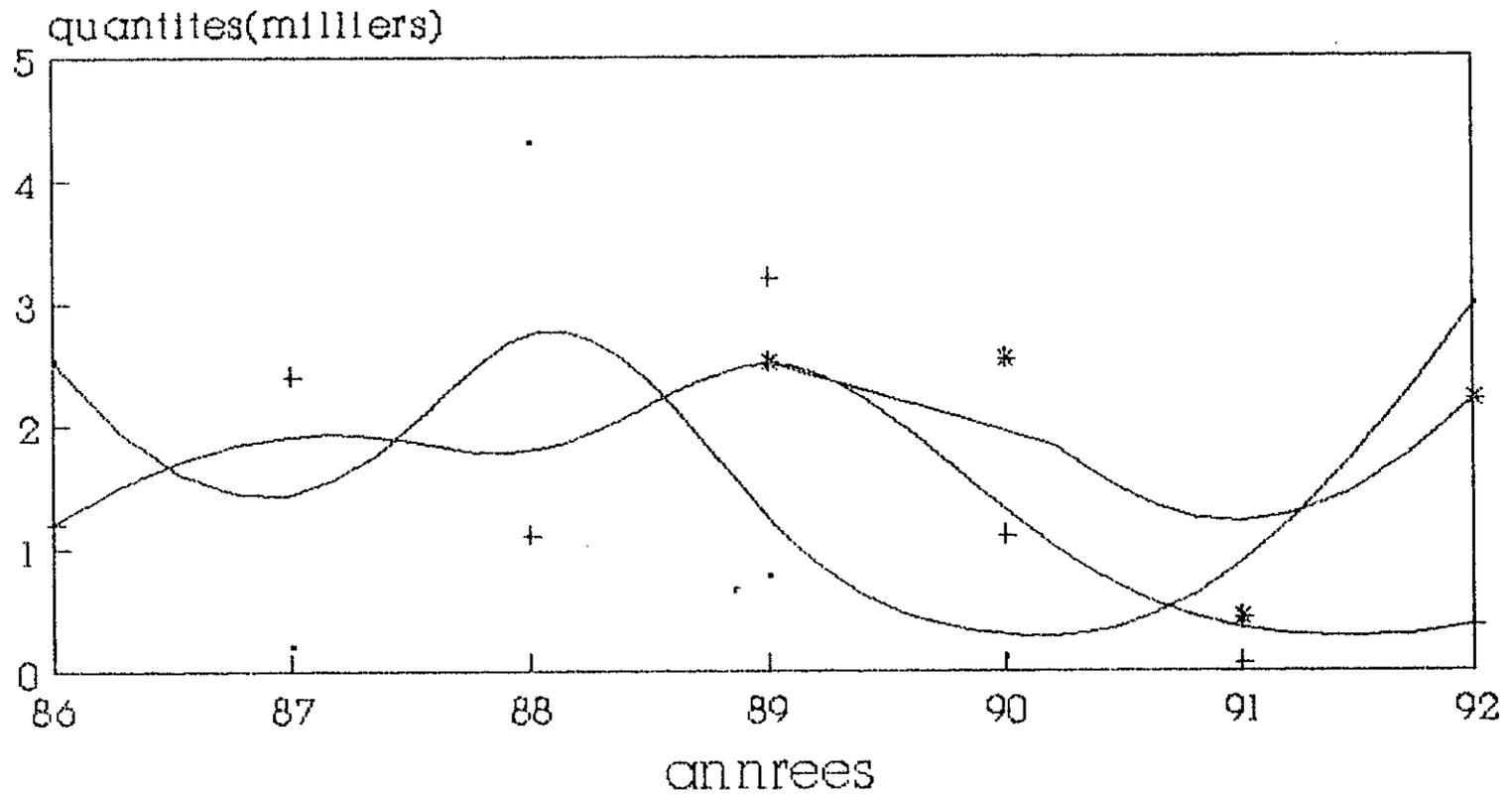


FIGURE 2

consommations de l'article 3
 classe: S2B

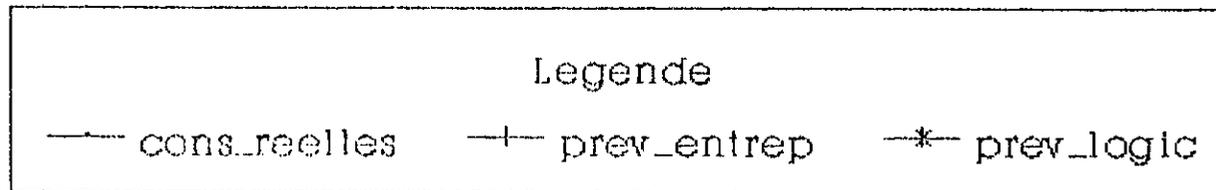
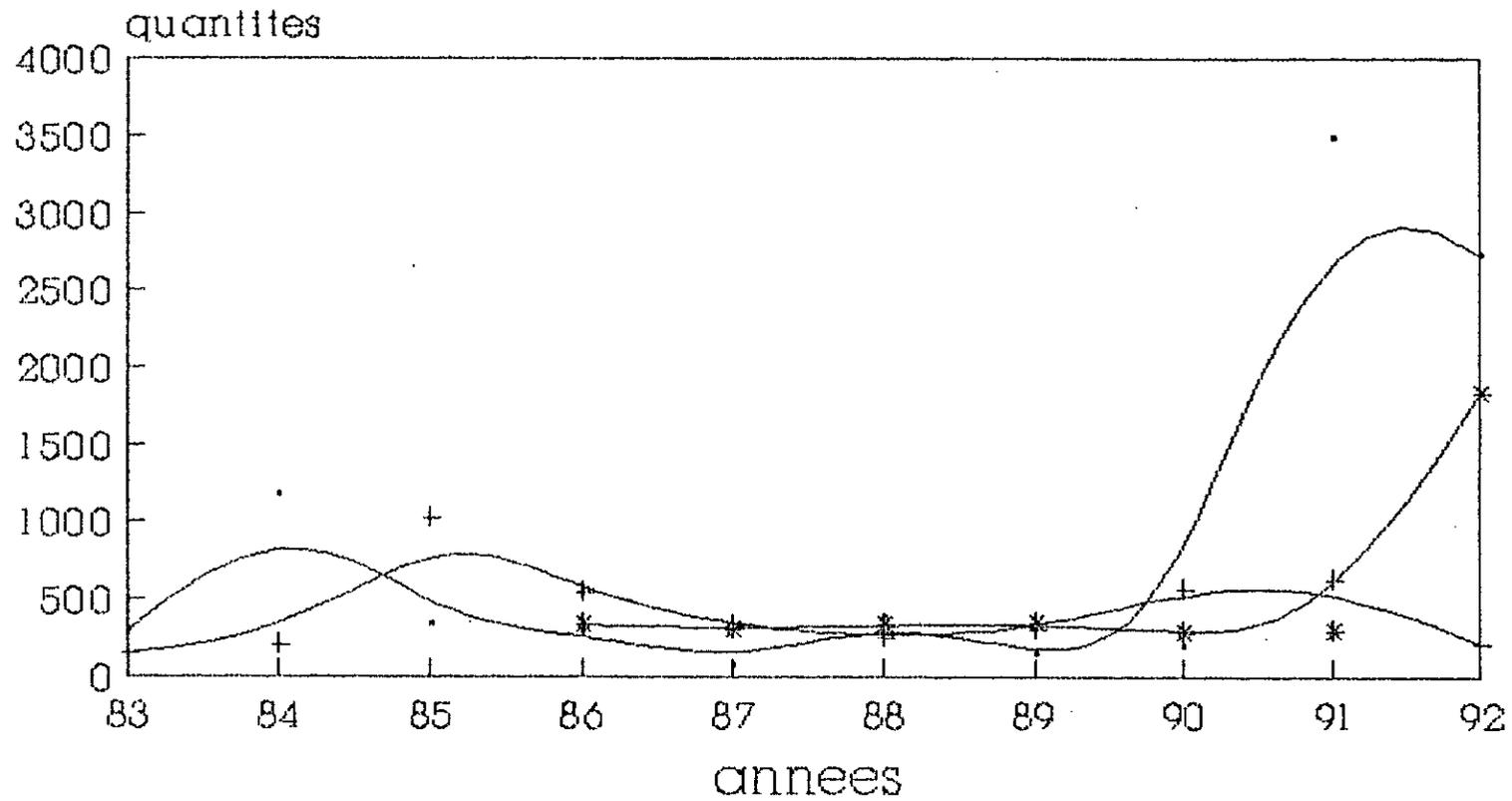


FIGURE 3

consommations de l'article 6
classe: S2C

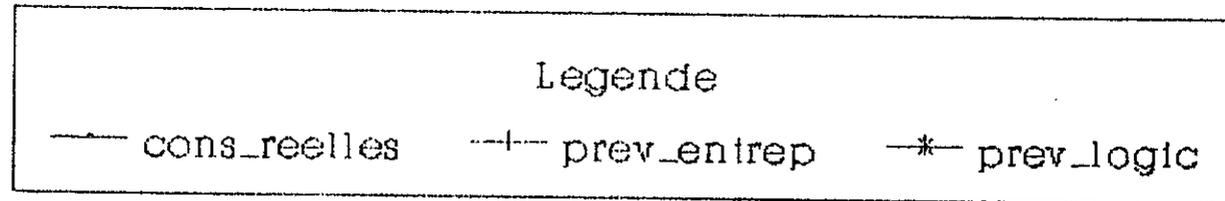
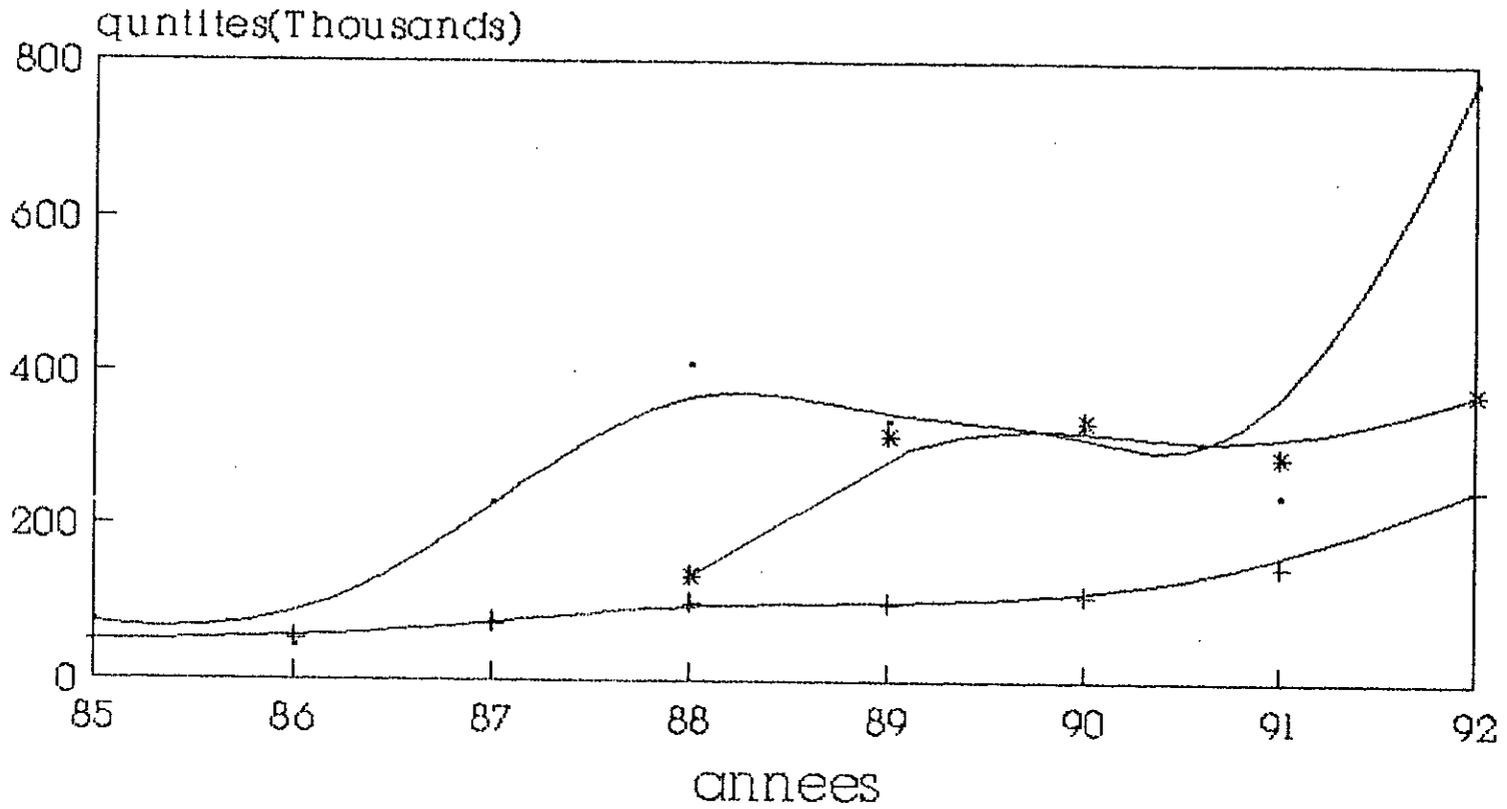
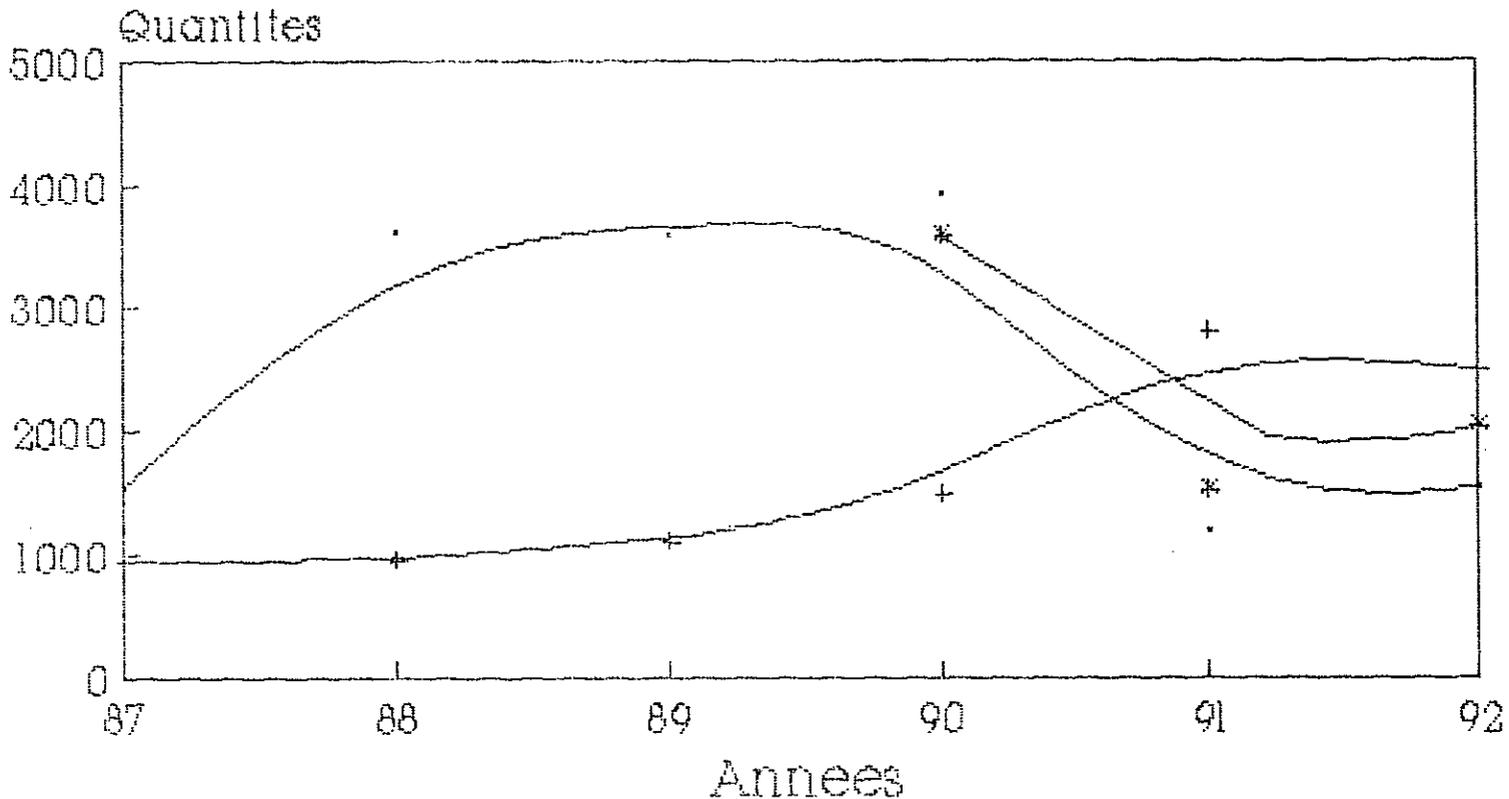


FIGURE 4

consommation de l'article 9
classe: 82B



Legende
— cons_reelles + prev_entrep * prev_logic

FIGURE 5

IV.4- Interprétation des résultats des modèles de gestion des stocks :

Afin de valider le modèle de gestion des stocks que nous avons élaboré, nous avons comparé les consommations réelles à celles fournies par les modèles de gestion des stocks que nous résumons dans le tableau (4) suivant :

code article	classe	cons-ann réelle (1)	commandes prévues en utilisant les modèles de GS (2)	Ecart relatif $\frac{(1) - (2)}{(1)}$
1	S2C	1944	2095.34	0.077
2	S2C	1564	2694.7	0.722
3	S2B	3000	3964	0.32
4	S2B	540	1029.28	0.906
5	S2B	187	428	1.28
6	S2C	348000	353833	0.54
7	S2A	1440	596.5 (pénurie)	0.58
8	S2A	265	272.66	0.029
9	S2B	1150	3701	2.2
10	S2C	56	47 (pénurie)	0.16
11	S10	150	137 (pénurie)	0.087
12	S10	40	48	0.2
13	S10	63	68	0.12
14	S10	39	43.10	0.105
15	S2A	975	269.6 (pénurie)	0.60
16	S2B	1050	760.5 (pénurie)	0.27

TABLEAU 4

cons-ann : consommation annuelle

Remarque : Le même procédé utilisé pour la sélection d'une méthode de prévision peut être appliqué ici .

Le classement des articles suivant l'écart relatif décroissant est résumé dans le tableau 5 suivant :

Article	code	écart relatif	
9	S2B	2.2	I
5	S2B	1.28	
4	S2B	0.906	
2	S2C	0.722	
15	S2A	0.6	II
07	S2A	0.58	
06	S2C	0.54	
03	S2B	0.32	
16	S2B	0.27	
12	S2B	0.16	III
13	S10	0.12	
14	S10	0.105	
11	S10	0.087	
1	S2C	0.077	
8	S2A	0.029	

TABLEAU 5

Nous avons constaté que :

- 5 catégories d'articles sont touchées par une pénurie, ces pénuries concernent surtout les articles de type non-aéronautique.

- L'écart relatif des consommations annuelles calculées en utilisant les modèles de gestion des stocks par rapport à la

consommation réelle est très important pour les articles de type non aéronautique . Ceci est dû aux travaux hors chaîne imprévisibles et aux travaux de sous-traitance . Cet écart est faible pour les articles de classe S10 (articles aéronautique) , ceci s'explique par l'existence de plans de charge assez importants pour ce type d'articles . (ce qui confirme le diagnostic établi) .

Puisque les méthodes de gestion dépendent étroitement des prévisions futures, l'écart entre les consommations et les quantités commandées est d'autant plus faible que la prévision est proche de la réalité .

Ces résultats valident la classification que nous avons élaborée ainsi que les critères caractérisant chaque classe d'articles.

Il est important de noter que la taille de notre échantillon reste insuffisante pour confirmer les résultats . Ceci est dû au manque de données au niveau de l'entreprise .



CONCLUSION

CONCLUSION

Notre travail a consisté en l'élaboration d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des stocks, basé sur l'étude préventive.

Cette étude n'a pu être réalisée sans avoir procédé d'abord à un diagnostic approfondi de la fonction approvisionnement. C'est la partie la plus ardue et la plus longue de notre travail; comme cité par PETER DRUCKER, célèbre consultant américain, "un dirigeant efficace consacre au moins 50% de son temps à des tâches de diagnostic.

Sur la base de ce diagnostic, une classification des articles des stocks de l'ERMA a été suggérée et un certain nombre de modèles de gestion des stocks a été proposé pour chacune des classes établies.

Dans cette étude, l'aspect prévision constitue la base de notre méthodologie de résolution puisque c'est un facteur déterminant pour les méthodes de gestion. Une erreur de prévision se traduit par une rupture onéreuse ou une accumulation de valeur non moins regrettable.

Pour rendre cette gestion opérationnelle, nous avons élaboré un logiciel qui pourrait être d'une grande utilité pour l'entreprise. Néanmoins, certaines connaissances concernant les prévisions et l'outil informatique sont exigées du côté de l'utilisateur. Cette contrainte pourrait être levée en développant un module qui permettrait au système de procéder de manière automatique en se basant sur l'interview de l'utilisateur, d'une part, et sur les caractéristiques des différentes routines implémentées, d'autre part.

Enfin, une validation de nos modèles et de notre classification a été réalisée sur un échantillon d'articles. Toutefois, le problème d'échantillonnage reste à améliorer en rassemblant plus de données pour surmonter l'obstacle de la représentativité de l'échantillon.

Pour une bonne utilisation de notre logiciel, un certain nombre de suggestions sont mentionnées ci-après.

SUGGESTIONS

Une bonne gestion ne peut s'appuyer que sur des faits exacts; c'est-à-dire sur des données sûres. Il faut donc au départ avoir la meilleure connaissance possible à tout moment:

- des articles et de leurs caractéristiques diverses;
- de leurs consommations (donner beaucoup d'importance aux entrées/sorties);
- de leurs coûts;
- des quantités stockées.

Il faut attacher beaucoup d'importance à la prévision et par conséquent:

- bien connaître l'environnement (marché, concurrence) et son évolution;
- Connaître les lois statistiques de distribution des différents paramètres de gestion et les informations qu'elles fournissent.

Les coûts de gestion sont totalement ignorés à L'ERMA faute de comptabilité analytique. Il est donc impératif de faire une véritable étude des coûts pour éviter une sur-estimation ou une sous-estimation des coûts de gestion. Une méconnaissance de tels paramètres au sein de l'entreprise peut, à long terme, lui être préjudiciable.

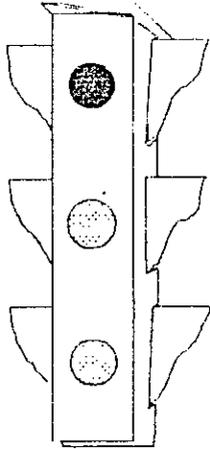
Une classification des fournisseurs s'avère aussi nécessaire puisque ces derniers sont de deux types: locaux et étrangers, et que par conséquent les facteurs délais et modes de paiement sont différents.

Une dernière suggestion, d'ordre général, est faite. Les magasins doivent être convenablement organisés et rangés. Un effort est toujours à faire dans ce domaine. Les moyens de manutention doivent être sûrs et adaptés aux produits à déplacer et à ranger.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]: CENTRE DU COMMERCE INTERNATIONAL.GENEVE
"MANUEL SUR LA GESTION DES APPROVISIONNEMENTS IMPORTES"
(1989)
- [2]: J-P.THIBAUT
"LE DIAGNOSTIC D'ENTREPRISE"
EDITION SEDIFOR (1989)
- [3]: F.MARCHESNAY
"LA STRATEGIE DU DIAGNOSTIC A LA DECISION INDUSTRIELLE"
EDITION CHOTARD (1985)
- [4]: M.GODET
"PROSPECTIVE ET PLANIFICATION"
EDITION ECONOMICA (1985)
- [5]: V.GIARD
"GESTION DE LA PRODUCTION"
EDITION ECONOMICA (1986)
- [6]: M. SARI
"GESTION DES STOCKS"
NOTES DE COURS 5ème ANNEE G.I (1992-1993)
- [7]: A.ECOTO
"INTRODUCTION A LA RECHERCHE OPERATIONNELLE"
EDITION MARKETING (1986)
- [8]: S.BUCHAN
"GESTION SCIENTIFIQUE DES STOCKS"
EDITION EYROLLES (1963)

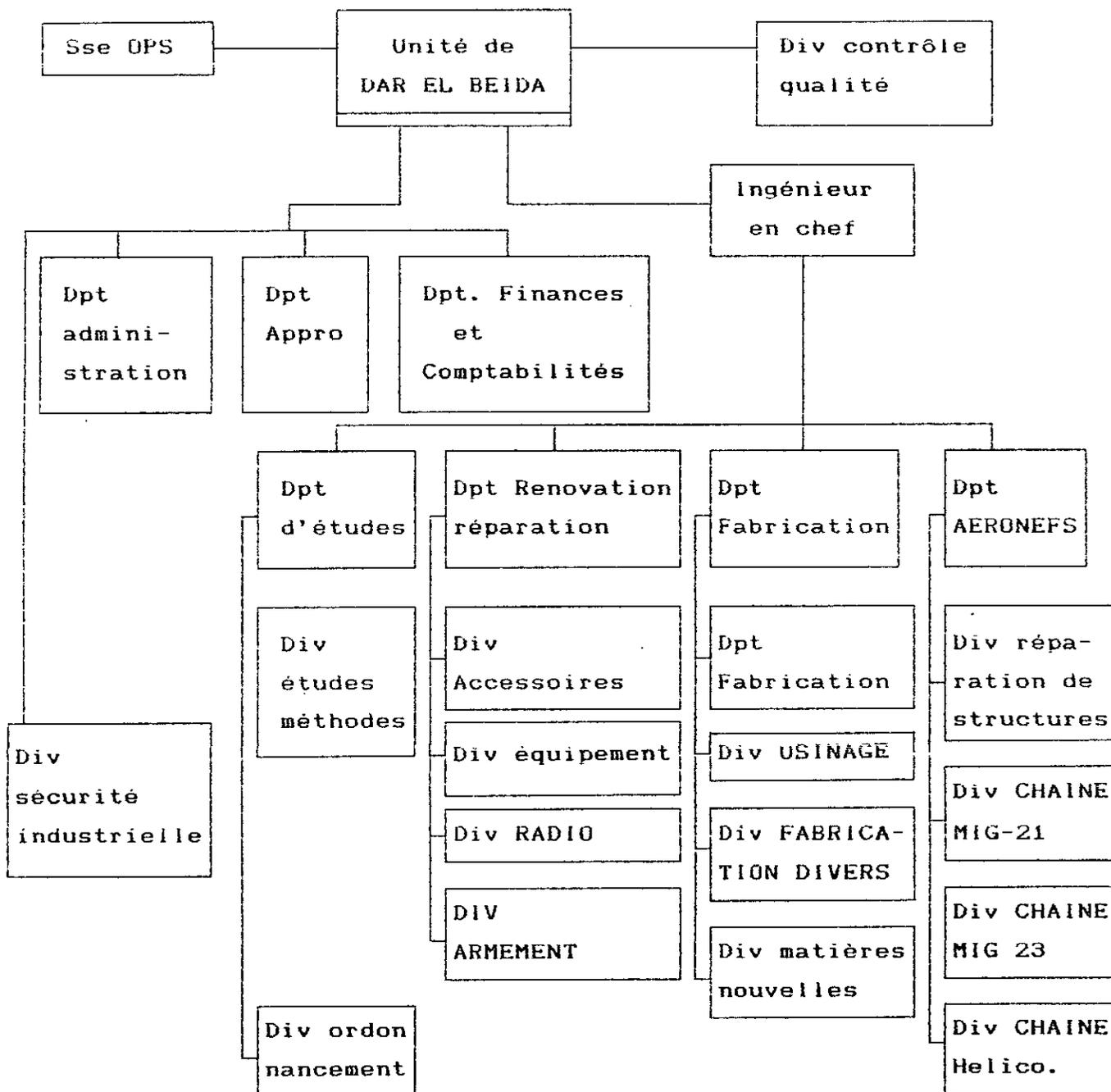
- [9]: K.GAITHER
"L'ENTREPRISE ET LA GESTION DES OPERATIONS"
EDITION HRW (1983)
- [10]: M.MAKRIDAKIS
"METHODES DE PREVISION POUR LA GESTION"
EDITION ORGANISATION (1983)
- [11]: A.SILVER
"DECISION SYSTEMS FOR INVENTORY MANAGEMENT AND PRODUCTION
PLANNING"
EDITION WILEY (1985)
- [12]: S.LAMBERT
"LA FONCTION ORDONNANCEMENT"
EDITION ECONOMICA (1988)
- [13]: P.ASOLAY & P.DASSONVILLE
"RECHERCHE OPERATIONNELLE DE GESTION"
EDITION DUNOD (1981)
- [14]: A.RAMBAUX
"GESTION ECONOMIQUE DES STOCKS"
EDITION DUNOD (1982)
- [15]: N.BAHLOUL & M.BAKALEM
"ELABORATION DE MODELES DE SIMULATION DE STOCKS
REPARABLES"
P.F.E DEPARTEMENT G.I ENP (Juin 1991)



ANNEXE

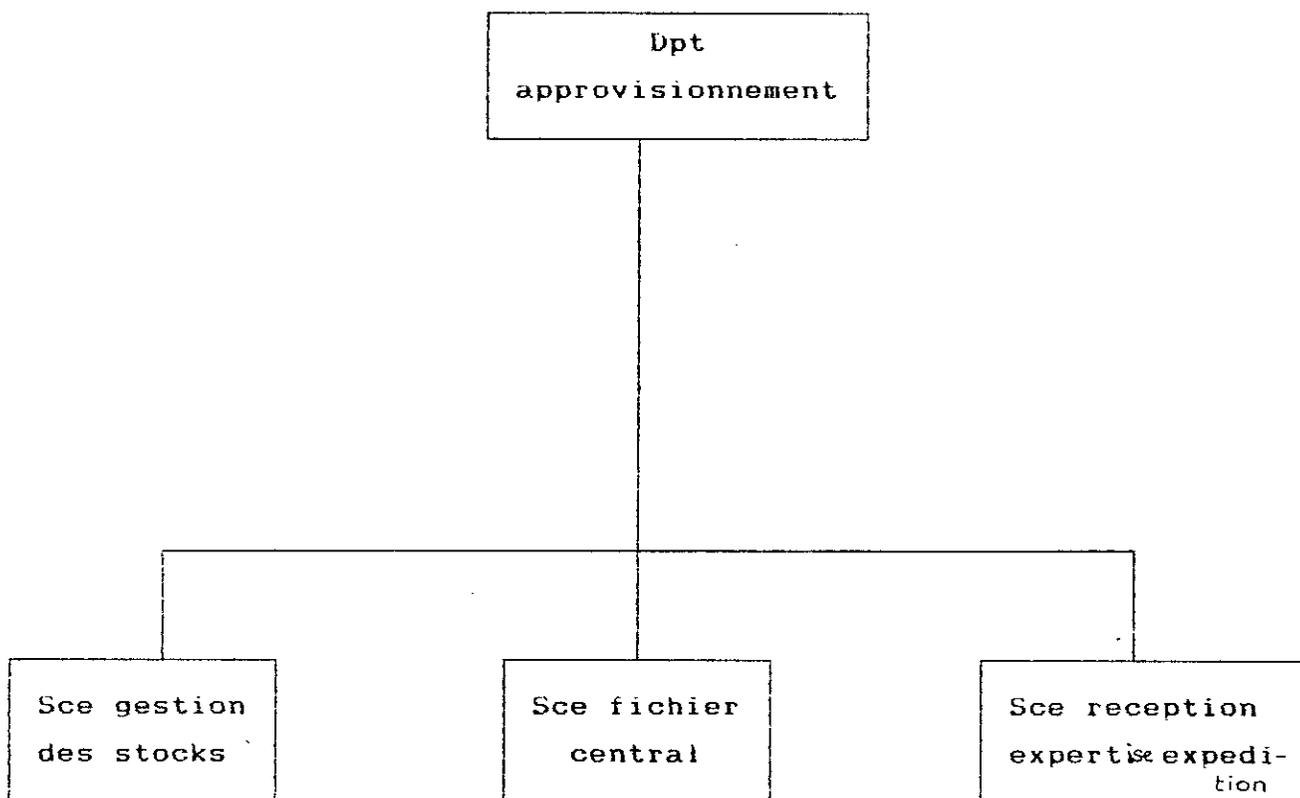
A N N E X E I

O R G A N I G R A M M E D E L ' E R M A



Div : division , Dpr : département , Sse : service .

ANNEXE II

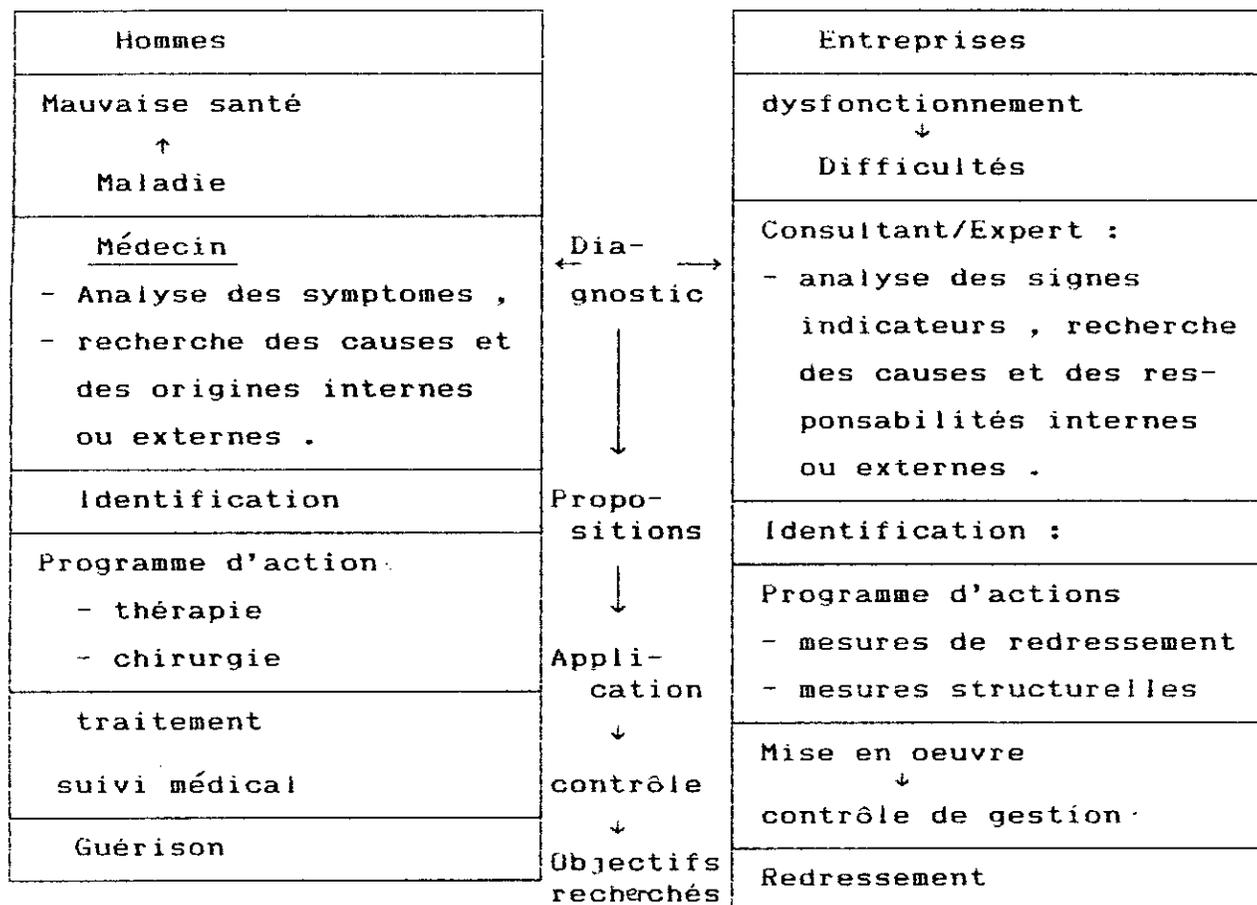


DEPARTEMENT APPROVISIONNEMENT

ANNEXE IIIDIAGNOSTIC1/ Définition :

Le terme diagnostic vient du grec "Diagnoscticos" qui signifie apte à discerner .

Le diagnostic est la découverte des facteurs qui font que les choses ne puissent plus continuer comme elles le sont .
la comparaison suivante. peut être établie .

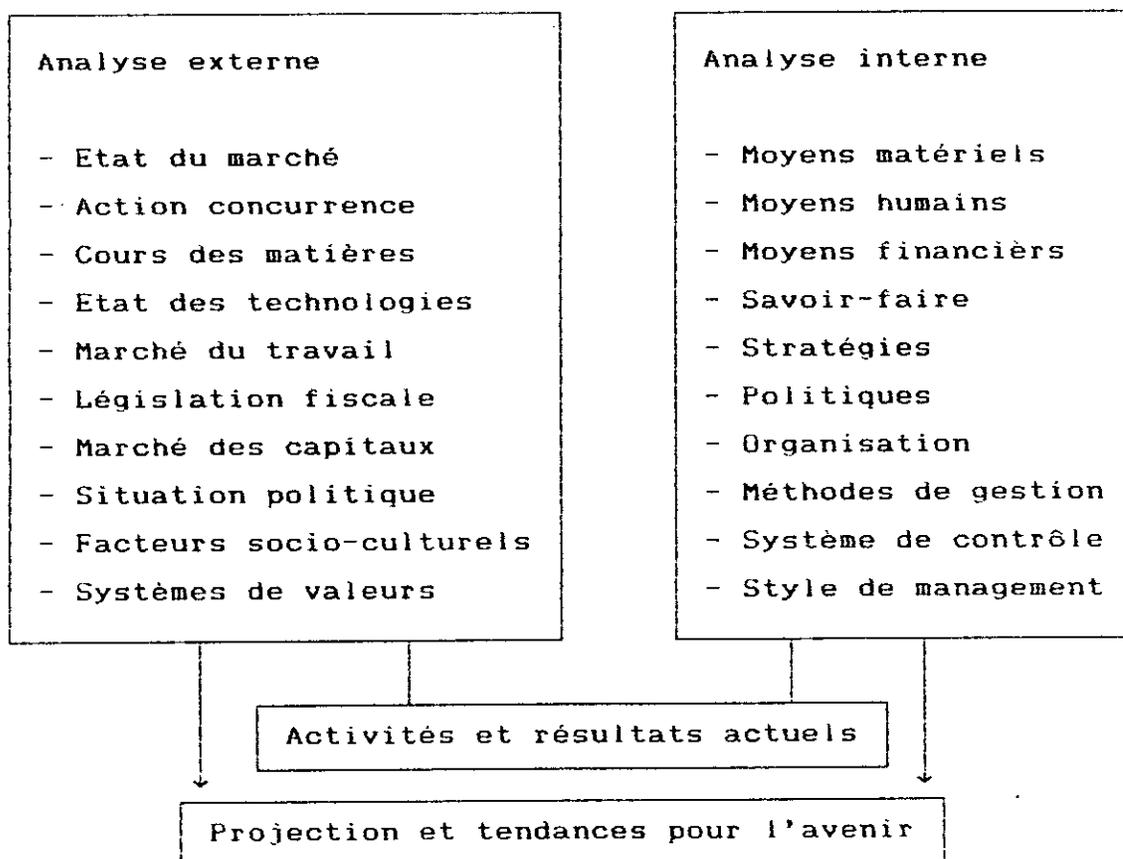


ARTICULATION DU DIAGNOSTIC [2]

Le diagnostic s'insère alors dans le processus de gestion prévisionnelle et du management stratégique ; Peter Drucker célèbre consultant américain , écrit qu'un dirigeant efficace consacre au moins 50 % de son temps à des tâches de diagnostic .

Le diagnostic constitue bien l'outil d'information permettant d'identifier les différentes variables et alternatives , de ce point de vue là , il constitue un moyen au service de la volonté de changement et de progrès qui caractérise le management performant .

SCHEMA DE LA DEMARCHE DU DIAGNOSTIC [2]

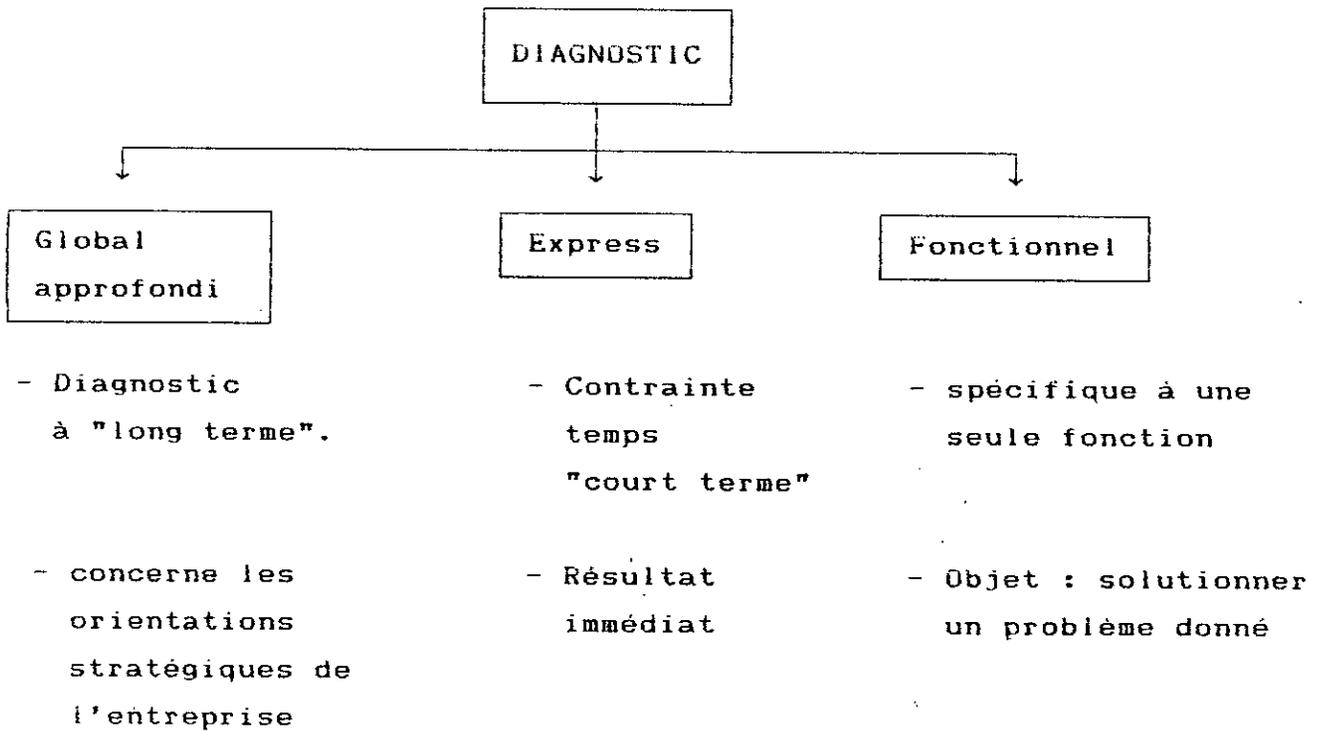


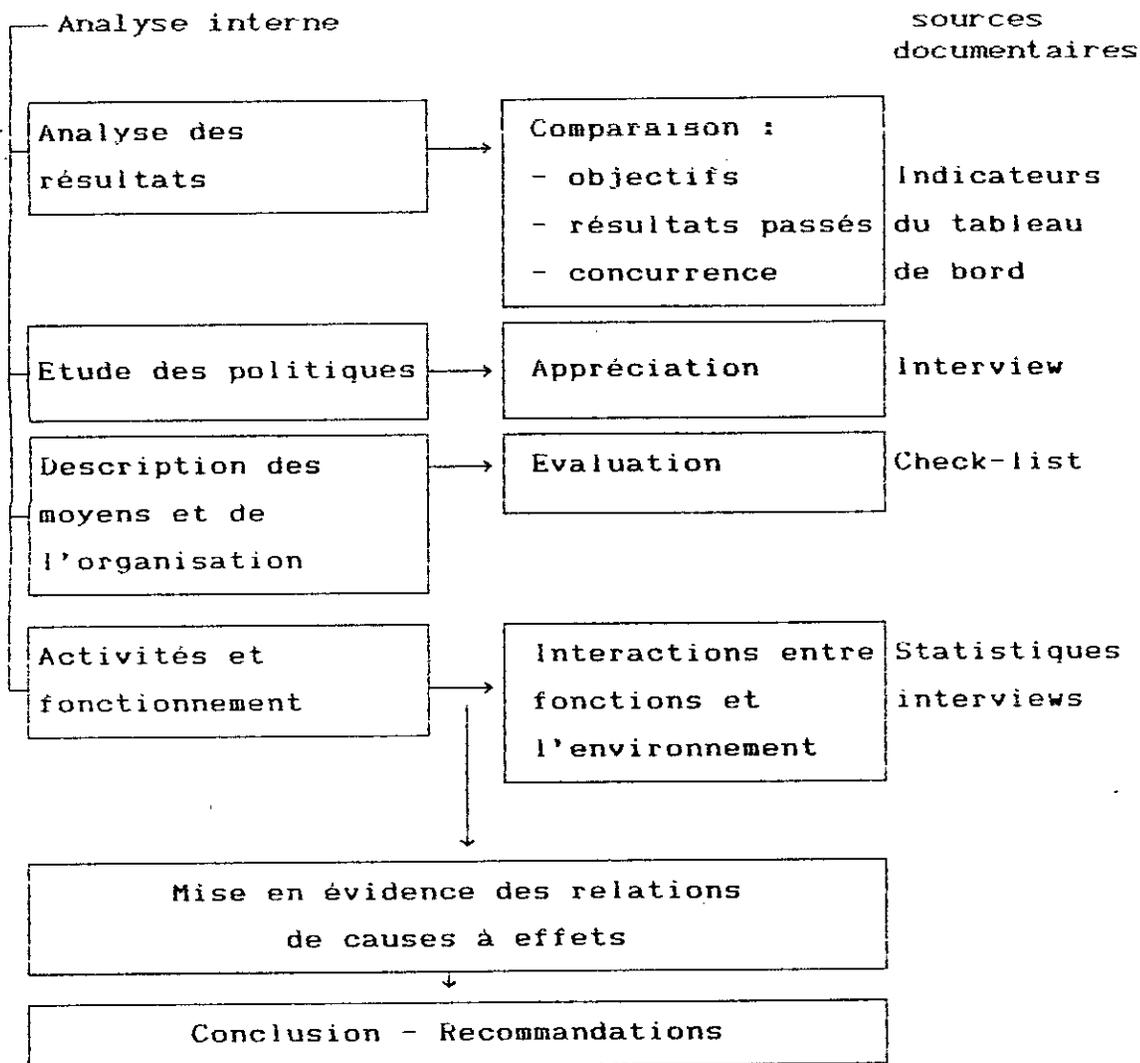
Activités futures , Résultats possibles .

2/ Les différentes formes du diagnostic :

Selon les circonstances , la nature des problèmes ou l'urgence , le diagnostic pourra revêtir plusieurs formes sans que celles-ci altèrent le principe et la rationalité de la démarche .

Le principe et la rationalité de la démarche .





SCHEMA D'ANALYSE D'UNE FONCTION [3]

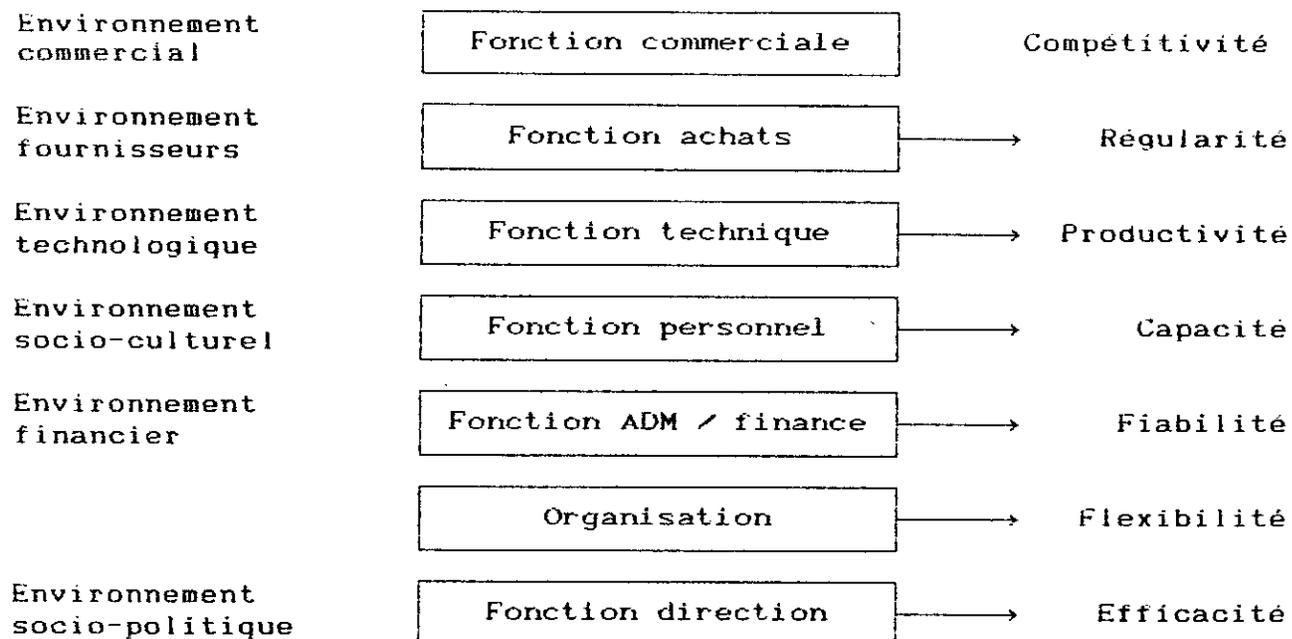
Phases et articulation d'un diagnostic d'entreprise

PHASE 1 : ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

Analyse financière globale	
Compte de résultats	—————→ analyse de la rentabilité
Bilans	—————→ analyse de la structure financière

Analyse détaillée des coûts et des flux financiers	
Analyse des charges par fonctions	
Analyse des marges par produits ou par branches d'activités	
Analyse des flux financiers par branches d'activités	

PHASE 2 : DIAGNOSTIC FONCTIONNEL



PHASE 3 : DIAGNOSTIC STRATEGIQUE

Segmentation des domaines d'activités stratégiques

Analyse externe
Tendance du marché
Facteurs de succès
Action de la concurrence

Analyse interne
Savoir-faire
Points forts
Points faibles

EXEMPLE DE QUESTIONNAIRES

Questionnaire	oui	non
<p>GESTION DES ACHATS:</p> <ul style="list-style-type: none"> * existe-t-il un répertoire (fichier) à jour des principaux fournisseurs? * les bons de commandes envoyés aux fournisseurs précisent-ils systématiquement: <ul style="list-style-type: none"> - les spécifications techniques? - les quantités par unités de mesure? - les prix et la devise de facturation? - les délais de livraison (partielle, totale)? - les lieux de livraison? - l'emballage/conditionnement? - les conditions de transport? - les remises, ristournes? * y a-t-il un système de suivi et de relance systématique auprès des fournisseurs? * les marchandises reçues sont-elles contrôlées systématiquement sur le plan: <ul style="list-style-type: none"> - des quantités? - de la qualité? * etc... <p>GESTION DES STOCKS</p> <ul style="list-style-type: none"> * existe-t-il un fichier à jour de toutes les catégories de stocks: <ul style="list-style-type: none"> - manuel? - informatisé? * tous les mouvements de stocks entrées/sorties sont-ils: <ul style="list-style-type: none"> - saisis sur un document formalisé? - transcrits immédiatement sur les fiches articles? 		

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">* les informations concernant les mouvements précisent-elles:<ul style="list-style-type: none">- la date du mouvement?- l'origine de la provenance ou le service destinataire?- les quantités par référence?- les rendus éventuels?* indépendamment des fichiers de stocks, la comptabilité tient-elle un inventaire permanent?* procède-t-on régulièrement à des contrôles physiques des stocks:<ul style="list-style-type: none">-inventaires tournants?-inventaire annuel?* pour les articles les plus importants(80/20) en valeur et en quantité, contrôle-t-on systématiquement:<ul style="list-style-type: none">- quantités annuelles commandées?- quantités moyennes d'une commande?- nombre de commandes?- stocks moyen?- délai de rotation?- délai moyen de livraison?- nombre de ruptures de stocks?* etc... | | |
|---|--|--|

ANNEXE IV

Classification des stocks

Méthodes ABC (Méthode des 20-80) :

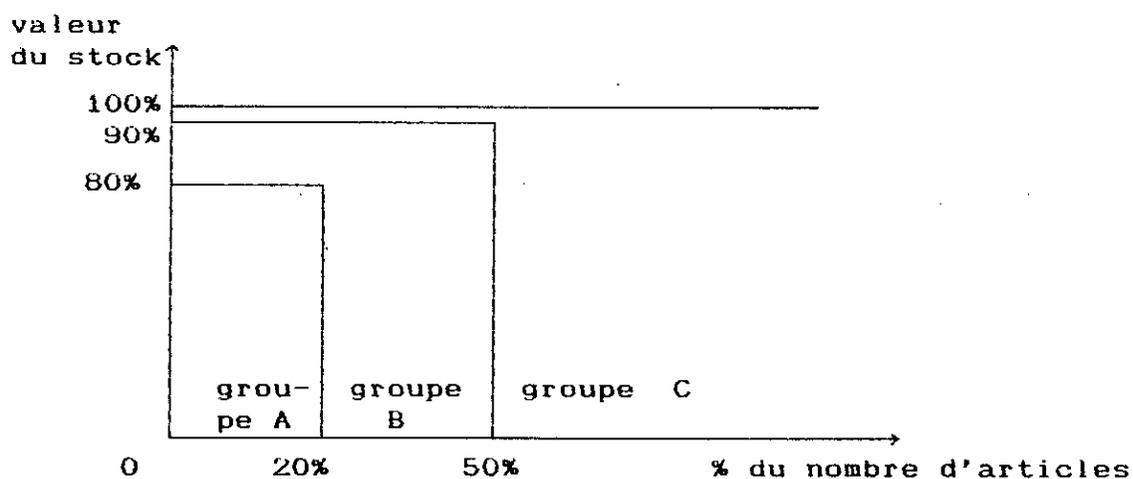
Cette méthode permet d'opérer un classement des articles en trois groupes (notés A, B et C) d'importance décroissante .

Elle peut être utilisée pour différents critères :

- valeur de stock ;
- consommation annuelle ;
- espace consommé ;
- heures de manutentions , etc ... [5]

Le choix du critère étant une affaire de bon sens et de connaissance du terrain .

Si on choisit le premier critère pour l'analyse , cette méthode permet d'identifier les stocks dominants de l'entreprise qui représentent les plus lourdes immobilisations financières .



Les articles du groupe A ne comptent que pour 20 % des articles en stock , mais représentent 80 % de la valeur totale des stocks .

Les articles du groupe B comptent pour environ 30 % des articles en stocks et représentent 15 % de la valeur totale des stocks .

Les matières du groupe C comptent pour 50 % des articles en stocks mais ne représentent environ que 5 % de la valeur totale des stocks .

Le responsable des approvisionnements , doit surveiller en priorité les produits du groupe A , sans négliger pour autant les produits des groupes B et C . En effet , un produit du groupe C , d'une importance financière négligeable , peut représenter l'élément principal d'un programme de fabrication ou de vente , c'est à dire un coût de rupture très important . Donc le bon sens le plus élémentaire conseille de réserver à ces articles "critiques" le même traitement privilégié que les articles du groupe A .

ANNEXES V

PREVISION PAR LA METHODE DU LISSAGE EXPONENTIEL : [8]

La méthode sert à une révision continue des prévisions en utilisant les informations les plus récentes .

Pour le type de pièces "à grande consommation" , on part d'une première approximation (K_0) de la quantité par avion . Lorsque commencent à être disponible des chiffres réels, on détermine un "coefficient de consommation" qui est égal au quotient de la consommation réelle du mois m (S_m) par la consommation prévue initialement pour ce mois . Cette dernière est égale au produit du nombre d'avions à sortir dans le mois (P_m), par l'estimation initiale (K_0) du nombre de pièces par avion) .

Le "coefficient de consommation" le plus récent X_m fait alors l'objet d'une moyenne pondérée avec le coefficient "moyen" obtenu à la fin du mois précédent, ce qui donne un nouveau coefficient moyen. Ce dernier multiplié par le programme de production du mois suivant et par l'estimation initiale K_0 , fournit les consommations prévues pour ce mois. L'équation (1) donne la formule reliant le programme de production mensuel aux consommations réelles et prévus d'une pièce . Le coefficient X_m aurait pu être calculé directement en tant que rapport de la consommation réelle S_m sur la consommation prévue initiale $K_0 P_m$. Ceci semble plus logique et, cependant, il est calculé à partir des prévisions de consommation des mois courants F_m ($F_m = \text{forecast } m$) et du coefficient moyen du mois précédent $\overline{X_{m-1}}$.

En effet ce dernier terme est disponible en tant que prévision antérieure calculée .

$$X_m = \frac{S_m}{K_0 P_m} = \frac{S_m}{(\bar{X}_{m-1} K_0 P_m) / X_{m-1}} = \frac{S_m}{F_m / \bar{X}_{m-1}} \quad (1)$$

avec : X_m : coeff de consommation pour le mois courant m .

g_m : consommation réelle du mois m , en nb d'unités .

P_m : programme de production d'avions au mois m .

\bar{X}_{m-1} : coefficient moyen du mois précédent .

F_m : prévision de consommation pour le mois m .

La méthode du "lissage exponentiel" dont nous allons dire quelques mots donne des résultats similaires à celle des moyennes mobiles mais ne requiert qu'un nombre plus faible de données antérieures , et cet avantage compte lorsque la capacité de mémoire de l'ordinateur est limitée .

Son application dans le sens qui nous intéresse , revient à faire une moyenne pondérée des coefficients de consommation du mois le plus récent et du coefficient "moyen" de consommation précédent . Pour cela (équation 2) , on multiplie X_m par une constante de lissage entre 0 et 1 , et \bar{X}_{m-1} . On déduit alors par la formule (3) les prévisions du mois suivant F_{m+1} .

Pour le mois initial de cette récurrence , le coefficient moyen est pris systématiquement égal à l'unité pour tous les articles et les valeurs suivantes sont automatiquement élaborées par le système au fur et à mesure de l'arrivée du chiffre des quantités réellement utilisées .

$$\bar{X}_m = (1 - \alpha) \bar{X}_{m-1} + \alpha \cdot X_m \quad (2)$$

$$F_{m+1} = \bar{X}_m \cdot K_0 \cdot P_{m+1} \quad (3)$$

Plus α est grand , plus les prévisions sont sensibles aux changements dans les quantités utilisées . Une valeur élevée de α

équivalait dans la méthode des moyennes mobiles à prendre en compte un petit nombre de mois précédents, ce qui permet à la prévision de réagir rapidement en cas de variation de la tendance. Cependant si la consommation est très variable, une telle sensibilité peut n'être pas désirable. Prendre α égale à 0,2 (valeur retenue pour la majorité des articles) est en gros équivalent à une moyenne mobile de six mois. Pour quelques pièces à consommation très variable, cette valeur conduit à une sensibilité encore bien forte devant les imprévus et α fut ramené à 0,1 (ce qui en gros correspond à une moyenne mobile incluant 19 mois).

Durant les premiers mois de l'application du système, les prévisions furent obtenues par la formule (3) seulement, mais au fur et à mesure de l'accumulation des données, il est possible d'envisager une amélioration des prévisions en faisant jouer la tendance générale comme l'indique l'équation (4), la nouvelle tendance intéressant chaque article est calculée tous les mois par une méthode ressemblant à celle utilisée dans la pondération du coefficient de consommation.

La tendance de début est prise égale à zéro et les valeurs successives de la tendance générale sont ensuite obtenues automatiquement :

$$\bar{T}_m = \alpha (\bar{X}_m - \bar{X}_{m-1}) + (1 - \alpha) \bar{T}_{m-1} \quad (4)$$

$$\bar{X}_{m+1} = \bar{X}_m + \left(\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \bar{T}_m \quad (5)$$

avec : \bar{T}_m : tendance moyenne des coefficients moyens.

\bar{X}_{m-1} : coefficient de consommation moyen, utilisé pour les prévisions du mois suivant.

Dans le système perfectionné, le \bar{X}_{m+1} tiré de (5) est porté dans (3) pour obtenir une prévision du

mois suivant.

Durant les premiers mois , une "variance" est calculée pour chaque article suivant l'équation (6)

$$\bar{V}_m = \alpha | X_m - \bar{X}_{m-1} | + (1 - \alpha) \bar{V}_{m-1} \quad (6)$$

où \bar{V}_m : variance du mois courant m .

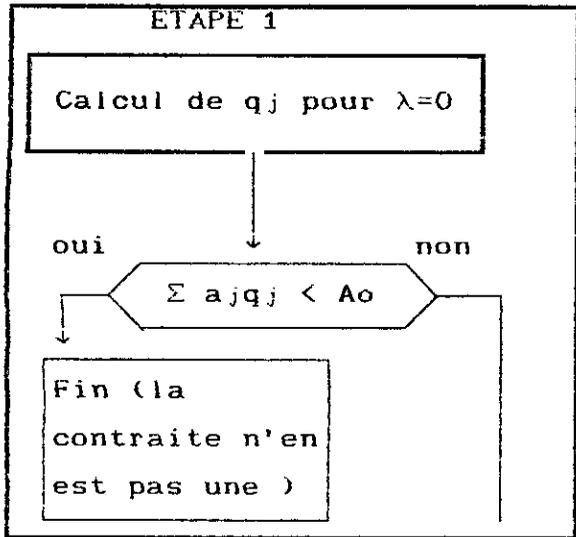
$| X_m - \bar{X}_{m-1} |$: valeur absolue de la différence entre le coefficient de consommation du mois courant et le coefficient moyen du mois précédant .

Ce calcul de variance permet à l'ordinateur de sortir une liste des articles ordonnés suivant la valeur de leurs variances . La plupart d'entre elle se situent entre 0,5 et 1,5 . Lorsque cette valeur dépasse 1,5, α est réajusté selon une échelle de correspondance, c'est ainsi qu'une variance de 2,2 entraîne un nouvel α égal à 0,08 . Cette liste donne ainsi le moyen de repérer les articles dont il faut étudier les consommations en raison de leurs grands écarts .

L'opération qui a été décrite a été menée avec les conseils de SANFORDS ACKERMAN réalisée dans une compagnie aérienne américaine (industrie aéronautique) .

ANNEXE VI

Algorithme de recherche de λ^* (modèle de Wilson)



$$q_j = \sqrt{\frac{2 C_L \cdot Q_j}{\theta \cdot C_s + 2\lambda a_j}}$$

$$\sum a_j q_j - A_0 = 0$$

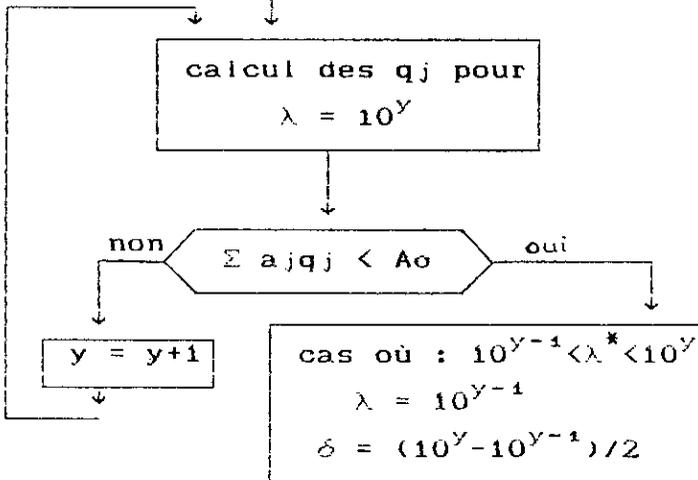
δ : accroissement de λ

calcul des qj
 $\lambda = 1$

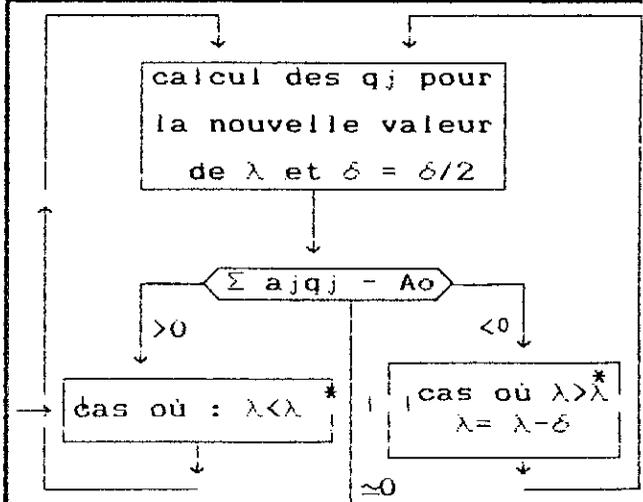
$\Sigma a_j q_j < A_0$

cas où $\lambda^* > 1$
 $y = 1$
(initialisation)

cas où : $0 < \lambda^* < 1$
 $\lambda = 0$, $\delta = 1/2$



ETAPE 2



cas de $\lambda = \lambda^*$

ETAPE 3

FIN $q^*_j = Q_j$

consommations de l'article 4
classe: S2B

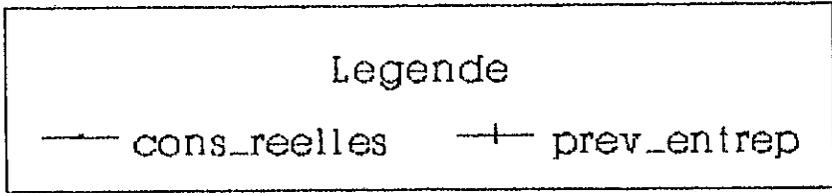
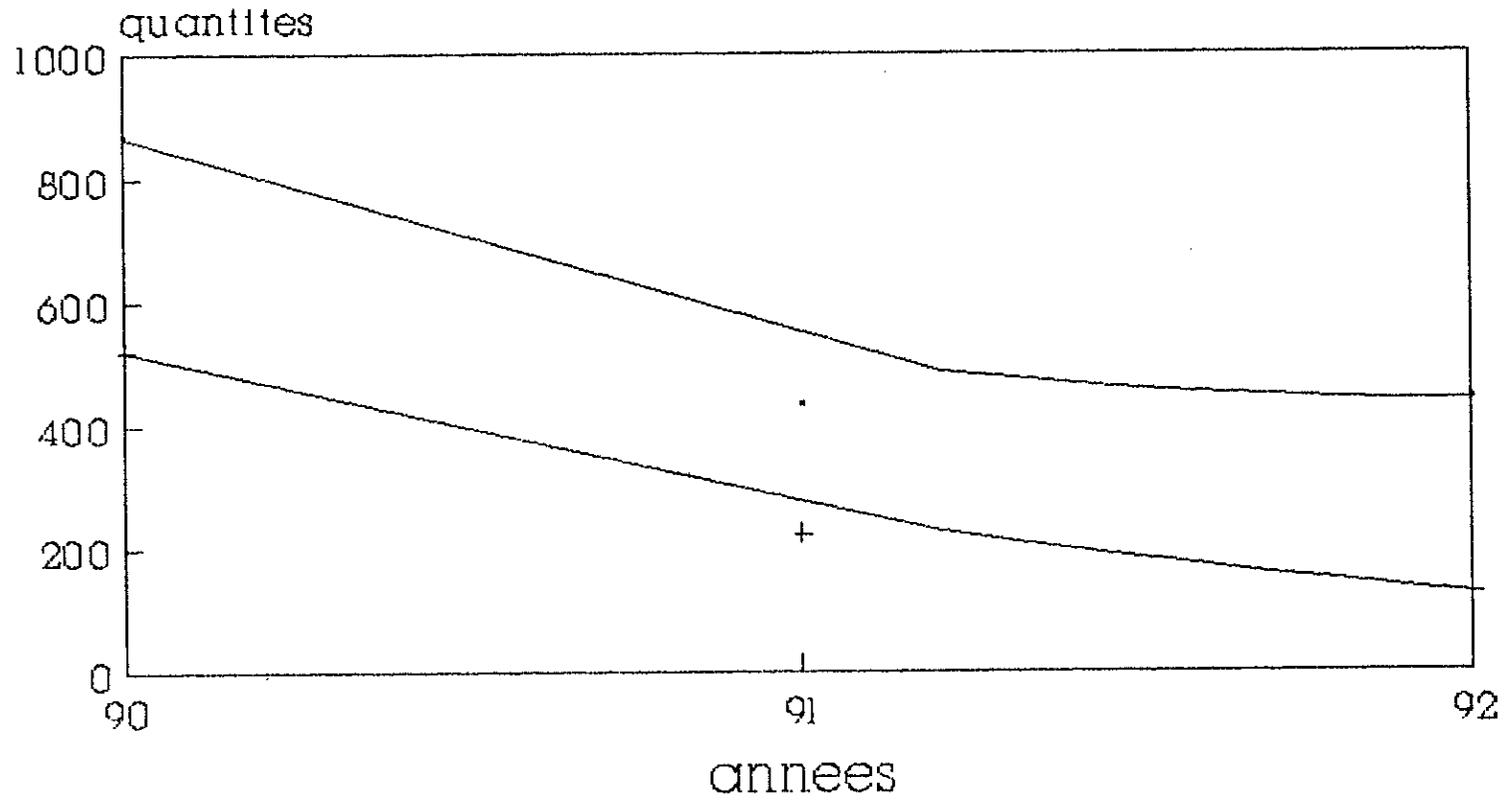


FIGURE 6

consommations de l'article 5

classe: S2B

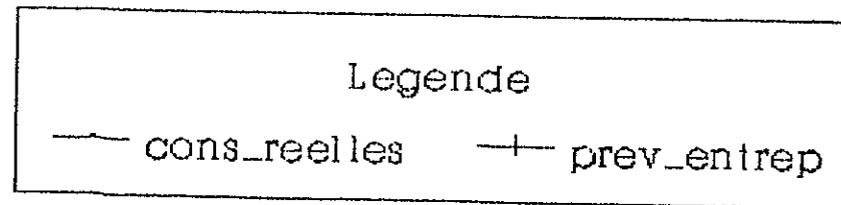
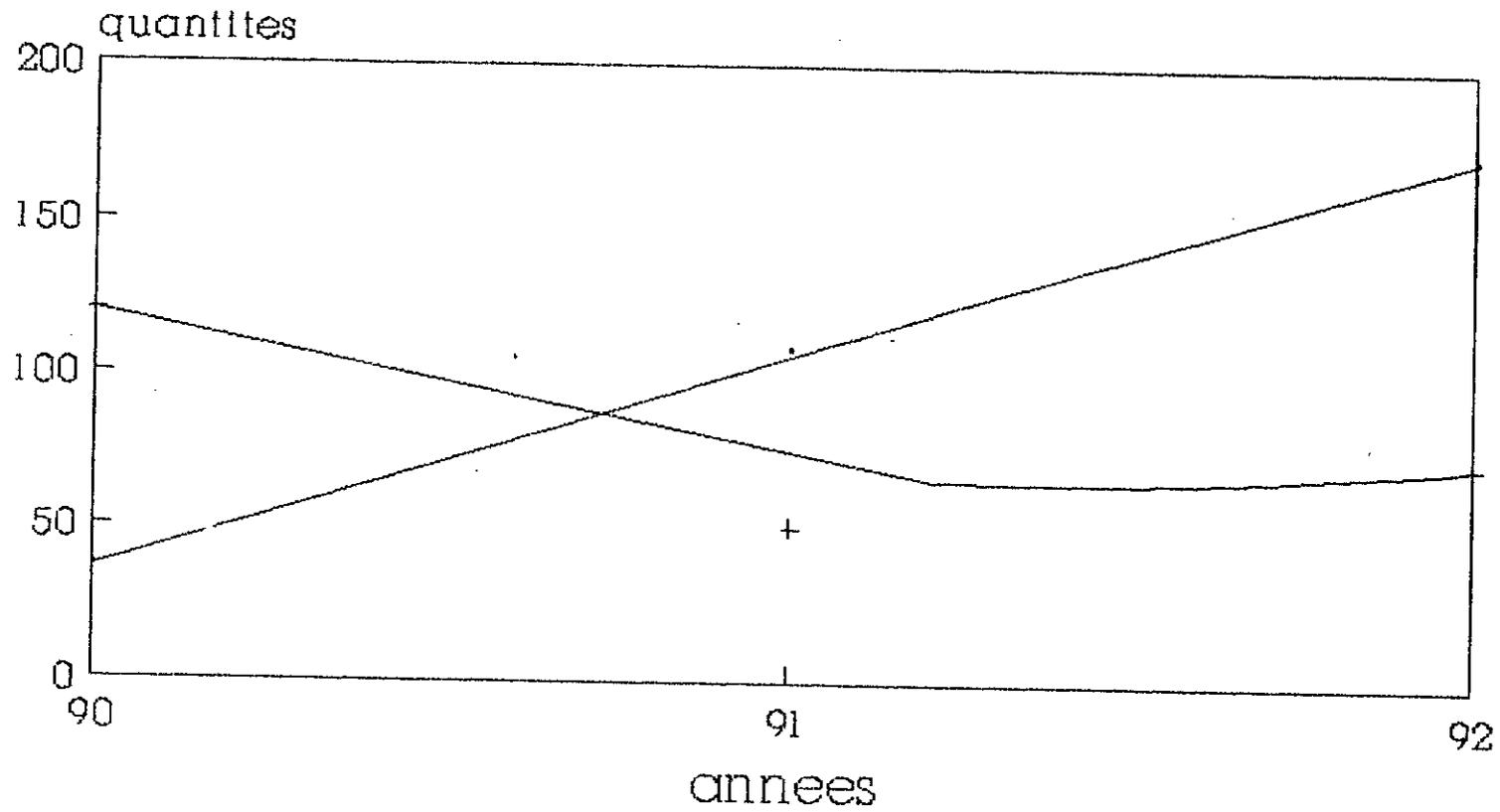
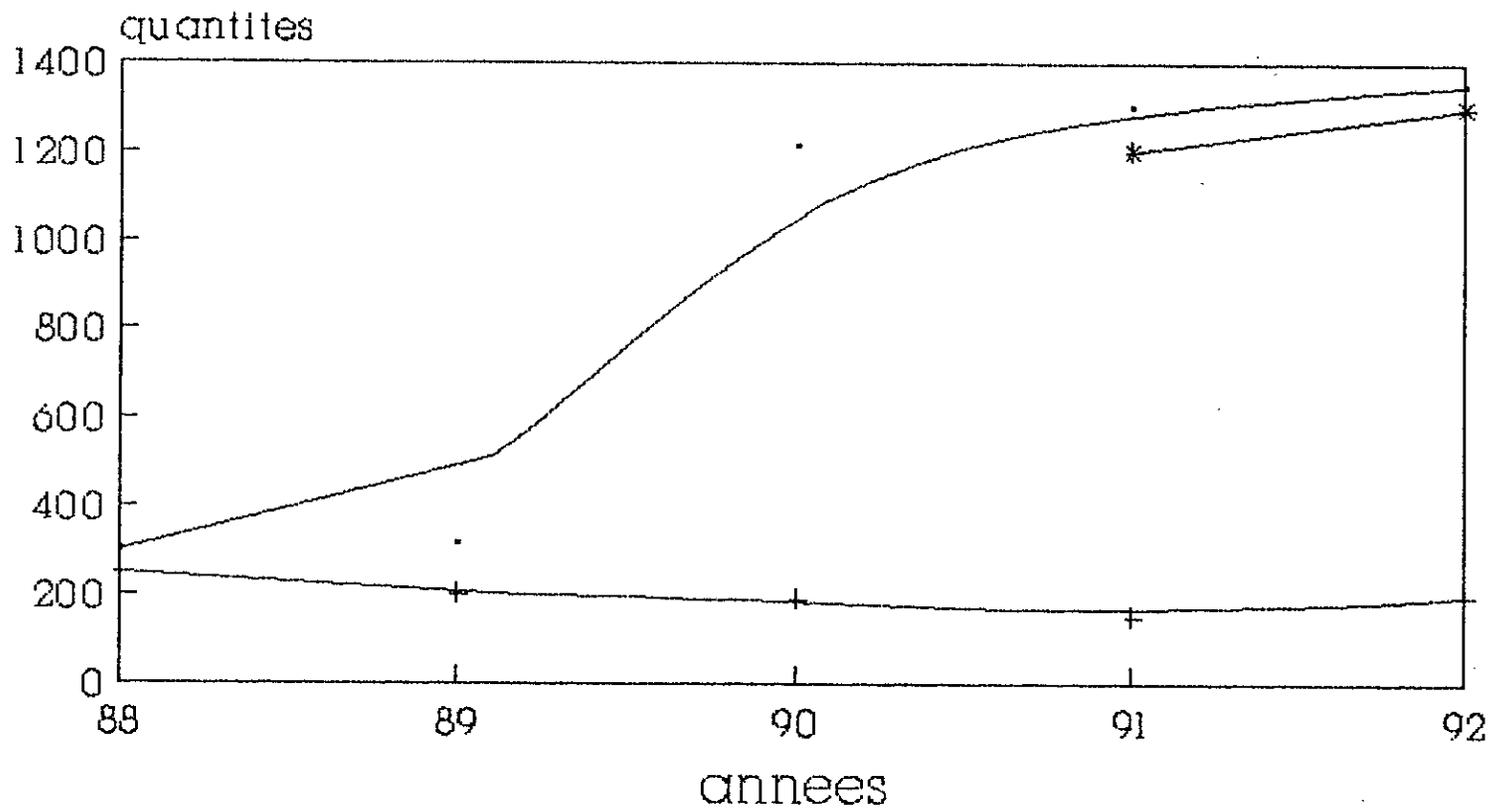


FIGURE 7

consommations de l'article 7

classe: S2A



Legende

— cons_reelles

+ prev_entrep

* prev_logic

FIGURE 8

consommations de l'article 8
classe: 82A

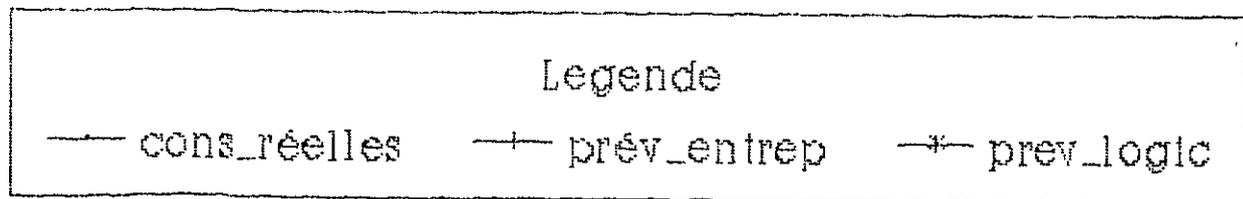
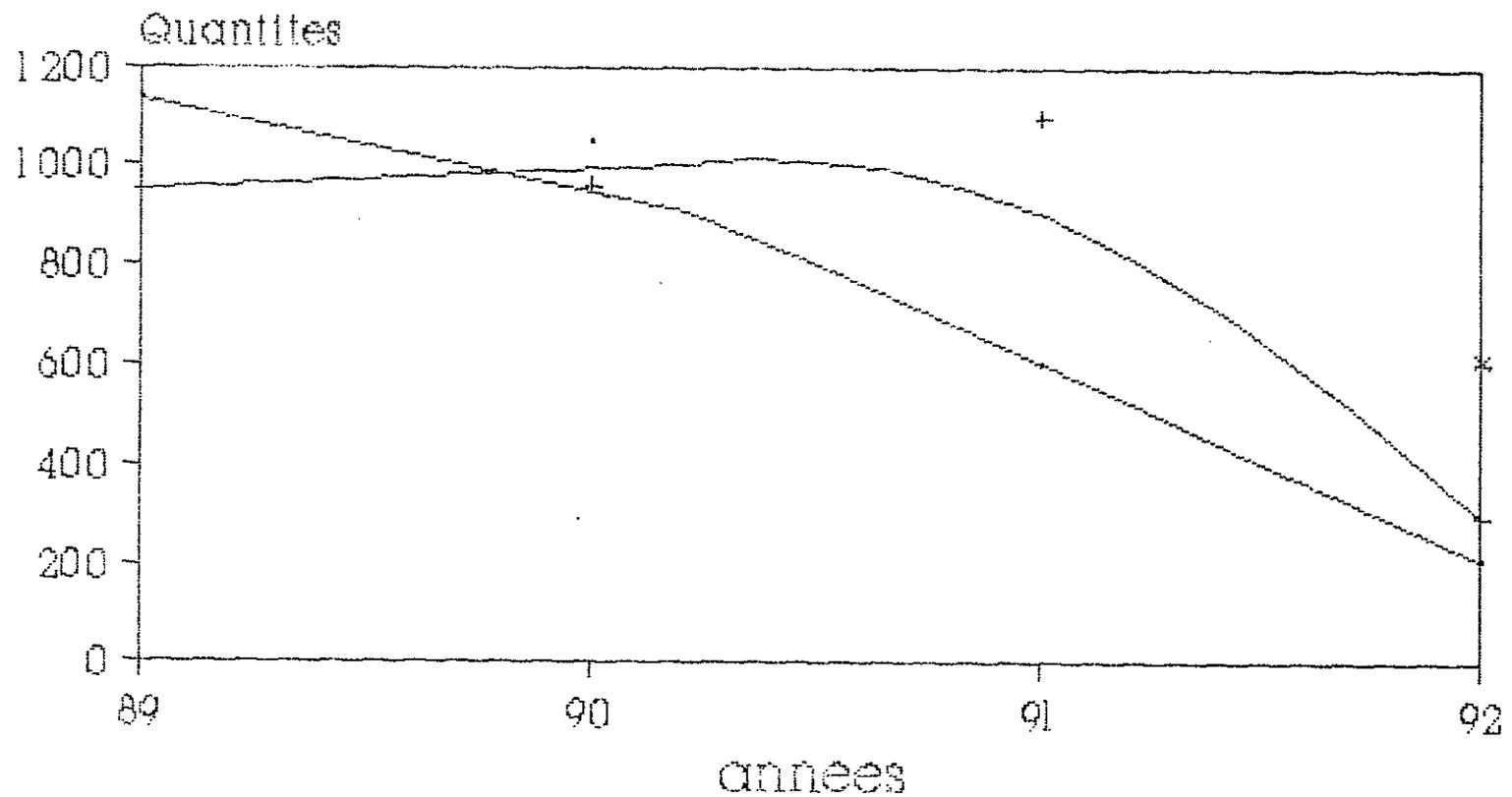
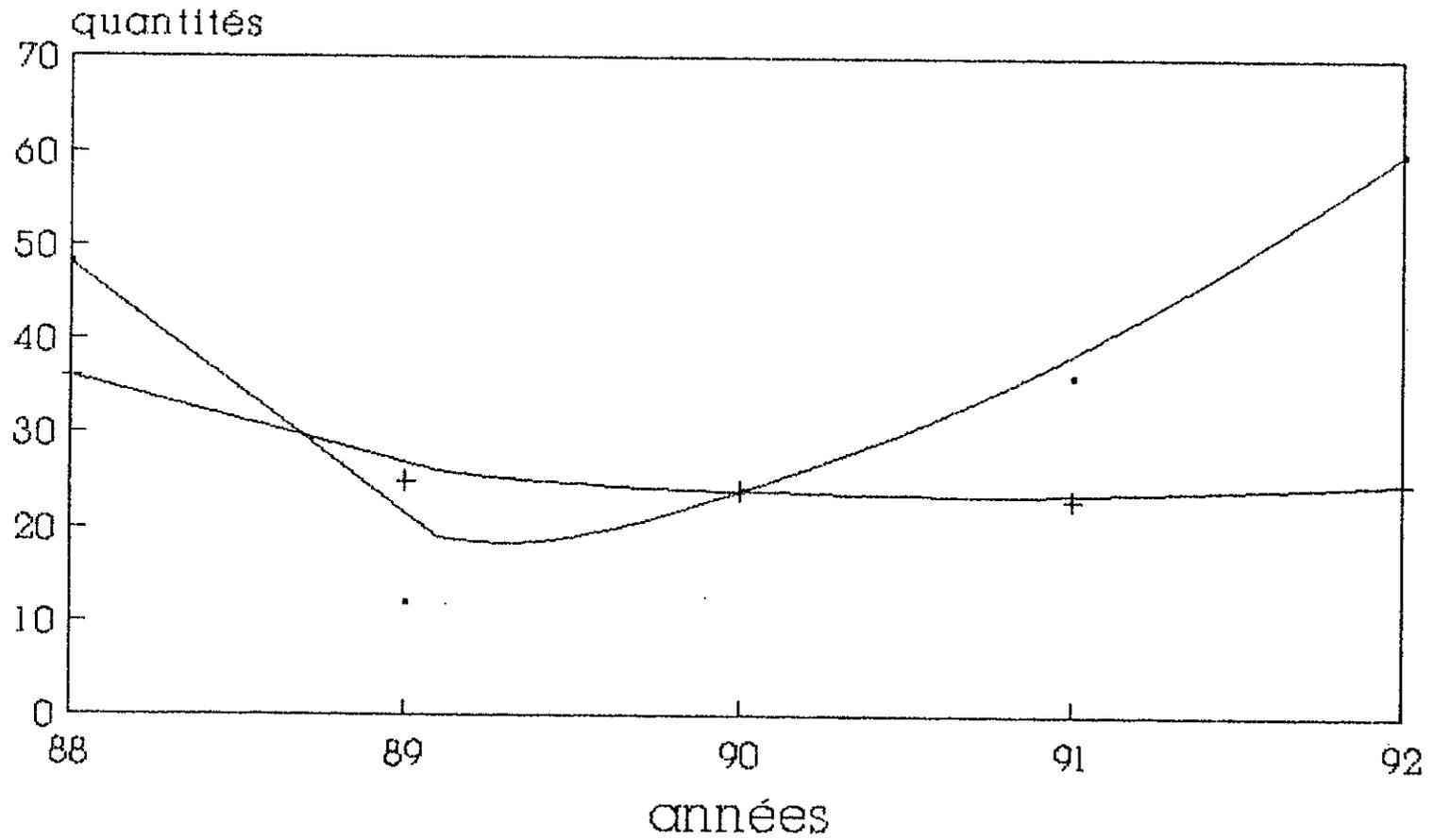


FIGURE 9

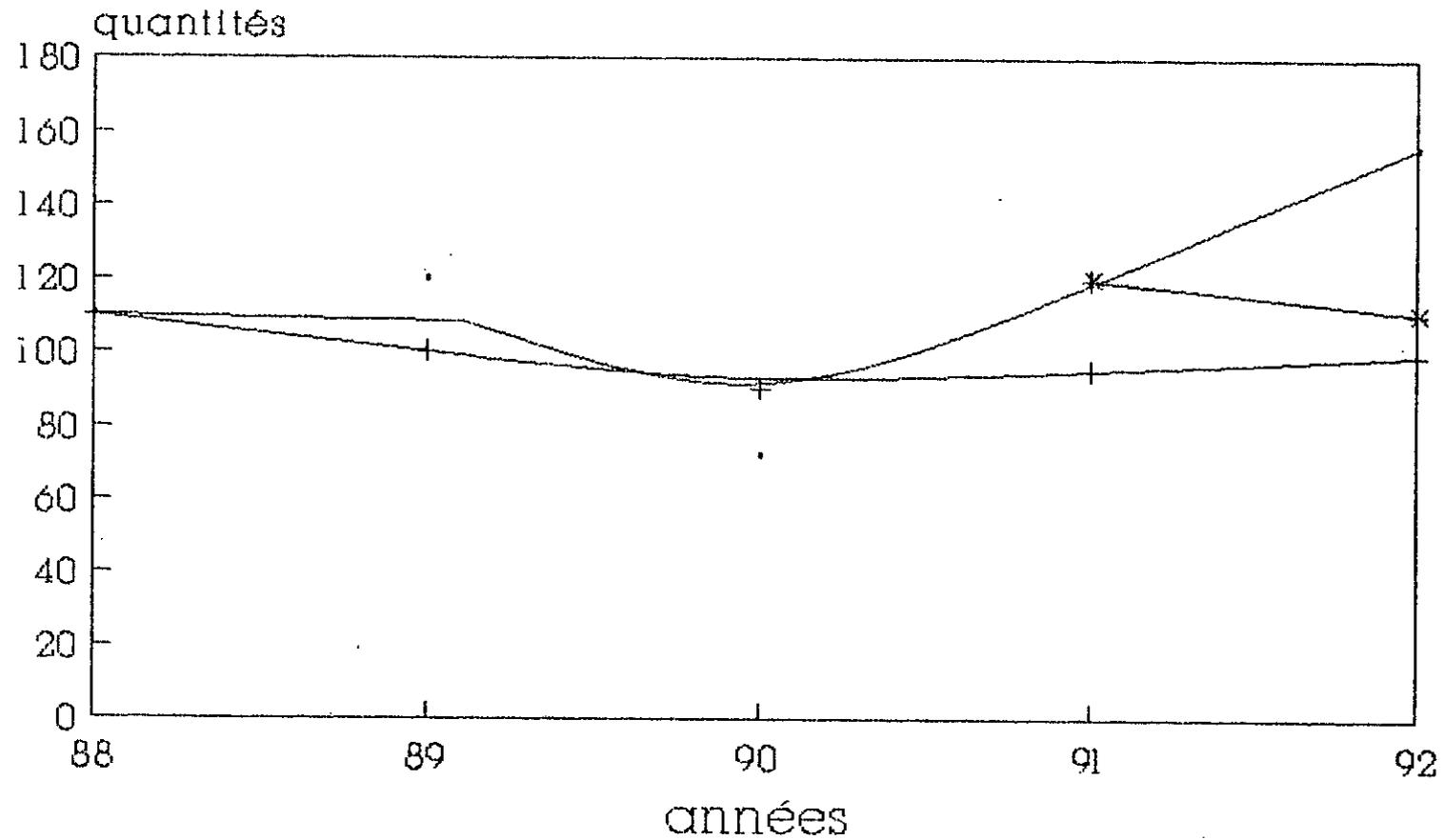
consommations de l'article 10
classe: S2B



—•— cons_reelles —+— prev_entrep

FIGURE 10

consommations de l'article II
classe: S10



— cons_reelles + prev_entrep * prev_logic

FIGURE 11

consommations de l'article 12

classe: 810

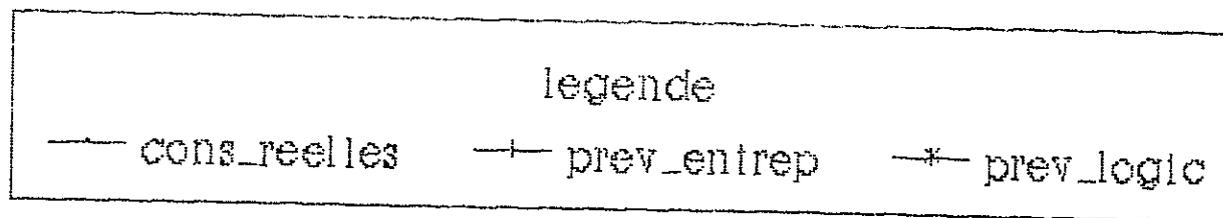
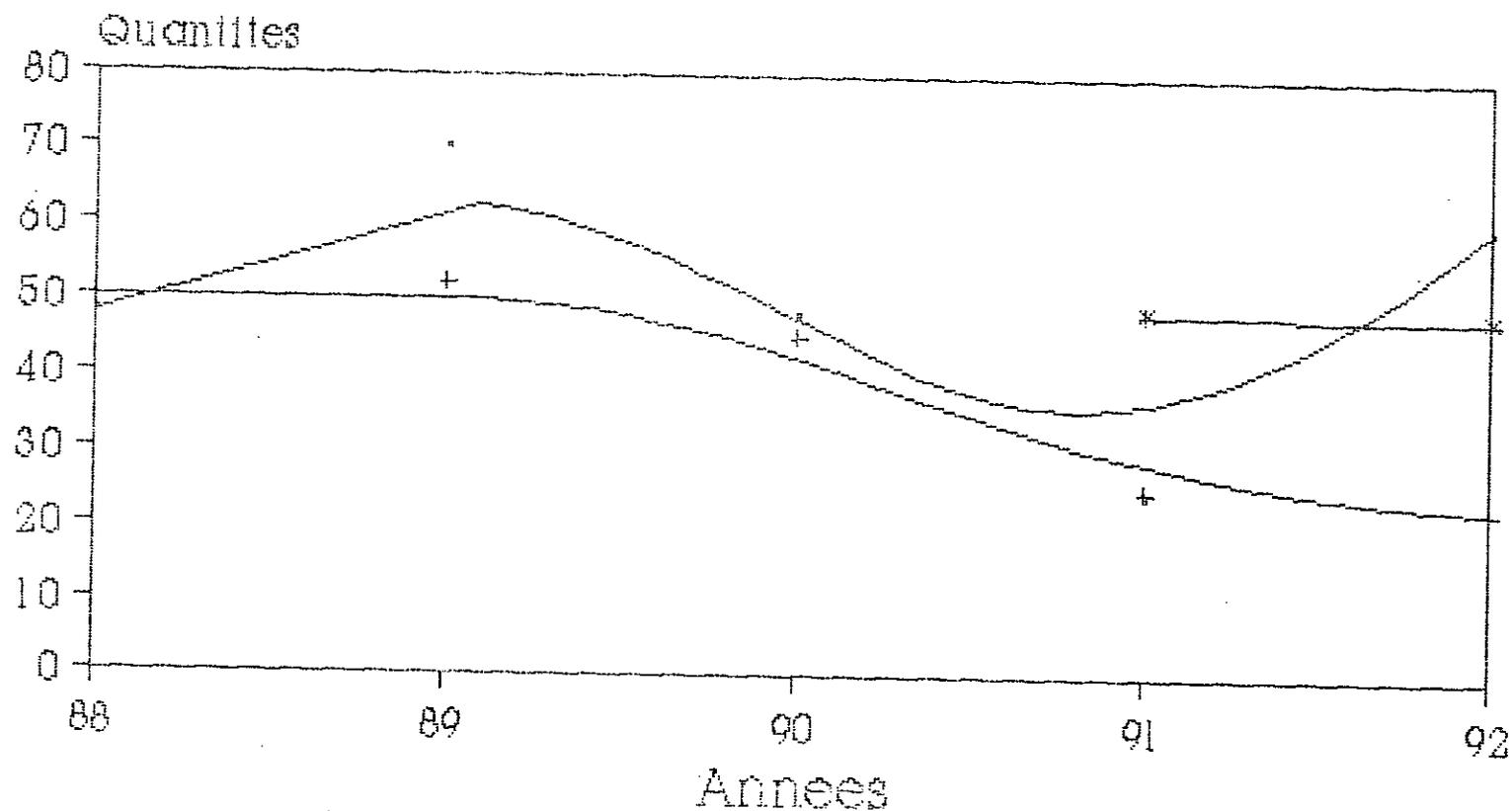
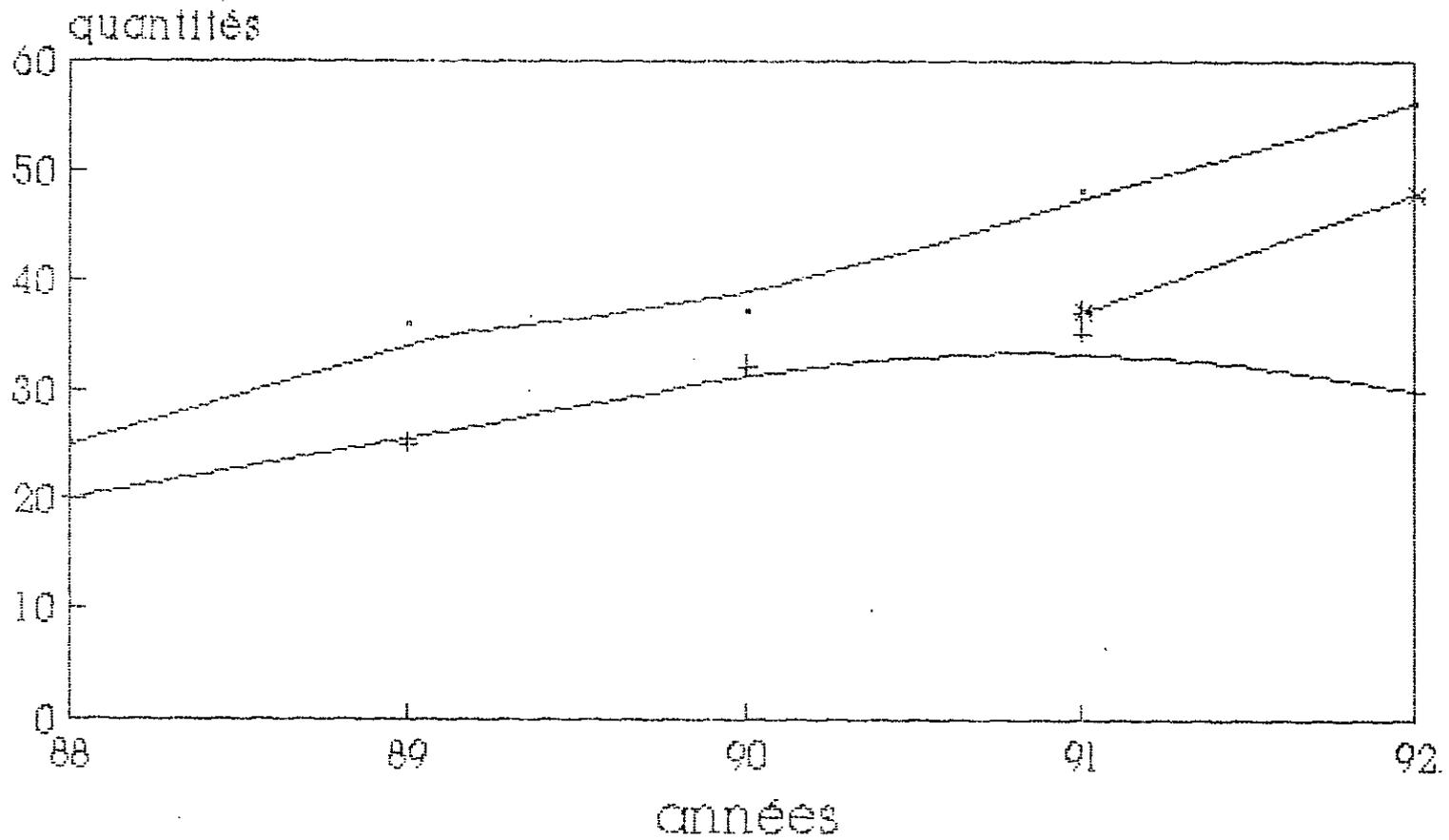


FIGURE 12

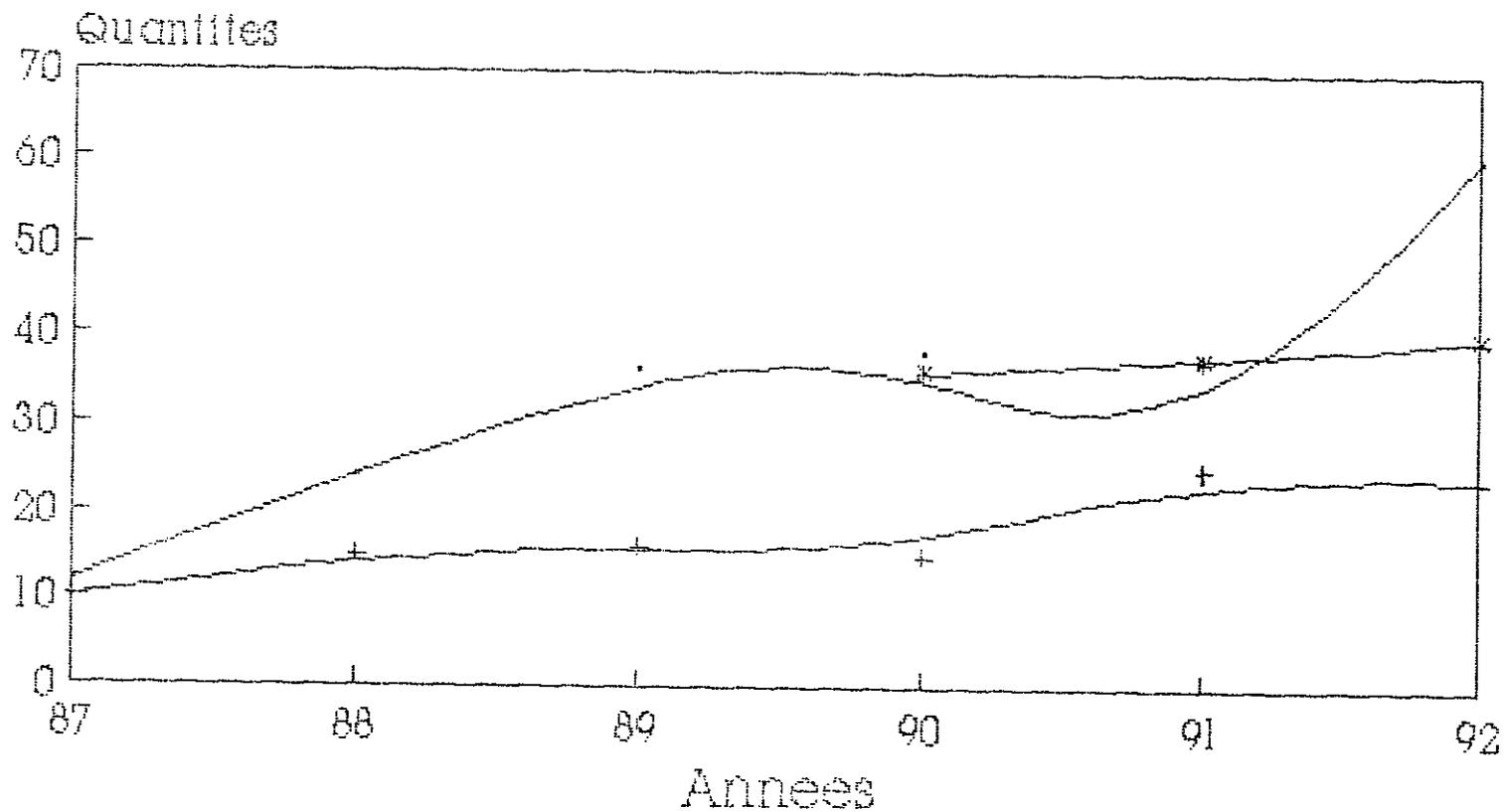
consommation de l'article 13
classe: 810



— cons_reelles + prev_entrep * prev_logic

FIGURE 13

consommation de l'article 14
classe: B10



Legende

— cons_reelles

+ prev_entrep

* prev_logic

FIGURE 14

consommation de l'article 15
classe: S2A

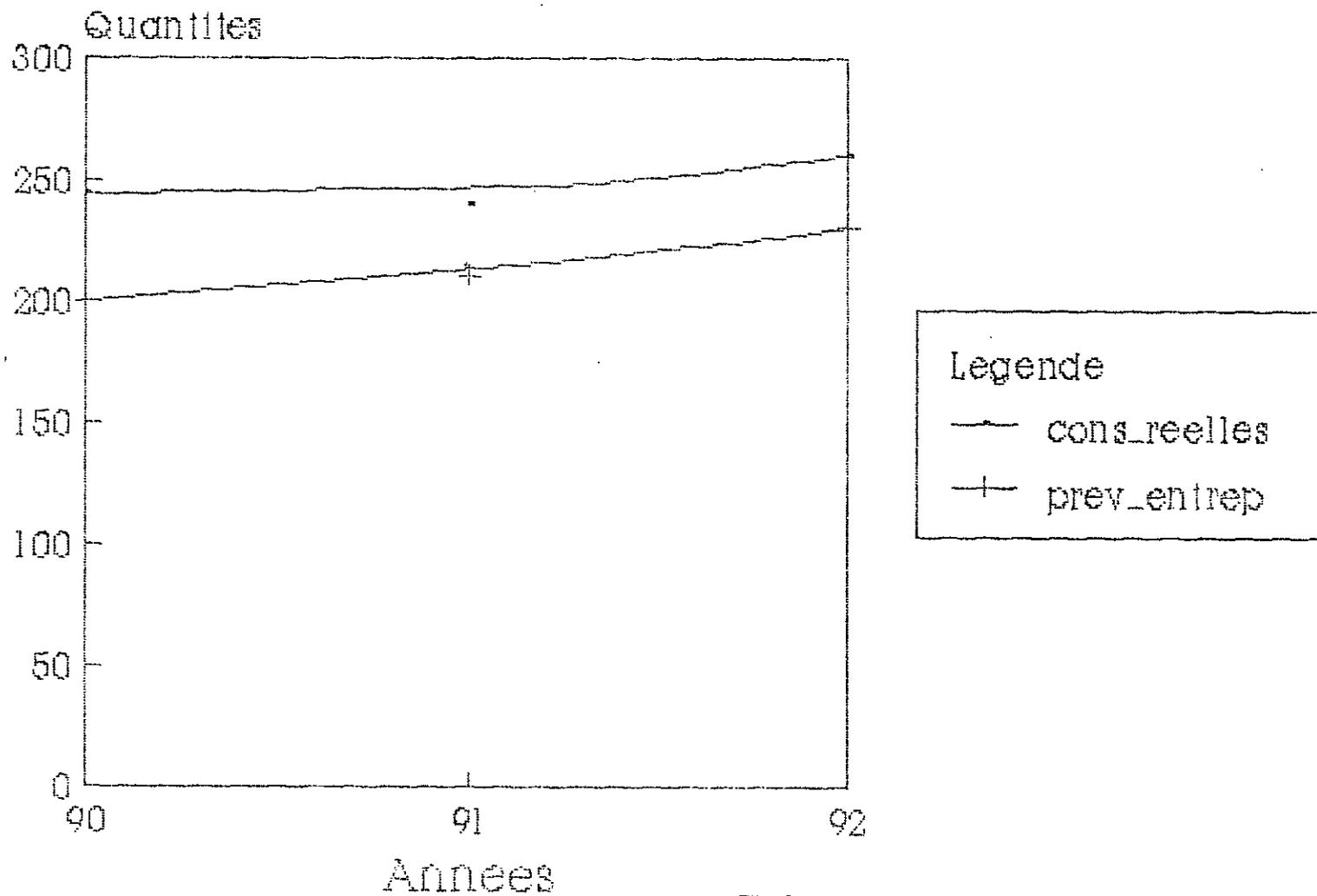
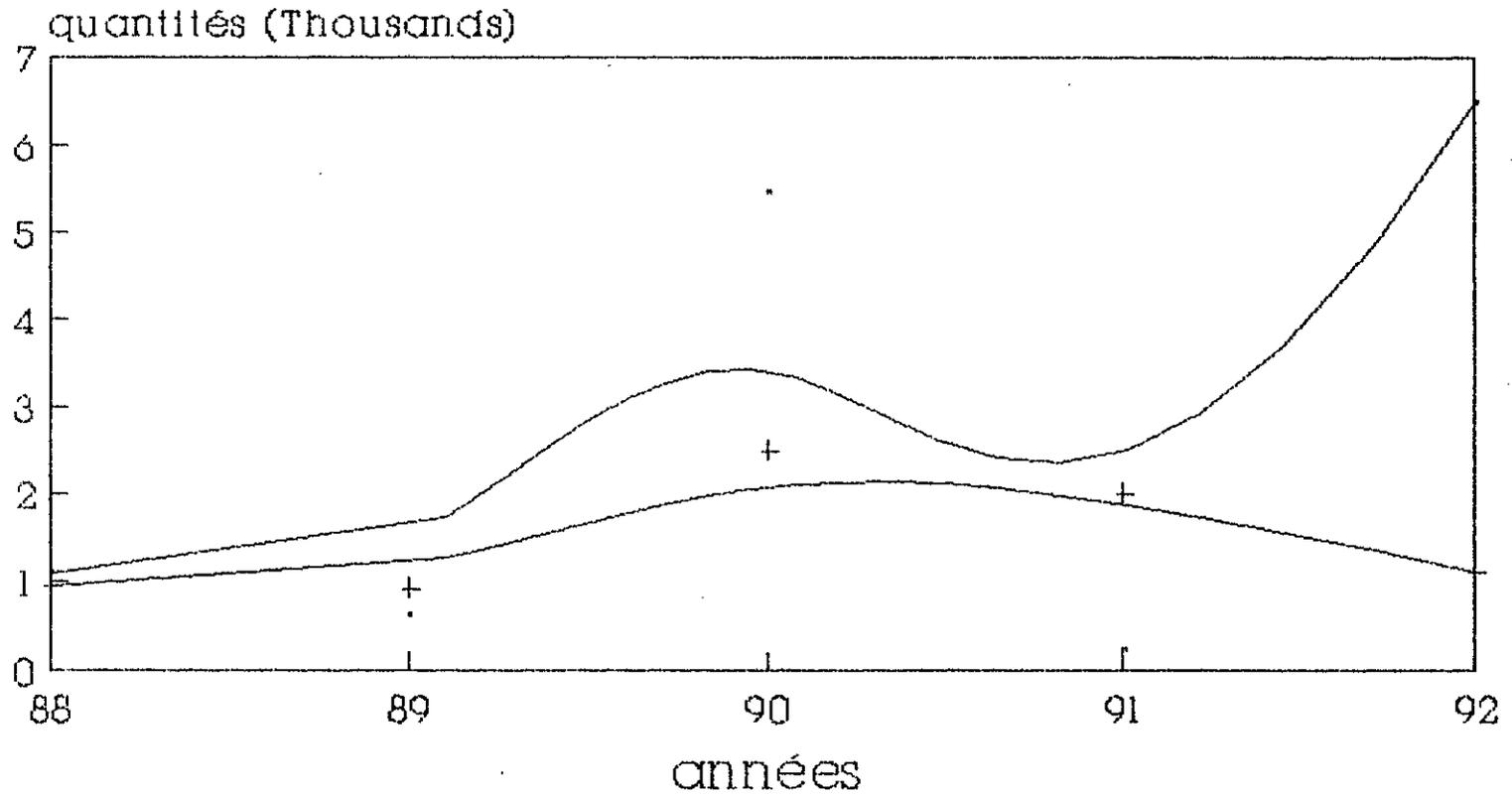


FIGURE 15

consommations de l'article 16

classe: S2B



Legende

— cons_reelles + prev_entrep

FIGURE 16