

وزارة الجامعات والبحث العلمي  
Ministère aux Universités et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT *Genie Industriel*

# PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Elaboration d'un logiciel de gestion de stocks  
de pièces de rechange*

Proposé par :  
*L'ORLAC*

Etudié par :  
*M<sup>lle</sup> YASSI Assia*  
*M<sup>lle</sup> BITAM Hassina*

Dirigé par :  
*M<sup>lle</sup> N. ABBOUNE*

PROMOTION  
*1992*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة الجامعات والبحث العلمي  
Ministère aux Universités et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT *Genie Industriel*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Elaboration d'un logiciel de gestion de stocks  
de pièces de rechange*

Proposé par :  
*L'ORLAC*

étudié par :  
*M<sup>lle</sup> YAMM Saïa*  
*M<sup>lle</sup> BITAK Hanna*

Dirigé par :  
*M<sup>lle</sup> A. ABBOUK*

PROMOTION  
1992

DEDICACES

A la mémoire de mes chers disparus,  
à ma tendre et merveilleuse mère, à mon père,  
à mes frères et soeurs,  
à tous mes amis, plus particulièrement à D.Saliha et  
R.Saliha.  
A tous ceux que j'aime,  
je dédie ce mémoire.

HASSINA

A la mémoire de mon regretté père,  
A la mémoire de ma tante Djamila,  
A ma douce et merveilleuse mère,  
A toute ma famille,  
A tous ceux que j'aime ,  
je dédie ce mémoire.

ASSIA

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier notre promotrice M<sup>lle</sup> ABOUNE pour nous avoir encadré et conseillé tout au long de notre travail.

Nos vifs et sincères remerciements vont aussi à :

- M<sup>lle</sup> AMAROUCHE LAIBA pour tout le temps qu'elle nous a consacré
  
- L'ensemble du personnel du centre de calcul de l'E.N.P, plus particulièrement HACENE et M<sup>lle</sup> AREGRADJ DJAMILA pour toute l'attention et l'aide qu'ils nous ont octroyés.
  
- Monsieur CHAABANE DJAMEL, enseignant de R.O à l'USTHB, pour l'aide et les documents qu'il nous a fournis
  
- Monsieur MEZAZIGH BRAHIM ainsi que KRIMO de la bibliothèque de l'E.N.P

A tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.

## INTRODUCTION

## CHAPITRE I: POSITION DU PROBLEME

I-1 <u>Présentation de l'entreprise</u>	
I-1-1 Historique	3
I-1-2 Unité de BIRKHADDEM	4
I-2 <u>Position du problème</u>	5
I-2-1 Introduction	5
I-2-2 Gestion des pièces de rechange	6
a- Le magasin	6
b- La nomenclature	6
c- La codification	7
d- Le rangement des articles	7
e- Le renouvellement du stock	7
I-2-3 Définition du problème	8

## CHAPITRE II: RETROSPECTIVE DES MODELES DE GESTION DE STOCK

II-1 Introduction	11
II-2 Généralités	12
II-2-1 Les variables de gestion de stock	14
a- Les coûts	
b- La demande	
c- Le délai de livraison	
d- L'approvisionnement	
II-2-2 Les contraintes de gestion	16
a- Contrainte liée au budget	
b- Contrainte liée à l'espace de stockage	
c- Contrainte liée au nombre d'approvisionnement	
II-3 <u>Les modèles de gestion de stock</u>	18
II-3-1 Modèle statique en avenir aléatoire	20
II-3-2 Modèles dynamiques	22
a- Modèles dynamiques en avenir certain	

1/ Cas d'une demande à taux constant _____	
2/ Modèle de WILSON avec une demande discrète _____	24
b- Modèles dynamiques en avenir aléatoire _____	26
1/ Modèles à point de commande( type Q) _____	27
2/ Modèles à périodicité de commande(type P) _____	31
3/ Modèles mixte _____	34
II-3-3 Modèle basé sur les prévisions et le stock de _____	38
sécurité	
a- La prévision _____	38
b- Calcul du stock de sécurité _____	39
c- Calcul du besoin net _____	40
d- Evaluation des paramètres de gestion _____	41
II-3-4 La simulation _____	42
a- Définition _____	42
b- La simulation en gestion de stock _____	42
<b>CHAPITRE III: FORMULATION ET RESOLUTION DU PROBLEME</b>	
III-1 Les différentes approches de résolution _____	49
III-1-1 Formulation WILSON 1 _____	52
2 Formulation planification _____	54
3 Formulation par simulation _____	58
4 Formulation WILSON 2 _____	61
<b>CHAPITRE IV: IMPLEMENTATION DU LOGICIEL</b>	
IV-1 Quel est le langage utilisé? _____	64
IV-2 Comment est-il structuré? _____	64
<b>CHAPITRE V: APPLICATION</b>	
V-1 Collecte des données _____	73
V-2 Traitement des données _____	76

V-3 Tests \_\_\_\_\_

V-2 Résultats \_\_\_\_\_

CONCLUSION \_\_\_\_\_ 95

SUGGESTIONS \_\_\_\_\_ 96

BIBLIOGRAPHIE \_\_\_\_\_ 97

ANNEXES. \_\_\_\_\_ 99

INTRODUCTION:

Les conjonctures économiques actuelles, les visions nouvelles de management, à savoir vouloir toujours plus en mettant toujours moins de moyens matériels; soit encore maximiser la rentabilité de l'entreprise tout en minimisant les charges qui incombent à celle-ci, ont fait que des techniques modernes se soient développées dans ce sens.

Parmi ces techniques, la recherche opérationnelle (R O) prend une place très importante. C'est une discipline carrefour où se rencontrent les mathématiques, l'économie et enfin l'informatique, outil sans lequel la R O n'aurait atteint une telle apogée.

La recherche opérationnelle est un outil indispensable à tout bon gestionnaire, elle lui procure une aide précieuse à la résolution des différents problèmes qui se présentent à lui.

Outre le domaine combinatoire, la gestion des stocks reste un domaine de prédilection de la recherche opérationnelle vu son importance dans la vie courante des entreprises; il est vrai qu'il est difficile d'imaginer une entreprise ne possédant pas de stocks, ne se serait-ce qu'un stock pour l'entretien du matériel.

La gestion scientifique des stocks est une activité relativement ancienne et couramment appliquée dans les entreprises des pays à vocation industrielle.

En ALGERIE, ceci est loin d'être le cas; beaucoup de personnes se méprennent et ne mesurent pas l'importance d'une gestion scientifique au sein des entreprises.

La gestion des stocks n'est, dans la majorité des cas, perçue uniquement, comme une simple opération comptable contrôlant les états et les mouvements du stock, chose tout à fait erronée. Cette situation relève, généralement, de la méconnaissance des gestionnaires des différentes méthodes pouvant exister et être aisément appliquées.

Pour mieux se rendre compte des véritables problèmes de gestion au sein des entreprises locales, nous avons pris un cas concret: l'ORLAC, office régional du lait.



A la suite d'entretiens avec les responsables de l'unité de BIRKHADEM, nous avons relevé une gestion de stock encore à l'état rudimentaire. Nous décrirons l'entreprise, ainsi que la situation de ses stocks au chapitre I.

Notre but étant de fournir à l'entreprise l'outil d'aide à la décision, nous mettrons en relief, dans le chapitre II, les différentes techniques de gestion pouvant servir à l'amélioration de la gestion des stocks au sein de l'unité.

Nous tenterons, par la suite, d'adopter une technique efficace, en d'autres termes formuler le problème et le résoudre. Ceci fera le contenu du chapitre III.

Compte tenu du problème, à savoir la gestion de stocks de plusieurs milliers d'articles, l'utilisation de l'outil informatique s'est imposée d'elle même. Nous avons à cet effet, après avoir étudié les différentes techniques de gestion, élaboré un LOGICIEL traitant les modèles adoptés. Le chapitre quatre (IV) traitera de son implémentation.

Après ce chapitre, suivra l'application des modèles sur quelques exemples.

Nous clôturerons notre travail par quelques suggestions susceptibles de servir l'entreprise.

## CHAPITRE I

### POSITION DU PROBLEME

## I.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.

### I.1.1 Historique de l'orlac:

L'ONALAIT, office national du lait, a été créé en 1969 et s'est vu attribuer la mise en oeuvre d'une politique laitière nationale. Avec lui, prend forme le développement de l'industrie laitière dont la finalité réside en la satisfaction des besoins sociaux de la population. L'étendue du territoire avec ce que cela implique comme difficultés pour la collecte et la distribution du lait et l'importance croissante de la population à approvisionner, ont nécessité la décentralisation de l'ONALAIT.

De ce fait, en 1981 la restructuration de l'ONALAIT a donné naissance à trois(03) offices régionaux:

Office de l'est:ORELAIT

Office du centre:ORLAC

Office de l'ouest:OROLAIT

Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'office du centre, ORLAC, créé par décret N°81.358 du 19/12/81

L'ORLAC se compose des entités suivantes:

Unité siège sis:Hussein Dey,  
Unité de BIRKHADEM  
Unité de Draa Ben Kheda  
Unité des Arribs,  
Unité de Beni Tamou.

Ne pouvant nous consacrer à l'entreprise dans sa totalité, le choix d'une unité fut de rigueur, nous nous sommes donc intéressés à l'unité de BIRKHADEM. au sein de laquelle nous avons effectué un stage.

### 1.1.1 Unité de Birkhadem

#### Historique:

A l'emplacement de l'actuel complexe laitier de Birkhadem se trouvait une petite usine qui fut construite en 1949. C'était une coopérative laitière qui avait pour dénomination "LAICO" et qui, suite à une faillite, a dû fermer ses portes en 1955.

Après l'indépendance, l'usine fut réouverte par la wilaya d'ALGER et se mit à fonctionner sous la dénomination "COLAITAL", sous la tutelle du ministère de l'énergie, jusqu'en 1968, année où la tutelle de l'industrie laitière fut attribuée au ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. En 1969, elle fut prise en charge par l'office régional du lait et des produits laitiers, ORLAC.

#### Structure:

L'unité de Birkhadem, qui a pour mission la fabrication et la distribution du lait, s'organise comme suit:

Une direction générale

Divers sous directions (voir Annexe[ 1 ]).

## I-2 POSITION DU PROBLEME:

Vu la nature même du problème qui nous a été présenté, à savoir, l'élaboration d'une gestion scientifique des stocks, nous nous sommes rapprochés de la sous direction approvisionnement. Cette dernière est chargée d'assurer à l'entreprise, à tout instant, toute la logistique nécessaire à son bon fonctionnement.

La mission de l'ORLAC étant très délicate, vu la nature même de ses produits qui sont stratégiques et indispensables à la population, les responsables de l'unité se doivent d'assurer une haute fiabilité du matériel de production pour diminuer ainsi, au maximum, le risque d'arrêts des machines. Cette rude mission incombe à la sous direction maintenance qui, pour mener à bien sa tâche, travaille en collaboration avec la sous direction approvisionnement, chargée de superviser le flux du stock de l'entreprise.

Pour ce qui est donc des stocks, ils sont répartis selon trois types:

- Un stock "matière première",
- Un stock "pièces auto",
- Un stock "pièces de rechange des machines".

Le dernier type étant indispensable au maintien et au dépannage du matériel.

Dans ce présent travail, nous nous intéresserons, à la demande de l'entreprise, à l'étude du stock de pièces de rechange des machines.

## I-2.1 GESTION DES PIÈCES DE RECHANGE:

Ce stock est géré par la sous direction des approvisionnements, au niveau d'un magasin. (Voir Annexe [2] ).

### a-Le magasin:

"Le magasin, proprement dit, est un bâtiment fermé, chauffé, éclairé, spécialement aménagé pour le stockage.

Il protège les articles stockés contre un emploi abusif, les pertes, les détériorations, en maintenant les articles en ordre et en casiers les soustrayant ainsi aux intempéries et vols." [6]

Réceptionnée, la marchandise est entreposée, en attendant un emploi ultérieur, dans un magasin tenu par un chef magasinier. Ce dernier a pour mission la saisie sur ordinateur, et/ou manuellement, les entrées et sorties des articles du magasin. Son rôle réside dans la tenue physique et administrative du stock existant, soit une nomenclature d'environ 15000 articles.

### b-La nomenclature:

La nomenclature est une liste méthodique énumérant les articles en stocks pouvant ainsi assurer un suivi des biens gérés.

La nomenclature de la pièce de rechange, au sein de l'entreprise, s'élève à environ 15000 articles.

Dans le souci de discerner chaque article, une codification de l'ensemble de la nomenclature a été établie.

c-La codification:

La codification adoptée à l'unité de BIRKHADEM est du type alphanumérique.

A chaque code correspond la désignation courante de l'article.

EXEMPLE:

code	désignation
047MF	condensateur

Cette codification n'est cependant pas spécifique à l'ORLAC, elle correspond à celle du fournisseur d'origine (PREPAC, ERCA ...).

d-Le rangement des articles:

Une fois réceptionnés et codifiés, les articles sont classés par type de machine puis mis dans des boîtes étiquetées portant le code de l'article en question. Ces boîtes seront ensuite rangées sur des étagères préalablement dressées sur toute la superficie du magasin. Chaque étagère est spécifique à un type de machine.

e-Le renouvellement du stock du magasin:

Le réapprovisionnement est un acte indispensable à la bonne marche d'une gestion de stock .

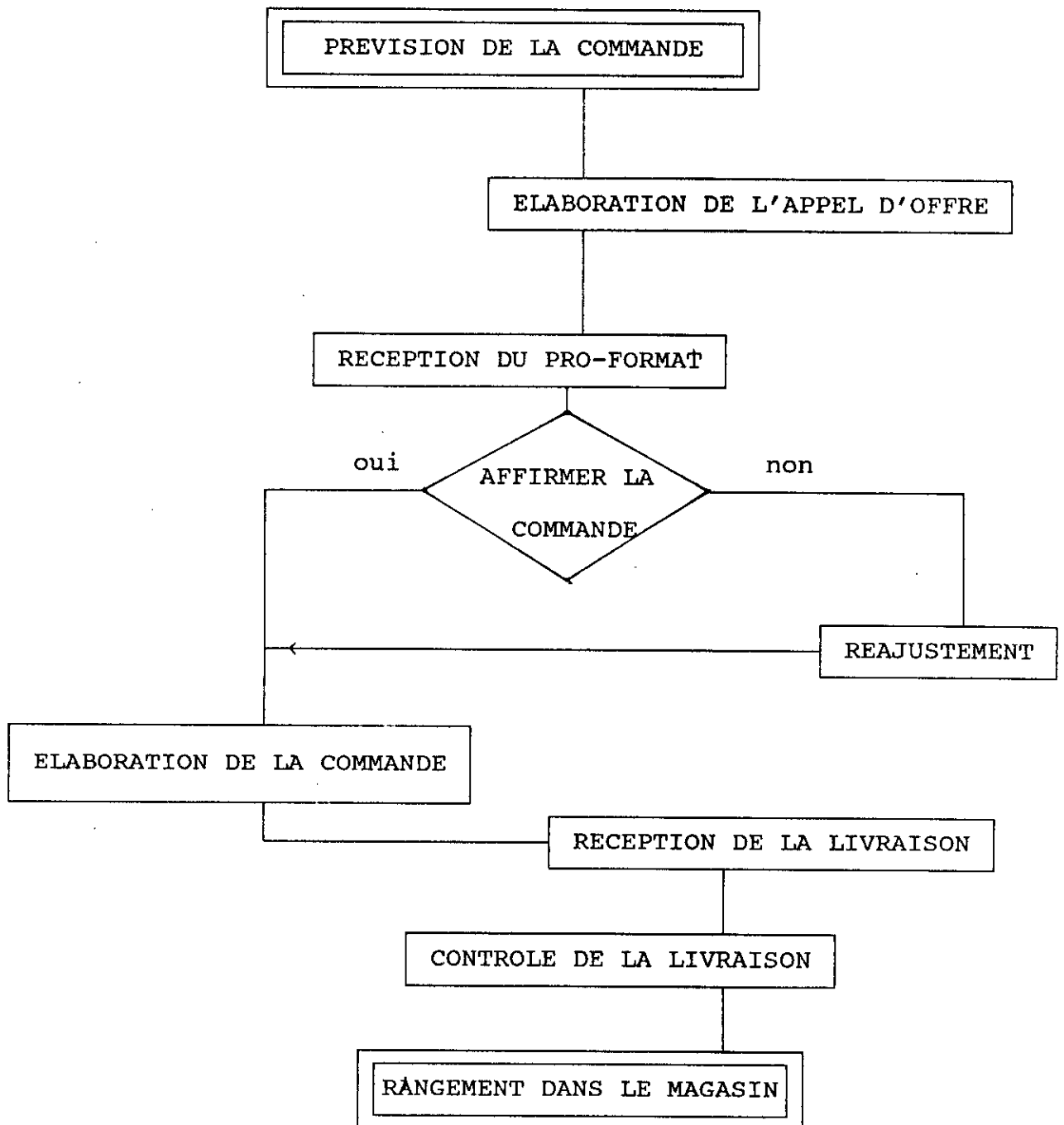
Au sein de l'unité de BIRKHADEM, le renouvellement du stock s'effectue annuellement sur la base de prévisions établies au préalable. Ces dernières sont déterminées à partir des consommations passées.

L'ORLAC se réapprovisionne auprès d'une diversité de fournisseurs (PREPAC, ERCA...), soit de l'ordre de 15 ce qui ne représente guère une facilité pour la gestion.

Le problème, à ce stade, réside au niveau des prévisions annuelles qui ne sont faites sur aucune base scientifique. Elles s'effectuent de façon intuitive, ce qui est souvent à l'origine des pénuries et des surstocks rencontrés au niveau de l'unité de BIRKHADEM.



ORGANIGRAMME DES DIFFERENTES FONCTIONS DU  
REAPPROVISIONNEMENT



### I-2-3 Definition du probleme:

L'unité de BIRKHADEM détient une nomenclature de pièces de rechange de 15000 articles, réapprovisionnés auprès de plusieurs fournisseurs, chose qui n'est pas aisée, en particulier lorsque l'outil scientifiques de gestion fait défaut.

Nous tenterons, par le biais de ce présent travail, de fournir au gestionnaire l'outil d'aide à la décision. Il lui permettra à tout instant, de déterminer la date de réapprovisionnement ainsi que la quantité à réapprovisionner.

La décision à prendre sera, évidemment, guidée par la minimisation des coûts globaux de gestion, contrainte à ne jamais perdre de vue.

## CHAPITRE II

**RETROSPECTIVE DES  
MODELES DE GESTION DE STOCK**

## RETROSPECTIVE DES MODELES DE GESTION DE STOCKS:

La gestion des stocks a connu ces dernières décennies une nette évolution avec le développement de l'outil informatique. Elle a suscité une très grande attention de la part des gestionnaires et scientifiques, principalement à cause du capital qui y est investi (pas des moindres!) chaque année par les entreprises.

Cette partie de notre mémoire fera l'objet de l'étude des différents modèles de gestion scientifique des stocks qui permettent d'évaluer les paramètres qui régissent la gestion

### II.2 GENERALITES:

Toute entreprise, grande ou petite, détient des stocks pour des raisons liées à son environnement général (insécurité des marchés internationaux, par exemple) tout comme à son propre fonctionnement. [ 4 ]

S'ils présentent des avantages, les stocks peuvent aussi engendrer des inconvénients atteignant parfois des proportions pouvant porter atteinte à la survie de l'entreprise. C'est pour cela qu'il faut établir une gestion rationnelle de ces stocks.

Les progrès des méthodes scientifiques, telles que la R.O et les statistiques, ont permis de mettre en place des techniques de gestion très élaborées.

Il serait intéressant, avant d'introduire ces différentes techniques, de définir ce qu'est un stock et une gestion de stocks.

#### Definitions du stock:

"Le stock d'un article est une certaine quantité de cet article maintenu en magasin a un moment donné, en prévision des demandes provoquées par les besoins des utilisateurs de l'article." [ 6 ]

"Les stocks sont l'ensemble des marchandises, des matières et fournitures, des produits semi-oeuvres, des produits finis, des produits ou travaux en cours et des emballages commerciaux qui sont la propriété de l'entreprise." [4]

Definitions de la gestion des stocks:

"La gestion des stocks consiste à assurer à tout moment, aux meilleures conditions économiques, la conservation, la mise à la disposition de l'utilisateur des matières ou matériels dont il a besoin." [9]

"La gestion des stocks est une fonction pivot dans l'entreprise. Son rôle consiste à rechercher l'optimum du volume du stock pour assurer un approvisionnement optimal et satisfaire les besoins des utilisateurs en temps opportun." [14]

L'ensemble des raisons qui justifient la mise en place d'un système de gestion de stocks, réside dans la minimisation des différents coûts associés à l'approvisionnement .

Afin de mieux cerner le problème, il faut d'abord définir les différentes variables associées à la gestion des stocks ainsi que les contraintes qui lui sont assignées.

## II-2-1 LES VARIABLES DE LA GESTION DES STOCKS:

### LES COUTS:

#### Le coût d'approvisionnement:

Il correspond à l'acte de reconstitution des stocks lorsqu'il est d'origine externe .

L'acte d'approvisionnement comporte:

- Un coût de commande (frais administratifs), noté K
- Un coût d'acquisition, noté a

#### Le coût d'entretien du stock:

Il est provoqué par la détention de produits en stocks. Il comporte:

- Des frais financiers sur capital immobilisé
- Des frais de magasinage (surface, personnel...).
- Une assurance
- Un risque de dépréciation
- Des frais généraux.

Il sera noté b.

### Le coût de rupture de stock:

Le coût de rupture est le coût associé à la non satisfaction de la demande. Il est très variable et difficile à estimer. Il sera noté, c.

### LA DEMANDE:

La demande est l'élément directeur du système de stockage. Elle peut être certaine ou aléatoire, constante ou variable dans le temps. Comme elle peut revêtir un caractère continu ou discontinu.

### LE DELAI DE LIVRAISON:

Lorsque l'approvisionnement est d'origine externe, le délai d'obtention est alors un délai de livraison. Ce dernier dépend du fournisseur et du transporteur, ce qui lui donne un caractère aléatoire.

### L'APPROVISIONNEMENT:

La demande n'étant pas maîtrisable à court terme, la régulation du stock s'opère par l'intermédiaire de l'approvisionnement.

L'approvisionnement est un flux de produits entrant dans le stock, ce flux est soit d'origine interne à l'entreprise soit externe à celle-ci. Il peut être :

- \* continu,
- \* périodique et ponctuel; commandes à intervalle régulier
- \* périodique et progressif; dans l'hypothèse d'un stock reconstitué.

## II-2-2 LES CONTRAINTES DE GESTION

### CONTRAINTE LIEE AU BUDGET:

pour des raisons de financement, la valeur moyenne du stock est limitée à une somme donnée  $V_0$ .

Ce qui se traduit par la contrainte suivante:

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot Q_i = V_0$$

Où

$a_i$ : coût d'acquisition de l'article  $i$

$Q_i$ : quantité commandée de l'article

### CONTRAINTE LIEE A L'ESPACE DE STOCKAGE:

Le volume des installations de stockage est très souvent limité, ce qui conduit à déterminer les quantités de commandes  $Q_i$  pour chaque article satisfaisant la contrainte:

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot Q_i = S_0$$

Avec:

$S_0$ : volume (ou surface) de stockage

$S_i$ : volume (ou surface) occupé par l'article  $i$

$Q_i$ : quantité d'article  $i$  commandée.



CONTRAINTE LIEE AU NOMBRE D'APPROVISIONNEMENT:

Pour des raisons économiques, le gestionnaire est contraint à ne pas dépasser un certain nombre d'approvisionnements au cours d'une période de gestion .Ce qui s'exprime comme suit:

$$\sum_{i=1}^n Q_i/q_i \leq A$$

Avec:

$q_i$ :approvisionnement de l'article i sur une période t

$Q_i$ :approvisionnement de l'article i sur une période T  
(T=nt)

A:nombre limite d'approvisionnements pour l'article i

$Q_i/q_i$ :nombre d'approvisionnements de l'article i durant la période de gestion.

CONTRAINTE LIEE A LA SATISFACTION DE LA DEMANDE:

Il faudrait s'assurer que la quantité commandée est apte à satisfaire la demande.Cette contrainte s'exprime comme suit:

$$\sum Q_i \geq D_i$$

$D_i$ : demande de l'article i

## II-3 LES MODELES DE GESTION DE STOCK:

### INTRODUCTION:

La gestion des stocks et ses variables étant définies, ainsi que les contraintes qui lui sont astreintes, nous allons présenter dans ce chapitre, les outils scientifiques utilisés pour la conception d'un système de gestion efficace.

En gestion de stocks, diverses techniques se sont succédées; des méthodes exactes (WILSON et extensions) aux heuristiques, des prévisions à la simulation, aucune technique ne fut laissée au hasard.

Devant la diversité de ces méthodes, le problème se pose quant au choix de l'une d'entre elles.

Adopter telle ou telle procédure est fonction de plusieurs paramètres; le fait que la demande soit connue de façon certaine ou aléatoire, le délai de livraison fixe ou variable...et bien d'autres cas de figures.

Si la demande est connue de façon certaine (ou en probabilité), et le délai de livraison estimé, il sera préconisé une des méthodes exactes (WILSON et extensions) que nous verrons en détail tout au long de ce chapitre.

Souvent le besoin de s'assurer, ou de faire face aux aléas, conduit le gestionnaire à se doter d'un stock de secours appelé "stock de sécurité" qui viendrait à la rescousse dans le cas d'augmentation inattendue de la demande ou d'un allongement du délai de livraison. Pour déterminer ce stock la méthode préconisée est celle de la planification utilisant les techniques de PREVISION.

Quelquefois, la demande subit de telles fluctuations, qu'il est difficile de lui ajuster une loi de probabilité, le seul moyen pour déterminer les paramètres de gestion est alors la SIMULATION. Il en est de même dans le cas où la demande et le délai sont tous deux aléatoires.

Tout au long de ce chapitre, nous allons faire une rétrospective des méthodes, utiles à la conception d'une bonne gestion, le moyen de les appliquer et quand le faire.

II-3-1 MODELE STATIQUE EN AVENIR ALEATOIRE:

MODELE DE WILSON AVEC DEMANDE ALEATOIRE: [16]

Nous adopterons, dans ce modèle, les notations suivantes:

$n$  : nombre d'unités du produit en stock

$Y$  : la demande d'un produit

$C_s$  : coût total de stockage

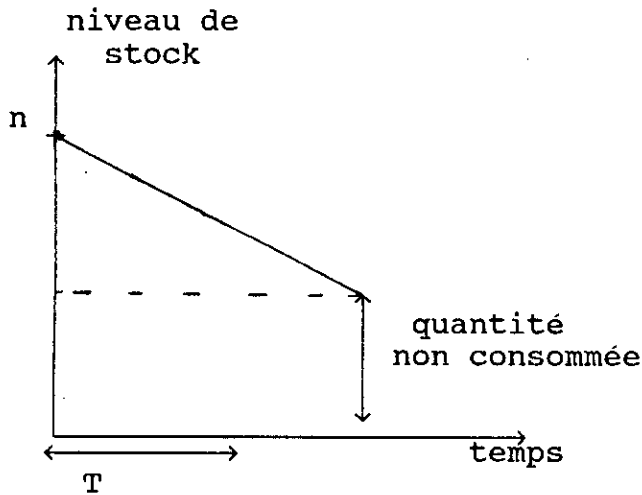
$C_p$  : coût total de pénurie

$T$  : période de gestion.

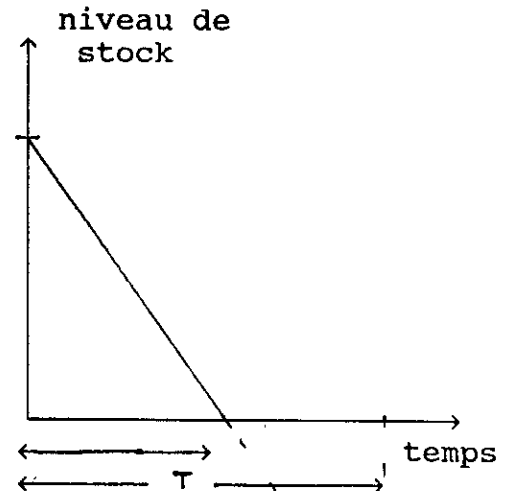
$P(Y)$ : probabilité d'avoir une demande  $Y$ .

Dans ce présent modèle, deux situations sont possibles:

- \* Se trouver avec des articles en surplus en fin de période,
- \* Etre en rupture de stock après un certain temps.



SITUATION DE SURPLUS



SITUATION DE PENURIE

Soient les coûts de stockage et de pénurie suivant:

$$C_s = ab \sum_{Y=0}^n (n-Y) P(Y)$$

$$C_p = c \sum_{Y=n+1}^{\infty} (Y-n) P(Y)$$

L'espérance du coût total de gestion sera :

$$E(CT/T) = E(C_s) + E(C_p)$$

Le problème réside en la détermination de la quantité économique de lancement,  $n$ , avec comme objectif, la minimisation du coût total de gestion.

L'objectif est atteint pour  $n$  vérifiant la condition suivante:

$$\sum_{Y=0}^{n-1} P(Y) \leq c/c+ab \leq \sum_{Y=0}^n P(Y)$$

Il faudrait alors déterminer la valeur de  $n$  vérifiant la double inéquation précédente, ceci en faisant des essais successifs.

## II-32 MODELES DYNAMIQUES: [1]

### MODELES DYNAMIQUES EN AVENIR CERTAIN:

Un modèle dynamique est caractérisé par la possibilité de passer plusieurs commandes au cours de la période pendant laquelle la demande est exprimée.

#### 1/CAS D'UNE DEMANDE A TAUX CONSTANT:MODELE DE WILSON (Q.E.C)

Ce modèle permet de répondre aux deux questions fondamentales suivantes:

- \* Quand commander ?
- \* Quelle quantité commander ?

#### Formulation du modèle :

##### \* Hypothèses du modèle:

- 1-La demande totale  $Y$  sur la période de référence  $T$  est connue (avenir certain)
- 2-La demande par unité de temps est constante: la demande est continue de taux constant  $y$ .
- 3-Il n'ya aucune contrainte, le processus se poursuit indéfiniment, de façon cyclique, période après période.
- 4-les coûts sont constants.

5-La quantité de commande  $Q$  vient regarnir instantanément le stock dès réception.

6-On ne tolère aucune rupture.

Sous ces hypothèses, le coût total  $CT$  par période se décompose en deux (02) termes:

\* Coût de stockage =  $ba.Q/2$  ( $Q/2$  étant le stock moyen )

\* Coût de commande =  $K.Y/Q$  ( $Y/Q$  est le nombre de commandes/période )

le coût total sera exprimé comme suit:

$$CT/période = ba.Q/2 + KY/Q \quad (*)$$

La quantité de commande  $Q^*$  qui minimise le coût total  $CT$  est:

$$Q^* = \sqrt{2.K.Y/ba}$$

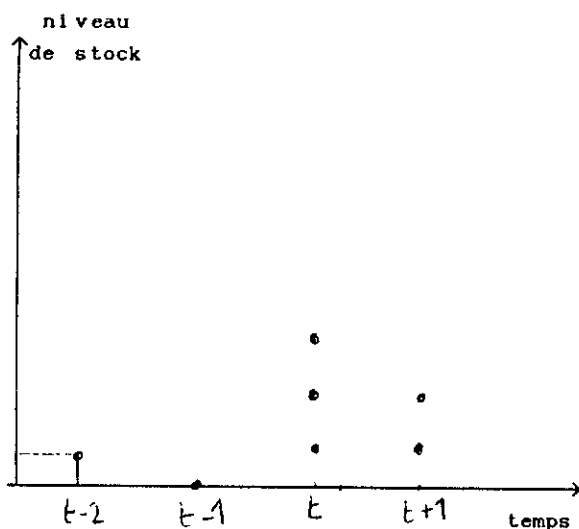
la valeur  $Q^*$  détermine la périodicité  $R^*$  de la commande :

\*  
 $R = \text{période}/n^{\text{bre}}$  optimal de commandes

\*  
 $R = \text{période}/(Y/Q^*)$

## 2/Modele de WILSON avec une demande discrète:

L'hypothèse 2 n'est plus vérifiée; la demande est supposée discrète. Ceci sera le cas chaque fois que le produit considéré a une faible rotation.



$t, t+1 \dots$ : dates de sorties de stock

1: unité de temps

Q: quantité de commande

Le niveau de stock moyen est:

$$1/Y \cdot (Q(Q-1)/2)$$

Le coût total sur la période de gestion est:

$$CT = ba \left( \frac{Q-1}{2} \right) + K \cdot Y/Q$$

La valeur  $Q^*$  qui minimise le coût total CT est telle que :

$$Q^*(Q^*-1) < 2 \cdot K \cdot Y/ba < Q^*(Q^*+1)$$



Le modèle de WILSON a été largement critiqué, principalement en raison du caractère restrictif des hypothèses requises pour pouvoir utiliser la formule de la Q.E.C dans sa forme la plus large:

Le fait - d'ignorer les ruptures de stock

- de ne considérer qu'un seul article
- de négliger les délais d'obtention des articles.

conduit à se placer dans un contexte idéalement parfait ne tenant pas compte de la réalité et de la complexité des rouages de l'environnement économique dans lequel se situe l'entreprise [1]

Devant de telles limites, d'autres techniques furent élaborées afin d'alléger, tant bien que mal, les lacunes du modèle de WILSON.

Parmi ces techniques, figurent les heuristiques ( SILVER, par exemple) ainsi que la simulation de système de gestion de stocks.

## MODELES DYNAMIQUES EN AVENIR ALEATOIRE:

En avenir aléatoire, il n'est pas envisagé de satisfaire tous les niveaux de demandes mais uniquement de réaliser un niveau de service donné. Le niveau de service étant la probabilité de satisfaire la demande avec un niveau de stock donné, au cours d'une période donnée.

Nous distinguons trois types de modèles:

- le modèle à point de commande,
- le modèle à périodicité de commande,
- le modèle mixte.

Ces modèles se caractérisent par:

- la possibilité d'effectuer plusieurs réapprovisionnements au cours de la période de référence (d'où leur côté dynamique)
- L'aspect aléatoire de la demande et(ou) du délai d'approvisionnement

L'objectif préconisé dans ces modèles est, soit la réalisation d'un certain niveau de service, soit la minimisation du coût global de gestion.

1. Modèle à point de commande ou de type Q :

Le principe de modèle consiste à placer une commande, dès lors qu'un certain niveau de service est atteint, ou lorsque le niveau de stock disponible descend à un niveau théorique, dit point de commande.

Deux paramètres définissent ce modèle:

- La quantité de commande
- Le point de commande.

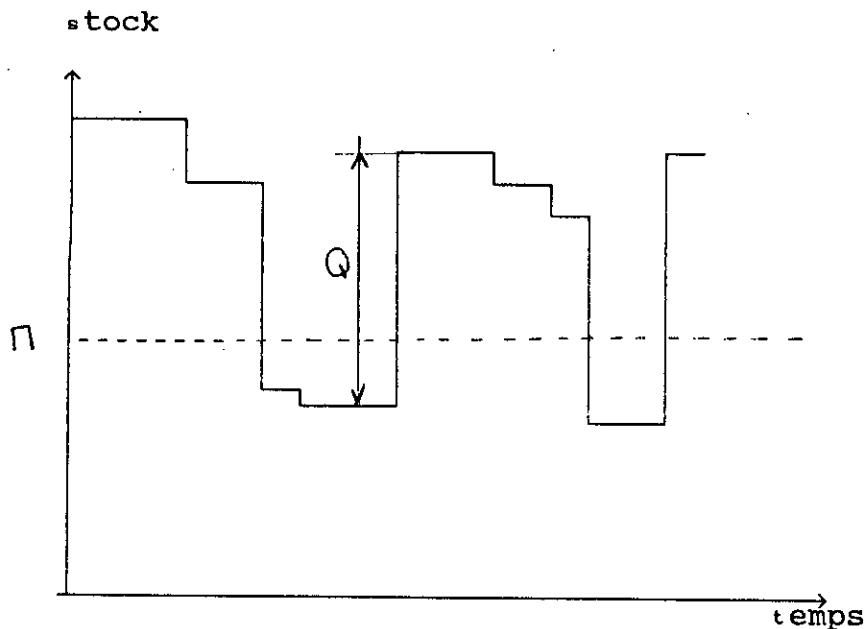
Ces deux paramètres peuvent être déterminés indépendamment ou simultanément.

1<sup>er</sup> cas: Détermination de la quantité de commande indépendamment du point de commande:

La quantité de commande adoptée est celle donnée par le modèle de WILSON :

$$Q^* = \sqrt{2 K\bar{Y}/ba}$$

La demande totale Y est alors estimée par sa moyenne  $\bar{Y}$



EVOLUTION DU STOCK DANS UNE GESTION A POINT  
DE COMMANDE AVEC DELAI CERTAIN.

Pour calculer le point de commande  $M$ , on suppose que l'inventaire est permanent et qu'une fiche de stock est tenue régulièrement.

Définition 1:

"Le point de commande est la quantité de stock, pendant le délai de réapprovisionnement  $L$ , qui permet de satisfaire la demande avec une probabilité fixée par le niveau de service " [1]

$M = \text{demande moyenne} + \text{stock de sécurité pendant } L$
--

Définition 2:

"Le stock de sécurité est un stock supplémentaire, mis en place pour se protéger contre un éventuel allongement du délai d'obtention  $L$  ou pour faire face à une demande supérieure à la moyenne." [2]

\* Si le délai d'obtention,  $L$ , est certain alors le point de commande  $M$  sera comme suit:

$$M = \bar{Y} L + k \sigma_y \sqrt{L}$$

où

$\sigma_y$  : écart type de la variable aléatoire  $Y$ .

$k$  : multiple déterminant le niveau de service,  $S$ , tabulé suivant la loi de la demande

Le niveau de service  $S$  est la probabilité d'avoir une demande  $Y$  il s'écrit comme suit:

$$S = \int_0^M g_L(Y) \cdot dy = P(Y \leq M)$$

Avec:  $g_L(Y)$ , densité de probabilité de la v.a  $Y$  au cours du délai  $L$ .

\* Si le délai d'obtention  $L$  est aléatoire alors le point de commande  $M$  sera :

$$M = \bar{Y} \bar{L} + k \sqrt{\sigma_Y^2 \bar{L} + \sigma_L^2 \bar{Y}}$$

Dans ce cas, le stock moyen = (stock de sécurité ) +  
(1/2 quantité commandée )

Nous constatons que plus la quantité commandée,  $Q$ , est importante plus le niveau de service est élevé (l'inverse est vrai), ce qui traduit leur interdépendance. Il est donc préférable de les déterminer simultanément.

2<sup>ème</sup> cas: Détermination simultanée de la quantité de commande et du point de commande:

Dans ce cas, on considère l'optimisation des coûts comme objectif. Nous supposons le non chevauchement des commandes; c'est à dire qu'au cours du délai d'approvisionnement L, aucune commande n'est lancée

a/ Demandes différées:

Nous avons besoin dans ce modèle de définir:

- Le stock de sécurité SS comme étant:

$$SS = \int_0^{\infty} (M-Y) \cdot g_L(Y) \cdot dY = M - \bar{Y}$$

- le nombre probable (ou moyen) des demandes différées comme:

$$E(d_M) = \int_M^{\infty} (Y-M) \cdot g_L(L) \cdot dY$$

- c: coût unitaire de la demande différée.

Le coût total moyen, par période de référence, T sera alors:

$$E(CT/T) = ba [Q/2 + M - \bar{Y}] + K \cdot \bar{Y}/Q + c \bar{Y}/Q \cdot \int_M^{\infty} (Y-M) \cdot g_L(Y) \cdot dY$$

Le minimum du coût total est obtenu en annulant les dérivées partielles par rapport à Q et à M. Tous calculs faits nous obtenons:  $Q = [2\bar{Y}(K + c E(CT/C))^{1/2}]/ba$

$$\bar{G}(M) = ba \cdot Q/c \bar{Y}$$

b/Demandes perdues:

Dans ce cas, nous aurons le stock de sécurité  $SS = \int_0^M (M-Y) g_L(Y) dy$

et nombre moyen de demandes perdues  $E(d_M) = \int_M^{\infty} (Y-M) g_L(Y) dy$ .

Le coût total par période de référence T est exprimé comme suit:

$$E(CT/T) = ba [ Q/2 + M - \bar{Y} ] + [ ba + c \bar{Y}/Q ] E(d_M) + K \bar{Y}/Q$$

Le minimum sera obtenu en annulant les dérivées partielles du coût par rapport à Q et à M. Tous calculs faits nous obtenons:

$$Q = ( 2\bar{Y} ( K + c E(d_M) ) / ba )^{1/2}$$

$$\bar{G}(M) = ba Q / c \bar{Y} + ba Q$$

2. Modèle cyclique ou à périodicité de commande ( TYPE P )

Dans ce type de modèle, la gestion des stocks est régie par un calendrier des réapprovisionnements qui ne sont possibles qu'à certaines dates.

Deux paramètres définissent ce modèle:

-La périodicité de commande d'où découlent les dates des commandes

et

-Le niveau de rétablissement, à partir duquel est calculée la quantité de commande.

1<sup>er</sup> cas: Détermination de la périodicité de commande  
indépendamment du niveau de rétablissement:

La périodicité de commande est calculée à partir du modèle de WILSON, elle est définie comme suit:

$$R = (2 K / b a \bar{Y})^{1/2}$$

Le niveau de rétablissement  $\rho$  est la quantité de stock qui permet de satisfaire la demande pendant le délai (L+R).

Il est déterminé suivant deux cas:

1-Si le délai L est certain alors  $\rho = \bar{Y} (L+R) + k \sigma_y \sqrt{L+R}$

2-Si le délai est aléatoire alors  $\rho = \bar{Y} ( \bar{L}+R ) + k \sigma_y \sqrt{\bar{L}+R}$

La règle de gestion de ce modèle est :

-A chaque date t, t+R, t+2R, ... une commande est lancée .

-La quantité commandée  $Q_t$  à la date t est telle que :  $Q_t = \rho - S_t$

$S_t$  étant le niveau de stock .

Le stock moyen, pendant la période T est:  $\rho - \bar{Y} ( L + R/2 )$

2<sup>ème</sup> cas: Détermination simultanée du niveau de rétablissement  
et de la périodicité de commande:



Soit,  $\gamma$ , le coût de défaillance unitaire des demandes perdues .

Le coût de défaillance s'écrit alors :  $T/R \gamma \int_{\rho}^{\infty} g_L (Y)$

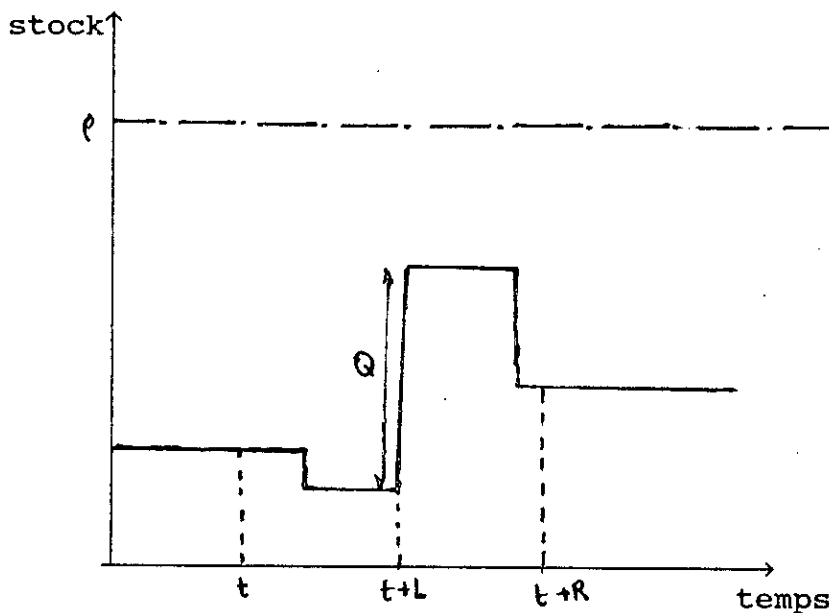
Le Coût total de gestion sera:

$$E (CT/T) = ba [R \bar{y}/2T + k \sigma_y \sqrt{L+R}] + KT/R + \gamma T/R \int_{\rho}^{\infty} g(y) dy.$$

Le minimum de ce coût est atteint en annulant les dérivées partielles du coût  $E(CT/T)$  par rapport à  $R$  et à  $\rho$ . Tous calculs faits, nous obtenons:

$$R = ( 2T(K + \gamma(1 - G(\rho)))/ba \bar{y}$$

$$g(\rho) = \left[ \left( ba \sigma \sqrt{L + R} \right) / T \gamma \right] R$$



EVOLUTION DU STOCK DANS UNE GESTION CYCLIQUE

### 3. Le modèle mixte :

Chacun des deux modèles précédemment traités, nous offrait un certain avantage au détriment d'un autre, c'est pour cela qu'il serait intéressant de les combiner dans l'espoir d'améliorer les résultats obtenus .

Deux types de combinaisons peuvent exister :

#### 1/ Modèle à point de commande avec inventaire périodique:

Le fonctionnement du modèle demeure celui du type Q. En effet, à chaque contrôle de stock, le stock existant est comparé au point de commande.

.....

C'est uniquement la définition du point de commande qui change avec l'introduction d'un inventaire périodique.

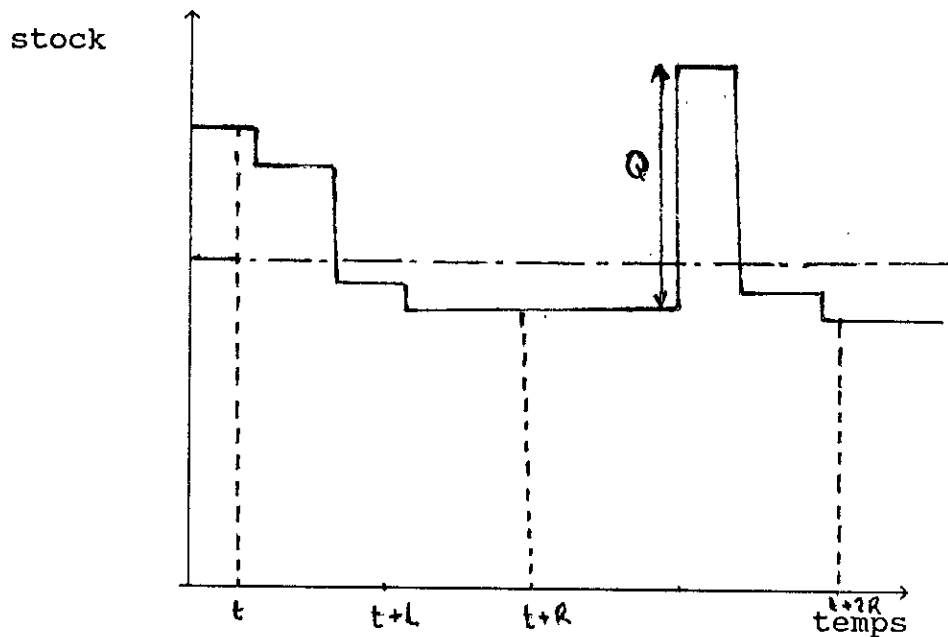
En effet à une date d' inventaire, si le stock est au de dessus du point de commande, il n'y aura pas de passation de commande.

Mais si les aléas de la demande, font que le stock soit en dessous, une commande de taille  $Q^*$  (celle déterminée par WILSON) est alors lancée.

le point de commande peut être franchi, par hypothèse, à n'importe quel moment entre deux inventaires successifs.

Si le délai L est certain alors :  $M = \bar{Y} (L+R/2) + k \sigma_y \sqrt{L+R/2}$

Si le délai L est aléatoire alors:  $M = \bar{Y} (\bar{L}+R/2) + k \sigma_y \sqrt{\bar{L} + R/2}$



Evolution du stock dans une gestion à point de commande et inventaire périodique

2/ Modèle  $(s, \rho)$  ou modèle cyclique se référant à un point de commande:

Dans le modèle  $(s, \rho)$ , la gestion est effectuée au calendrier c'est à dire rythmée par les inventaires.

A chaque inventaire, le Stock  $S_t$ , détenu en magasin, est comparé au point de commande  $S$ .

-Si  $S_t > S$ , la gestion est poursuivie jusqu'à la date d'inventaire

-Sinon, une commande  $Q_t = \rho - S_t$  est lancée.

Trois paramètres définissent la gestion  $(S, \rho)$ :

-Le niveau de rétablissement  $\rho$ ,

-Le point de commande  $S$ ,

-La période de révision  $R$  ou l'intervalle entre deux inventaires.

Soit  $Q$ , la quantité moyenne de commande,

$$Q = \rho + \bar{Y} R/2 - S$$

Sachant que  $Q = \sqrt{2K\bar{Y}/ba}$ ,  $\rho$  sera déterminé comme suit:

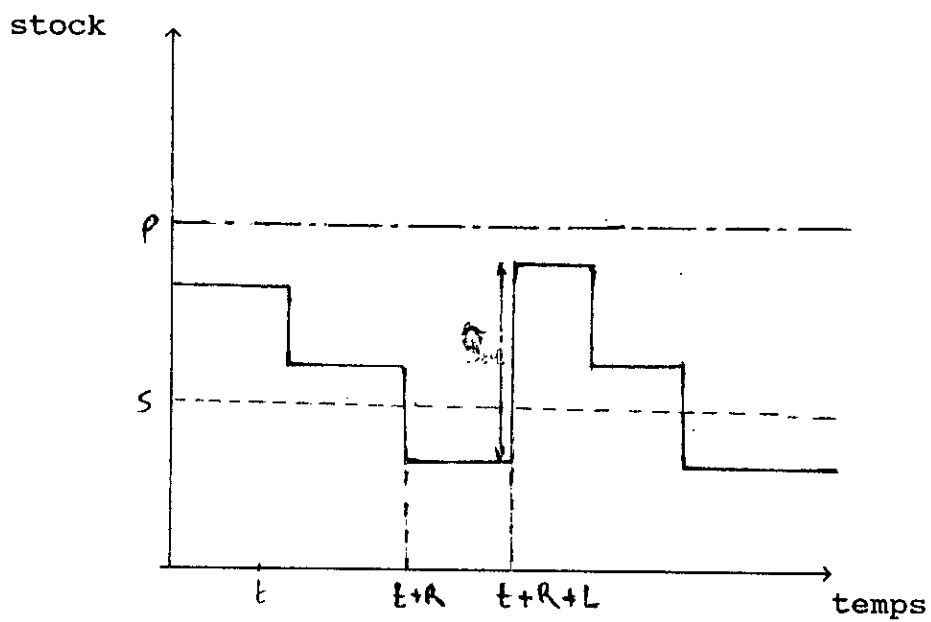
$$\rho = \sqrt{2K\bar{Y}/ba} - \bar{Y} R/2 + S$$

Le point de commande  $S$  est déterminé comme précédemment c'est à dire:

$$S = \bar{Y}(L + R) + k \sigma_y \sqrt{L + R}$$

Les paramètres  $S$  et  $\rho$  sont déterminés à partir de  $R$ , supposé connu.

La détermination de  $S$ ,  $\rho$ , et  $R$  est très complexe et peut nécessiter le recours à la simulation.



Evolution du stock dans une gestion (  $S, p$  )

$$Q = p - S_{t+R}$$

### II.3.3 MODELE BASE SUR LES PREVISIONS ET LE STOCK DE SECURITE:

Souvent, la demande subit de très importantes fluctuations quelquefois même, il est très difficile de l'ajuster à une loi de probabilité théorique. Les modèles vus précédemment sont alors impuissants et une nouvelle méthode s'impose à nous.

Les modèles fréquemment utilisés dans ce cas sont, soit la simulation soit celle qui consiste à élaborer des prévisions de consommation, c'est à dire faire une projection dans le temps.

Malheureusement, comme tout ce qui est projeté sur l'avenir l'ombre du doute et de l'erreur subsiste, un stock de sécurité est alors conçu pour répondre aux aléas.

Ces deux étapes franchies, c'est à dire la prévision et le calcul du stock de sécurité, il reste la moitié du parcours à faire à savoir, le calcul du besoin net et l'évaluation des paramètres de gestion.

L'évaluation des paramètres se fera grâce à la programmation dynamique, plus particulièrement par l'algorithme de "WAGNER & WHITIN ". [11]

#### La prévision

La prévision est une phase importante dans la gestion des stocks. Bien établie, la prévision réduit considérablement les ruptures de stocks qui causent de gros désagréments à l'entreprise.

Il existe plusieurs modèles de prévisions à court terme, nous noterons, par exemple, le LISSAGE SIMPLE ou DOUBLE.

Le principe de la prévision consiste à prendre une chronique de  $n$  points, à l'instant  $t$ , puis faire une extrapolation de ces informations et ainsi établir une prévision pour les instants  $t+k$  futurs.

### Calcul du stock de sécurité:

Les prévisions établies étant rarement fiables à 100%, un stock de sécurité est alors calculé .

Le stock de sécurité S. S peut être établi de façon à ce qu'il soit constant ou variable, selon la technique choisie.

Nous disposons, à cet effet, de deux méthodes:

a/ Méthode du M.A.D (mean of absolute deviation) SS constant:

$$\text{M.A.D} = 1/n \sum_{i=1}^n \hat{X}(i) - X(i) \quad [17]$$

$X(i)$ : demande réelle en période i

$\hat{X}(i)$ : prévision de la demande durant la période i

n : nombre d'observations

Le stock de sécurité s'exprime alors comme suit:

$$\text{SS} = k \cdot \text{M.A.D} \quad [17]$$

k: facteur de sécurité obtenu par la  $\text{prob}(\text{demande} < k) = \mu$

avec  $\mu = c/c+ab$

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 .

Pour combler cette lacune, une autre méthode de calcul a été développée, soit celle basée sur le T.I.C.F (time increment contingency factor)

b/ Méthode du T.I.C.F :SS variable

Le stock de sécurité calculé par cette méthode sera proportionnel à la prévision établie.

$$\text{T.I.C.F} = 1/n \sum | 1 - X(I)/\hat{X}(I) | \quad [17]$$

Le stock de sécurité sera:

$$\text{SS}(t) = k * \text{T.I.C.F} * \hat{X}(t) \quad [17]$$

Calcul du besoin net:

Partant des prévisions et du stock de sécurité, nous établissons le besoin net  $\text{BN}(t)$ , à l'instant  $t$ , de l'entreprise en pièces de

rechange..

$$\text{BN}(t) = \hat{X}(t) + \text{SS}(t) - \text{SS}(t-1) \quad [17]$$

$\hat{X}(t)$ : prévision de la demande à la période  $t$

$\text{SS}(t)$ : stock de sécurité prévu pour la période  $t$

$\text{BN}(t)$ : besoin net prévu pour la période  $t$



Evaluation des paramètres de gestion:

Soient:

t: longueur de durée de gestion

K: coût de commande

ab: coût d'entretien /article/période

BN(j): besoin net prévu pour la j<sup>me</sup> période.

Le coût total de stockage, de la période u à la période t est:

$$F(u, t) = K + ab \sum_{j=1}^{u-1} (u-j) BN(t+1-j) \quad [11]$$

La politique optimale d'approvisionnement est la solution de l'équation séquentielle de WAGNER & WITHIN qui s'écrit comme suit:  
(Voir annexe [ ])

$$f(t) = \text{Min}_{u < t} \{ f(t-u) + F(u, t) \}$$

## II-34 LA SIMULATION: [11]

l'usage de la simulation devient de plus en plus fréquent, dans pratiquement tous les domaines. De l'industrie au monde des finances, de la médecine à la technologie de pointe, les problèmes rencontrés sont d'abord sujet à des simulations. Ceci pour étudier le comportement du système, mis à l'épreuve et ainsi éviter de prendre des risques.

Nous avons aussi recours à la simulation, lorsque le système est complexe et soumis à des phénomènes aléatoires.

### Définition:

La simulation est une technique qui consiste à construire un modèle, d'une situation réelle, puis faire des expériences sur ce modèle. Elle permet de visualiser le comportement du système, que nous voulons étudier, dans une variété de conditions de l'environnement avec diverses valeurs de paramètres.

### La simulation en gestion de stocks:

Les paramètres des systèmes de gestion des stocks, tels que la quantité à commander, le point de commande, le niveau de rétablissement, la périodicité de commande, le stock de sécurité, etc... sont calculés analytiquement dans le cas:

\* D'un avenir certain; demande et délai de réapprovisionnement connus

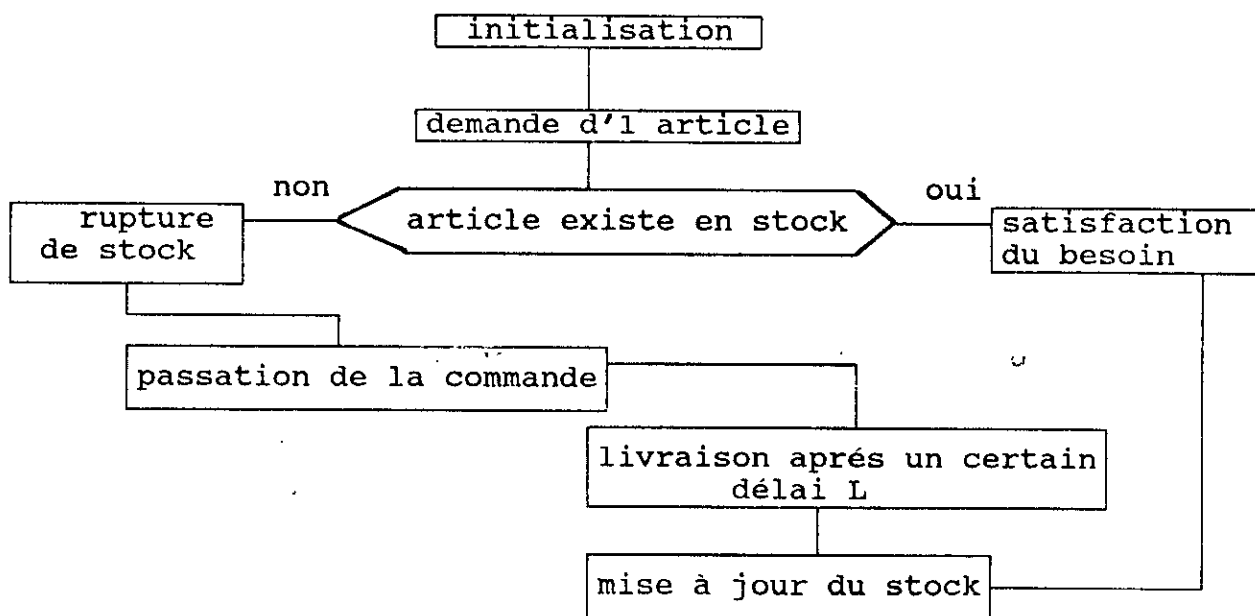
\* D'un avenir aléatoire, avec les densités de probabilité de la demande et du délai définis et ajustés à des lois tabulées.

Tout en considérant l'avenir aléatoire, les distributions de probabilité peuvent ne pas être assimilées à des lois théoriques. Dans ce cas, il nous est impossible de construire un modèle analytique nous permettant de trouver une solution optimale. Afin d'y remédier, il nous est possible de décomposer le système étudié en blocs élémentaires, composés généralement d'événements dont les dates de réalisation sont dépendantes et ils peuvent être considérés comme connexes ou liés par des relations de cause à effet [ ]

Ainsi, l'événement "demande d'un article" est suivi soit de l'événement "livraison", en cas de disponibilité de l'article, soit de l'événement "pénurie", dans l'éventualité d'une rupture de stock.

La "livraison" d'un article est elle même suivie de l'événement "mise à jour du stock"; dans le cas d'un système à point de commande, l'événement "déclenchement d'une commande" a lieu dès que le point de commande (stock d'alerte) est atteint.

Nous pouvons resumer cet exemple, par l'organigramme suivant:



Le recours à la simulation permet d'obtenir des résultats comparables à ceux du calcul analytique. Elle nous propose une politique de gestion qui semble à priori bonne, mais elle n'offre pas une politique optimale.

L'avantage de la simulation, est qu'il est possible de faire, sur le modèle, un très grand nombre d'essais afin d'étudier le comportement du système face aux variations de l'environnement.

La simulation permet de décrire le comportement des modèles, pour différentes valeurs de paramètres de gestion, et ainsi mesurer leurs performances

De ce fait, nous pouvons choisir rationnellement un système adéquat et les paramètres qui s'y adaptent, pouvant satisfaire les objectifs fixés préalablement (minimiser les coûts ou atteindre un taux de service déterminé)..

La simulation conserve la complexité des systèmes; bien que les modèles de gestion de stock ne soient pas complexes dans leurs structures, ils ne le sont pas moins par leur caractère dynamique et par l'interaction des périodes.

(\* Pour la rédaction de cette partie, nous nous sommes inspirés des références [1], [2] et [10] \*).

## CHAPITRE III

**FORMULATION ET  
RESOLUTION DU PROBLEME**

Notre travail consiste à optimiser la gestion des stocks au sein de l'ORLAC de Birkhadem.

L'effectif de ce stock s'élevant à près de 15000 articles, sans oublier la diversité des fournisseurs, il nous était, de prime abord, très difficile, voir même impossible, de bien cerner le problème.

A cet effet, nous avons réduit sa taille, en ne nous intéressant qu'à un seul fournisseur, c'est à dire que nous avons pris un échantillon, d'environ 700 articles, sur tout l'effectif. L'idée étant d'effectuer l'étude sur l'échantillon prélevé, puis passer à la généralisation du problème.

La taille du problème devenue plus ou moins abordable, nous sommes passées à l'étude du comportement des articles en utilisant le logiciel LOTUS. Nous y avons introduit nos données, à savoir la référence et la désignation des articles (de l'ordre de 700) ainsi que leurs consommations (quantifiées et valorisées) respectives, sur une période de quatre années consécutives (de 88 à 91 ).

Nous avons, ensuite, calculé la moyenne des consommations des quatres années, puis nous y avons effectué, avec l'aide du logiciel, un tri sur les consommations valorisées.

L'opération de classement établie, nous avons constaté un écart, non négligeable, entre les différents articles; les consommations varient dans une fourchette allant d'un grand nombre vers zero. Devant un tel contraste, une gestion commune, nous a semblé être une grave erreur. En effet une telle initiative, peut soit engendrer des pénuries, soit créer des surstocks, ce qui est réellement le cas au sein de l'unité de Birkhadem.

Dans le souci d'optimiser au maximum les stocks, nous avons subdivisé les articles, préalablement triés, en trois classes A, B et C

Dans le souci d'optimiser au maximum les stocks, nous avons subdivisé les articles, préalablement triés, en trois classes A, B et C

Pour concevoir cette classification, nous avons utilisé la méthode des 20/80 de PARETO, communément appelée "méthode A-B-C" (voir annexe [ 3 ] )

Les trois classes obtenues se définissent comme suit:

- \* Classe A: constituée des articles les plus coûteux. Elle absorbe 80% du budget alloué.
  
- \* Classe B: constituée d'articles moyennement coûteux. Elle représente 15% du budget.
  
- \* Classe C: constituée d'articles peu coûteux, elle représente les 5% du budget restant.

[14]

Ne voulant rien laisser au hasard, nous avons refait pour chaque classe l'étude qui a été faite sur l'échantillon de départ, c'est à dire que nous avons réexaminé le comportement des articles au sein des classes.

Contrairement à la classe B où un équilibre entre le prix et la consommation est établi, une hétérogénéité subsiste encore au sein des classes A et C où les rotations varient dans une fourchette assez large.

Devant de telles anomalies, nous avons été amenés à effectuer un second tri selon, cette fois ci, les consommations quantifiées pour les familles A et C, les subdivisant ainsi, respectivement, en sous classes A1, A2 et C1, C2.

En définitive, nous obtenons les groupes d'articles suivants:

Classe A1: constituée d'articles onéreux à faible consommation.

Classe A2: constituée d'articles coûteux à forte consommation .

Classe B: constituée d'articles moyennement coûteux, à moyenne consommation

Classe C1: constituée d'articles peu coûteux à faible consommation.

Classe C2: constituée d'articles à consommation nulle.

Pour chacune de ces classes, il sera envisagé une approche de résolution adéquate.



### III-1 LES DIFFERENTES APPROCHES DE RESOLUTION:

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, il existe diverses approches de résolution permettant d'atteindre une politique de réapprovisionnement satisfaisante si ce n'est optimale.

Le choix de telle ou telle méthode dépend impérativement de la nature même des variables de gestion, plus précisément de la demande et du délai de livraison. Ces derniers pouvant être connus de façon certaine ou être des variables aléatoires.

Si nous nous trouvons dans le cas certain, la demande et le délai sont connus totalement ou bien sont estimés par leurs moyennes respectives.

Les modèles préconisés seront alors ceux de WILSON en avenir certain.

Dans le cas d'un avenir aléatoire, c'est à dire que la demande et/ou le délai de livraison sont des variables aléatoires, un problème se pose quant à la possibilité ou pas d'ajuster leurs lois de probabilité respectives par des lois tabulées.

Dans notre cas, nous avons été dans l'impossibilité d'effectuer un ajustement, nous avons, par conséquent, travaillé avec des données empiriques.

Les variables sont alors estimées par leurs moyennes respectives, ce qui peut, dans certains cas, se révéler être très onéreux et engendrer des erreurs dans la détermination des quantités à approvisionner.

Le problème du choix d'une méthode, consiste à déterminer en fait le niveau de risque que le gestionnaire est prêt à prendre ou pas.

Dans le cas d'articles chers à forte consommation, soit la classe A2, prendre le risque d'estimer la demande et le délai par leurs moyennes, peut conduire à des résultats non escomptés.

Voulant, coûte que coûte trouver une politique de réapprovisionnement satisfaisante, nous avons, à cet effet, usé de l'outil précieux qu'est la SIMULATION, et ainsi effectuer des études de sensibilité en faisant varier les paramètres d'entrée et en usant de l'expérience du gestionnaire.

Dans le Cas des articles appartenant à la classe B, caractérisée par un équilibre entre le prix et la consommation, le risque encouru est moins important que précédemment. Nous pouvons alors estimer les variables par leurs moyennes.

Gardant toujours en vue l'objectif de minimiser le risque de surestimer ou sous-estimer les besoins, nous avons adopté un modèle basé sur le STOCK DE SECURITE et la PREVISION.

Pour cette classe nous avons, dans notre formulation, laissé le libre choix à l'utilisateur entre le modèle à prévision de commande et la simulation. Ce choix dépend, comme nous l'avons déjà mentionné, du risque que l'utilisateur est prêt à prendre.

Pour les articles de la classe A2 dont la consommation est peu importante, nous nous sommes mis dans le cas certain en ayant estimé la demande et le délai par leurs moyennes respectives. Nous avons alors adopté un modèle procurant la quantité à approvisionner ainsi que la date à laquelle nous devons effectuer le renouvellement. Nous l'appellerons "formulation WILSON 1".

En ce qui concerne les articles à faible consommation, soit ceux appartenant à la classe C1, bien que peu coûteux, ils sont souvent à l'origine de surcoûts qui se justifient par le fait qu'une bonne partie du budget est allouée au réapprovisionnement et la tenue de ces articles qui, souvent viennent s'ajouter à un stock dormant. Pour ces raisons, nous avons préconisé un modèle tenant compte de surstocks et d'une éventuelle rupture. Nous l'appellerons "formulation WILSON 2".

Pour la classe C2, nous n'avons préconisé aucune formulation, un contrôle du stock est toutefois recommandé.

En definitive, nous aurons ce qui suit:

- Formulation WILSON 1 pour la classe A1
- Formulation simulation pour la classe A2 ou B
- Formulation planification pour la classe B
- Formulation WILSON 2 pour la classe C1
- Aucune formulation n'est preconise pour la classeC2

Par souci de clarté, nous adopterons, pour les différentes formulations, les notations suivantes:

ab: coût d'entretien unitaire

c: coût de rupture unitaire

K: coût de commande unitaire (par unite de commande)

Y: demande totale sur la période de gestion

$\bar{Y}$ : demande moyenne sur la période de gestion.

### 1/FORMULATION WILSON 1:

#### a-Formulation:

La demande Y est supposée connue, elle est estimée par sa moyenne  $\bar{Y}$ .

Les différents coûts engendrés par une gestion du type WILSON 1, sont formulés comme suit:

\* coût de stockage:  $ba Q/2$  avec  $Q/2$  le stock moyen

\* coût de commande:  $K\bar{Y}/Q$

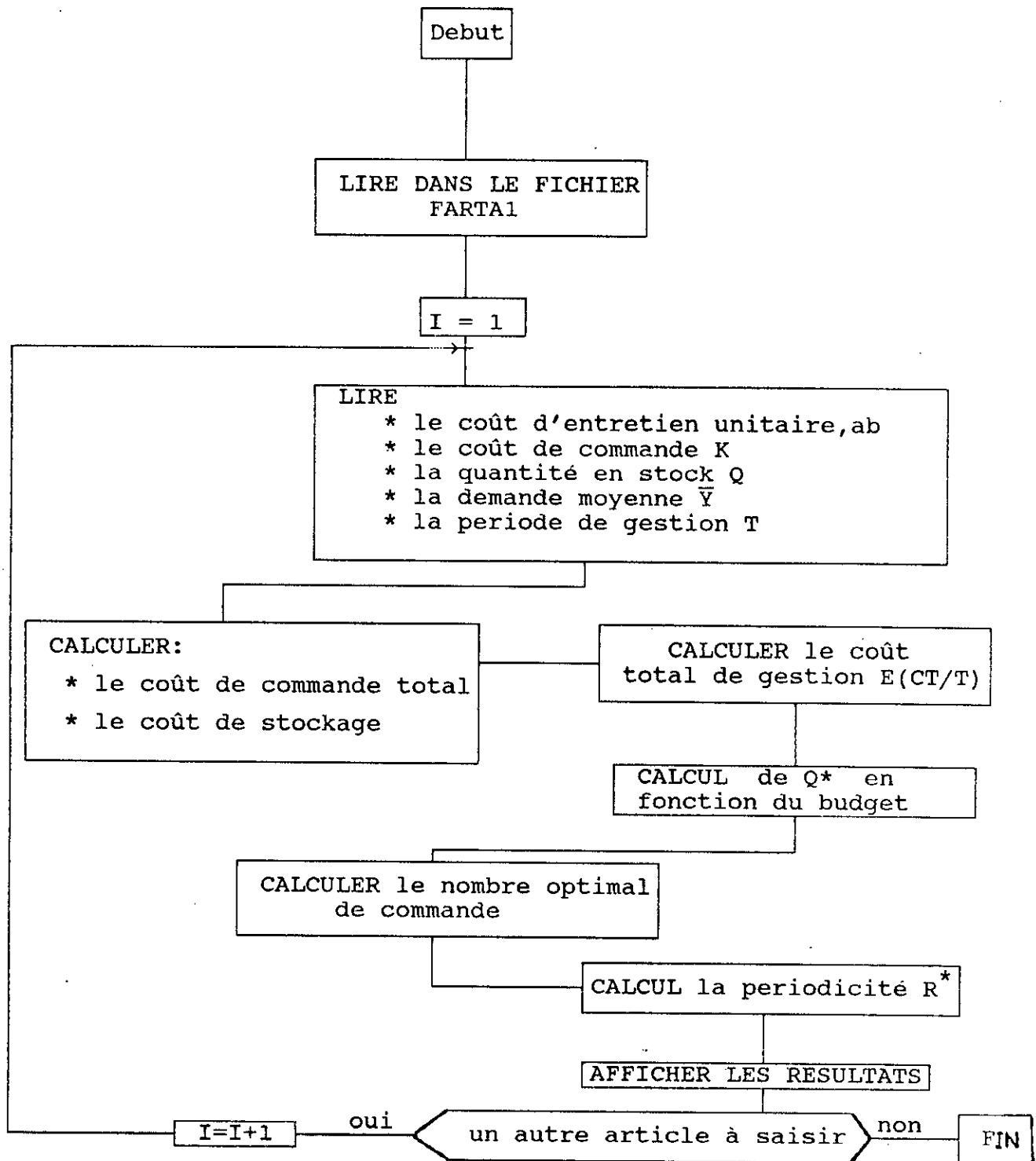
Le coût global s'écrit alors:

$$E(CT/T) = ba Q/2 + K\bar{Y}/Q$$

La quantité optimale à commander sera:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2K\bar{Y}}{ba}}$$

b- organigramme:



## 2/ FORMULATION PLANIFICATION:

### a/ Formulation:

Nous avons vu précédemment, que lorsque la demande était aléatoire, les techniques utilisées pour évaluer les paramètres de gestion, supposaient que la distribution de probabilité de la demande était connue moyennant l'ajustement des lois empiriques par les lois théoriques.

Un tel ajustement peut s'avérer impossible, et il faudra donc utiliser une autre approche de résolution, entre autre, celle basée sur la prévision.

N'ayant pû obtenir beaucoup d'informations concernant la consommation des articles, nous avons, pour établir les prévisions, utilisé la méthode du LISSAGE EXPONENTIEL SIMPLE.

### a/ LE LISSAGE EXPONENTIEL:

Cette technique de prévision, n'exige pas d'avoir un grand nombre d'observations, elle ne tient compte que de la valeur de la période précédant celle en cours.

La prévision s'écrit alors comme suit:

$$\hat{CQM}(t) = \hat{CQM}(t-1) + \alpha [ CQM(t) - \hat{CQM}(t-1) ]$$

[13]

$\hat{CQM}(t)$ : prévision de la consommation de la période t

$\hat{CQM}(t-1)$ : prévision de la consommation de la période t-1

CQM(t): consommation réelle de la période t.

$\alpha$  : multiplicateur, compris entre 0 et 1.

b/ LE STOCK DE SECURITE:

La prévision déterminée, nous calculerons le stock de sécurité SS par la méthode du TICF. Nous aurons alors:

$$SS(t) = k * TICF * \hat{CQM}(t)$$

Compte tenu du type d'articles à gérer, à savoir les pièces de rechange, leurs consommations suivent, généralement, une loi de POISSON. En ayant un nombre d'observations assez élevé, nous pouvons approximer cette loi par une loi normal [15].

k sera alors lu sur la table de la loi normal.

c/ LE BESOIN NET:

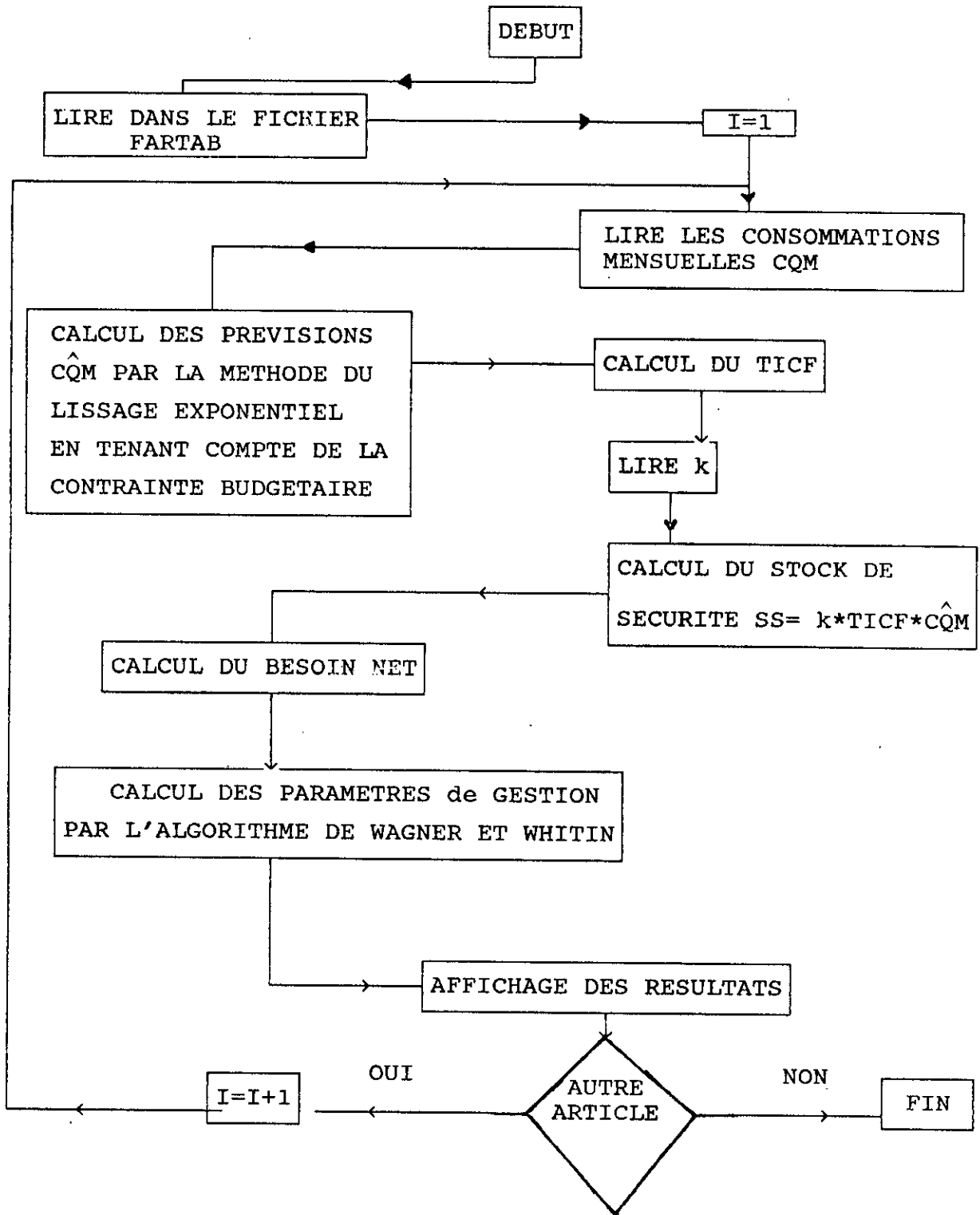
Le besoin net sera calculé à partir de:

$$BN(t) = \hat{CQM}(t) + SS(t) + SS(t-1)$$

d/ DETERMINATION DES PARAMETRES DE GESTION:

Les paramètres de gestion seront déterminés grâce à l'algorithme de WAGNER & WHITIN. (voir annexe [5])

b/ organigramme:





### 3/FORMULATION PAR SIMULATION:

La demande et le délai sont supposés tous deux aléatoires. Les paramètres de gestion seront déterminés grâce à la technique de simulation.

La simulation que nous allons effectuer est à événement discret, de type stochastique et dynamique (voir annexe [ 4 ])

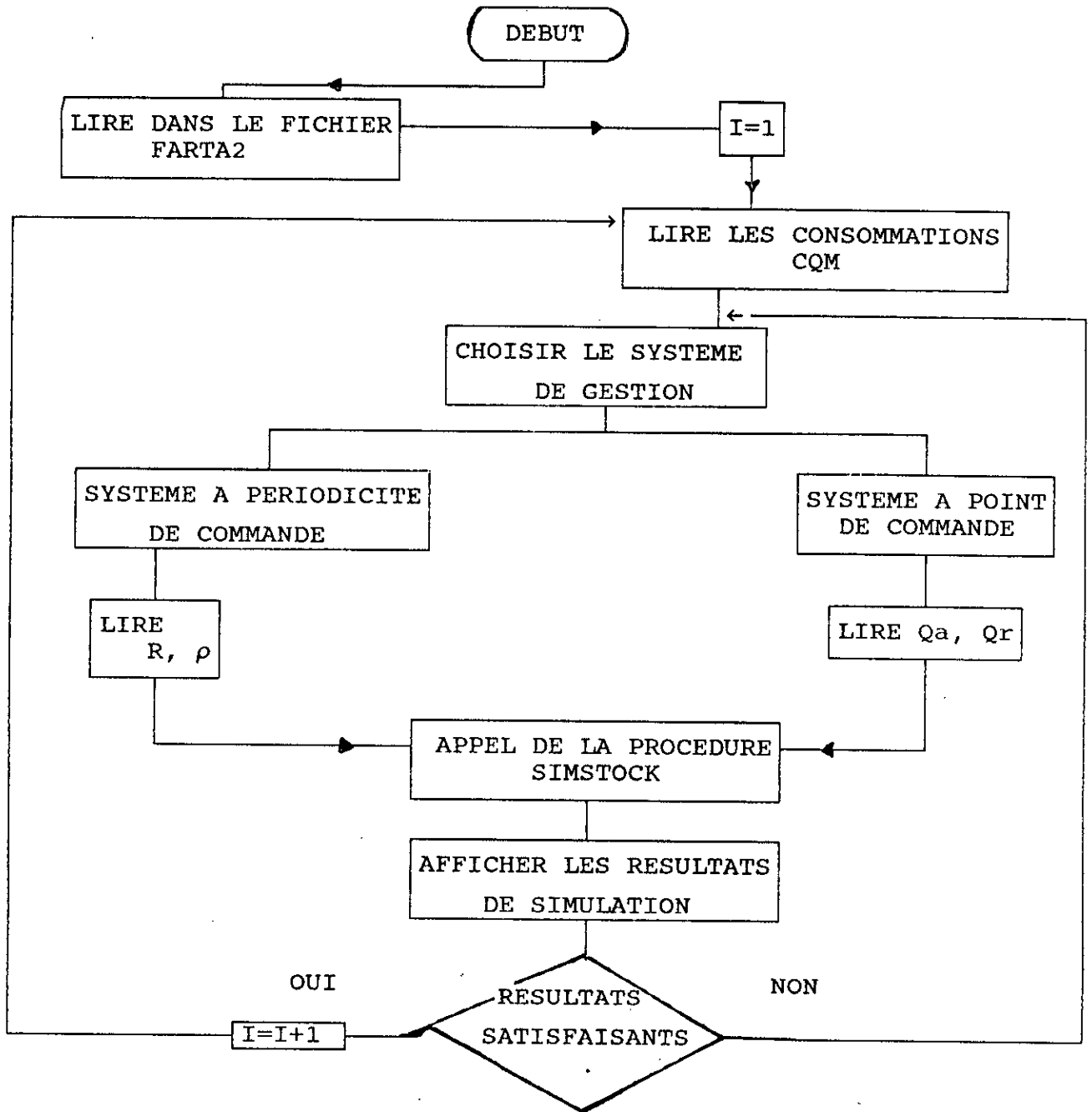
#### PRINCIPE DE LA METHODE:

Soit un article dont la demande par unité de temps,  $Y$  est une variable aléatoire de distribution  $f(Y)$ . Cet article fait l'objet de passation de commande chaque fois que le stock d'alerte  $S$ , ou que la date de rétablissement  $R$  (selon le système où l'on est) est atteint. Le délai de livraison  $L$  est aussi une variable aléatoire de distribution  $g(L)$ .

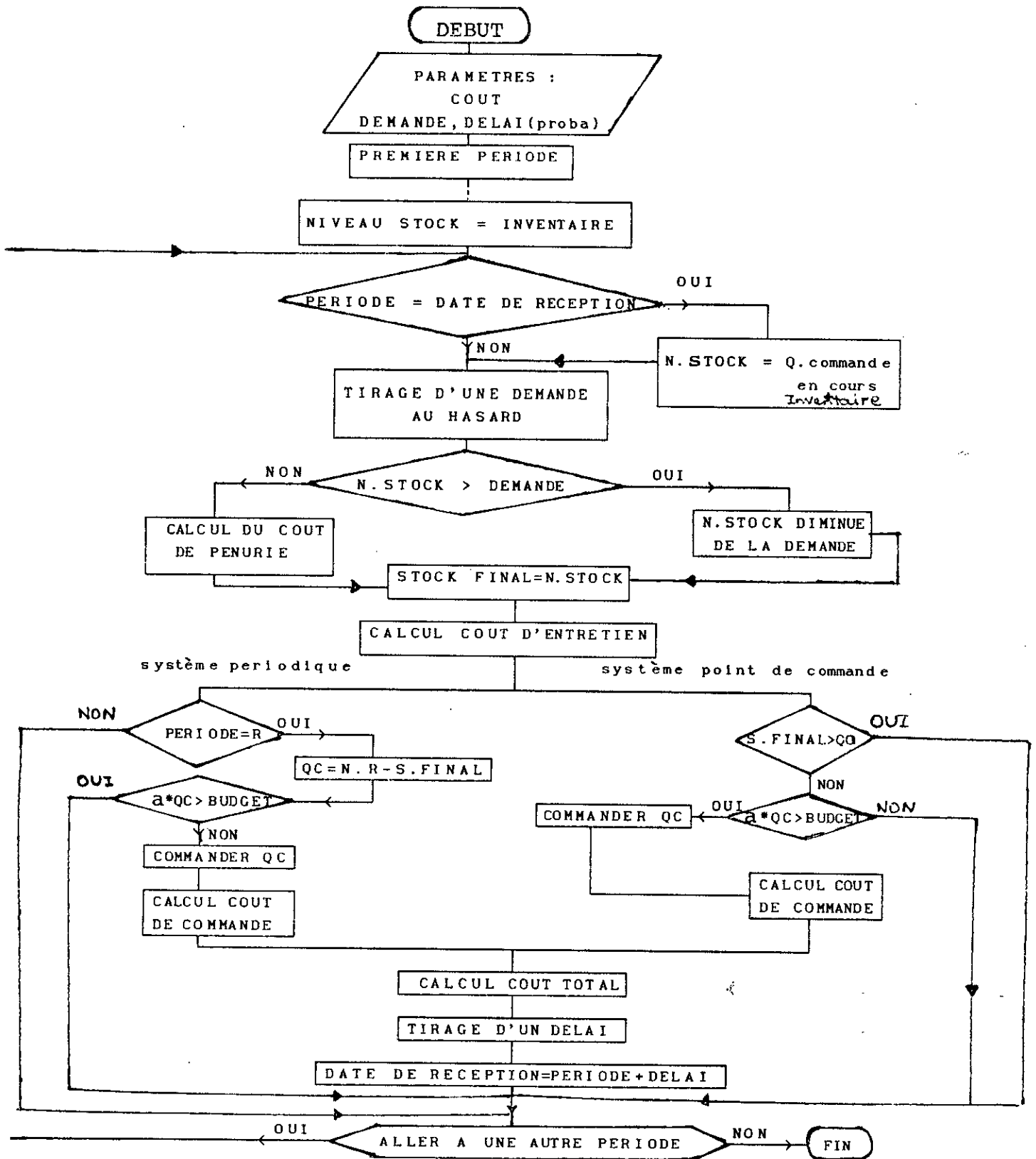
Pour chacune des variables  $Y$  et  $L$ , on choisit un échantillon de valeurs (probabilités) et on 'simule' le système de gestion étudié, en donnant à  $Y$  et  $L$  les valeurs qu'elles prennent dans leurs échantillons respectifs. Nous utiliserons, à cet effet, la méthode de MONTE CARLO.

Notre travail consiste à simuler deux types de système de gestion; le système à point de commande et le système à périodicité de commande. Le but étant de choisir le système le plus adéquat et de déterminer ses paramètres optimaux (ou pseudo-optimaux).

b/ Organigramme:



# Procédure SIM-STOCK



#### 4/ FORMULATION WILSON 2:

Dans ce modèle, nous tenons compte de deux situations; le surplus et la pénurie.

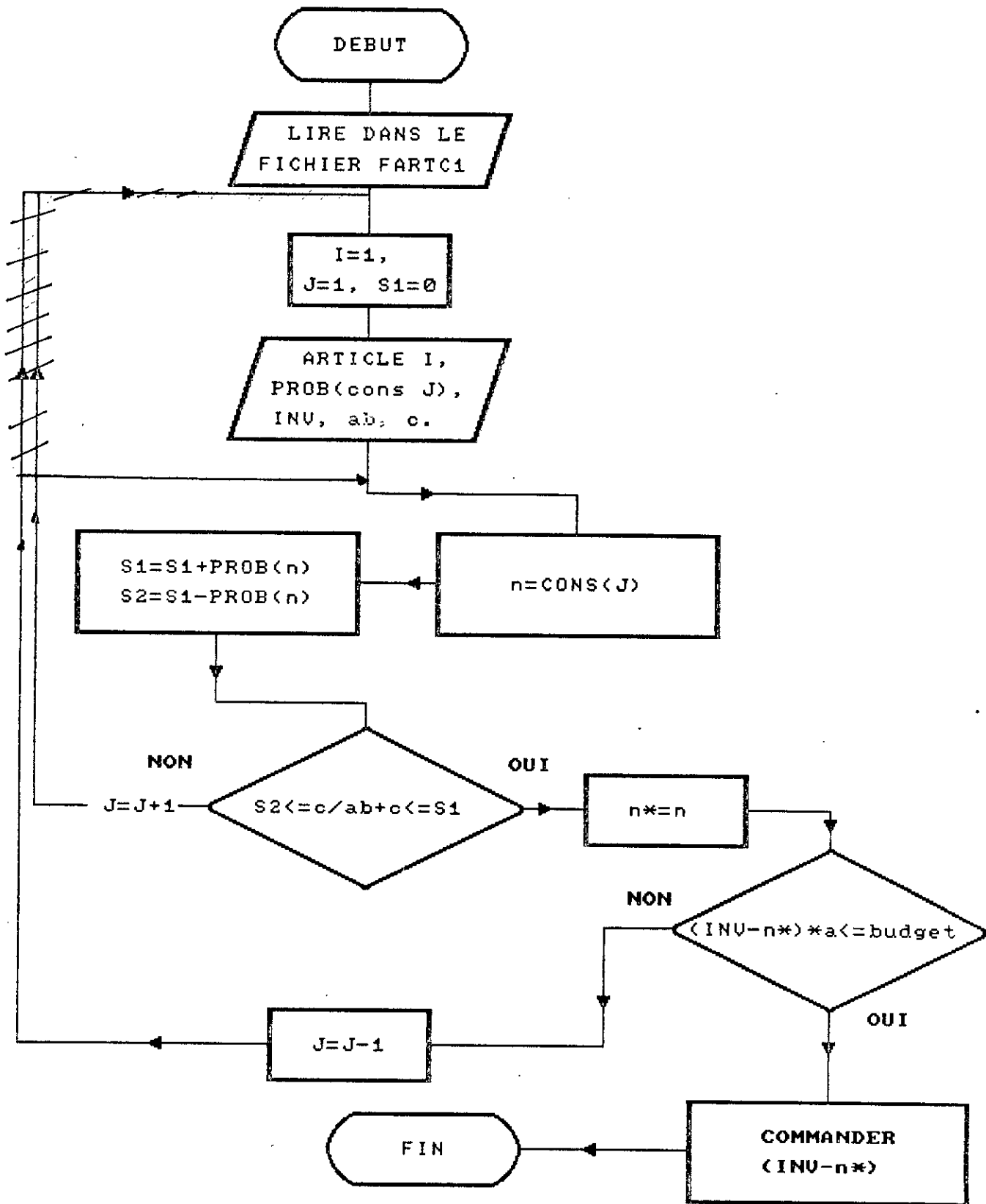
Nous devons minimiser le coût global de gestion qui s'exprime comme suit:

$$E(CT/T) = ab \sum_{Y=0}^n (n-Y) P(Y) + c \sum_{Y=0}^{\infty} (Y-n) P(Y)$$

Tous calculs faits, le minimum est atteint pour n vérifiant la condition suivante:

$$\sum_{Y=0}^{n-1} P(Y) \leq c/c+ab \leq \sum_{Y=0}^n P(Y)$$

b/ Organigramme:



## CHAPITRE IV

**IMPLEMENTATION DU LOGICIEL**

## IMPLEMENTATION DU LOGICIEL:

Le logiciel que nous avons élaboré, est conçu de manière à ce qu'il soit convivial et être facilement manipulé.

Afin de le rendre plus accessible, nous avons mis à la disposition de l'utilisateur plusieurs menus indiquant les différentes fonctions du logiciel. Nous y avons aussi noué un dialogue entre la machine et l'utilisateur, grâce au "jeu des questions/réponses.

## QUEL EST LE LANGAGE UTILISE ?

Il a été écrit dans un langage évolué, le TURBO PASCAL, procurant des temps d'exécution et de compilation très courts. Il a l'avantage de fonctionner sur la plupart des micro-ordinateurs tel que les PC, AT/XT.

## COMMENT EST-IL STRUCTURE ?

Comme nous l'avons déjà mentionné, le logiciel est présenté sous forme de menus indiquant les différents services offerts.

En premier lieu, nous aurons le MENU PRINCIPAL, puis découleront les sous-menus qui seront sélectionnés par l'utilisateur.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les différents menus qui constituent notre logiciel.

### 1/ LE MENU PRINCIPAL:

Il offre les principales fonctions du logiciel, pouvant être sélectionnées par simple utilisation d'une touche sur le clavier.

MENU PRINCIPAL
1- Choix du fournisseur
2- Saisie des données
3- Traitement des données
4- Méthodes préconisées
5- Fin du programme
Faites votre choix-->- -

Le menu ci dessus sera affiché sur écran. Pour choisir une fonction, il suffit de mettre le numéro se rapportant au choix désiré.

Pour accéder aux menus, nous devons, obligatoirement, passer par le -1-, c'est à dire choisir un fournisseur.

Dans le cas où le choix se porte sur "la saisie des données", nous irons automatiquement au "menu fournisseur" pour le choix d'un fournisseur.

Si le choix se porte sur "le traitement des données", la question

"AVEZ-VOUS EFFECTUE LA SAISIE ?"

sera posée à l'utilisateur.

Si la réponse est positive, nous retournons au "menu traitement", sinon au "menu fournisseur".



Si le choix est "4", la question "AVEZ-VOUS EFFECTUE LES TRAITEMENTS NECESSAIRES ?", sera posée.

Si la réponse est oui, nous nous connectons "au menu méthode".Sinon, nous retournons au "menu saisie".

## 2/ MENU FOURNISSEUR:

Il présente les différents fournisseurs chez lesquels se réapprovisionne l'entreprise.Il se présente comme suit:

CHOIX FOURNISSEUR
1- ERCA
2- PREPAC
3- TETRAPAC
4- ALAVAL
5- AUTRES
Faites votre choix==>

## 3/ MENU SAISIE:

Une fois le fournisseur choisi, le menu suivant apparait sur l'écran.Il permettra la sélection du type de saisie que nous voulons effectuer.

MENU SAISIE
1/ Saisie-articles
2/ Saisie-délais
3/ Saisie-coûts
Faites votre choix==>

\* Si le choix = 1, le masque de saisie apparait, suivi des questions suivantes:

"QUEL EST LE NOMBRE D'ANNEES A SAISIR ?"

-----

"QUEL EST LE NOMBRE DE MOIS A SAISIR ?"

-----

Une fois avoir répondu à ces questions, il affichera ce qui suit:

'SAISIE ARTICLE N - -'
REF
INV
a
CQA (consommation quantifiée)
CQM
"VOULEZ VOUS SAISIR UN AUTRE ARTICLE ?"

\* Si le choix = 2, une série de questions apparait sur l'écran:

"QUEL EST LE NOMBRE D'ARTICLES ENTRETENUS ?"

-----

"COMBIEN YA T-IL DE MAGASINIERS ?"

-----

"QUELS SONT LES DIFFERENTS SALAIRES ?"

-----

"QUEL EST LE COUT DE COMMANDE ?"

-----

"QUEL EST LE PRIX UNITAIRE DU PRODUIT ?"

-----

"QUEL EST LE TAUX HORAIRE D'IMMOBILISATION DES MACHINES?"

-----

"QUEL EST LE TAUX HORAIRE D'OCCUPATION DES MACHINES ?"

-----

A la suite de ces questions, nous obtenons l'affichage des coûts :

- Le coût de commande est:- - -

- Le coût de pénurie est :- - -

- Le coût d'entretien est:- - -

\* Si le choix = 3, il affichera ce qui suit:

\* "QUEL EST LE NOMBRE DE DELAIS ?"

\* "INSERER LES DELAIS "

Après chaque type de saisie, la question suivante sera visible sur écran:

"VOULEZ-VOUS EFFECTUER UNE AUTRE SAISIE ?"

Si la réponse est oui, le "menu saisie" sera à nouveau affiché pour effectuer une nouvelle saisie. Sinon c'est le "menu traitement" qui sera sélectionné.

### 3/ MENU TRAITEMENT:

Avant de passer aux méthodes de résolution, les données doivent être traitées, pour cela un menu des différents traitements est affiché.

MENU TRAITEMENT
1- Traitement des consommations valorisées TCV
2- Traitement des consommations quantifiées TCQ
3- Calcul de probabilités
Faites votre choix --->-- --

Après la fin de chaque type de traitement, la question suivante sera posée à l'utilisateur:

"LA PHASE TRAITEMENT EST-ELLE TERMINEE?"

Si la réponse = oui, alors affichage des différentes classes puis aller au "menu méthodes".

### 4/ MENU METHODES:

Cette partie du logiciel est celle qui traite de la résolution du problème. Il oriente l'utilisateur sur les méthodes utilisées sur les diverses classes.

MENU METHODES
1- Modèle WILSON 1-classe A1
2- Modèle simulation -classeA2 et/ou classeB
3- Modèle planification -classeB
4- Modèle WILSON 2 -classeC1
5- Aucun modèle -classeC2
Faites votre choix ==> - -

Si le choix = 1, le logiciel exécute les calculs nécessaires puis affiche les résultats demandés. De même pour le choix = 4.

Si le choix = 3, la question suivante sera affichée sur écran:

"LE DELAI EST-IL ALEATOIRE ?"

Si la réponse = oui, il effectuera alors une SIMULATION.

Sinon, il affichera: " QUEL EST LE NOMBRE DE MOIS A PREVOIR ?", puis il exécutera la méthode planification et affichera les résultats.

Si le choix = 4, affichage du sous-menu suivant:

1- Système à point de commande  
2- Système à périodicité de commande  
Faites votre choix --->- -

Si le choix = 1, "DONNEZ LE POINT COMMANDE",

"DONNER LA QUANTITE DE COMMANDE".

Si le choix = 2, inserer les paramètres du système.

AFFICHAGE DES RESULTATS.

## I/ COLLECTE DES DONNEES:

La collecte des données concernant les consommations et les délais de livraison des pièces de rechange, s'est effectuée avant même l'élaboration de nos modèles.

La détention d'informations concernant ces deux variables a été notre base de départ pour la compréhension et la formulation de notre problème.

### a/ Les consommations:

Pour l'étude du rythme de la consommation des articles, nous avons utilisé l'historique des consommations des quatre dernières années. Nous avons, à cet effet, utilisé le logiciel "ALSTOCK" de l'entreprise, qui a pour fonction la tenue des stocks (entrées/sorties, états, mouvements...).

ALSTOCK se compose du menu principal suivant:

< 1 > DOSSIER
< 2 > ARTICLE
< 3 > MOUVEMENT
< 4 > ETAT
< 5 > TABLE

Pour chaque année considérée, nous avons recueilli les informations concernant le rythme des consommations à partir du menu "ETAT" au niveau de la balance des stocks et du menu "MOUVEMENT".

1/ Menu "ETAT":

Il s'articule comme suit:

1/ Menu "ETAT":

Il s'articule comme suit:

<u>ETAT</u>
1 JOURNAL DE SORTIE
2 JOURNAL DES ENTREES
3 INVENTAIRE VALORISE
4 ETAT DES RUPTURES
5 BAREME DES PRIX
6 BALANCE DES STOCKS

A partir de la balance des stocks, nous avons collecté les sorties annuelles des articles, ceci pour une période de 4 ans. Pour avoir ces sorties mensuellement, nous avons utilisé un second menu; le menu "MOUVEMENT".

2/ Menu "MOUVEMENT":

<u>MOUVEMENT</u>
1 SORTIE / FACTURATION
2 ENTREE / RECEPTION
3 VISUALISATION
4 FICHE DE STOCK

Désirant avoir les données mensuellement, nous avons utilisé l'option "VISUALISATION". Nous y avons introduit, référence par référence, les articles ayant eu des sorties durant l'année considérée, nous obtenons alors les dates de sortie du magasin. Nous avons fait de même pour déterminer les sorties valorisées en utilisant l'option "FICHE DE STOCK". afin d'y noter le prix unitaire de chaque article.



b/ Le délai de livraison:

L'information concernant les délais de livraison L, nous a été fournie à partir des bons de commandes et des bons de réceptions des articles sur une durée de 9 ans. Nous avons noté les numéros et les dates des commandes, nous avons ensuite retrouvé les bons de réception correspondant et noté les dates d'arrivées des commandes. Le délai de livraison L s'exprime comme suit:

$$L = \text{date de réception} - \text{date de commande}$$

Nous avons alors noté les différents délais ainsi que leur nombre d'occurrence.

c/ Estimation des coûts de gestion:

L'information concernant les différents coûts de gestion est quasiment inconnue au niveau de l'unité de BIRKHADEM compte tenu de l'inexistence d'une comptabilité analytique.

Vu l'importance de ces coûts, nous étions contraints de les estimer pour le bon déroulement de nos tests.

1- Détermination du coût de pénurie:

Il est très difficile à déterminer car il dépend de plusieurs paramètres. Pour l'estimer, nous nous sommes basés sur les pertes valorisées dues à l'immobilisation des équipements.

La méthode établie est la suivante: soit  $x$  litres/heure, la capacité horaire de production de la machine considérée, si une pièce s'y détériore et est en rupture de stock, la machine se trouvera immobilisée pendant un temps  $t$  (heure). La quantité qui devrait être produite serait  $X = x * t$ , soit d'une valeur de  $X * p$ ,  $p$  étant le prix unitaire du produit.

Le coût de pénurie sera donc:

$$c = X * p \text{ ( DA/ article/ mois )}$$

2- Détermination du coût d'entretien:

Ce coût est composé des frais d'éclairage, gardiennage... . Ne disposant pas de toutes les informations nécessaires pour sa détermination, nous n'avons tenu compte que des salaires S des employés du magasin.

Il s'exprime comme suit:

$$b = S / N \text{ ( DA/ article/ mois )}$$

N étant le nombre d'articles entretenus.

3- Détermination du coût de commande:

Ce coût a été estimé en comptabilisant les frais de fret, taxes et de transport.

2/ TRAITEMENT DES DONNEES:

Afin de pouvoir utiliser les informations recueillies, un certain nombre de traitements y ont été effectués.

a- Sur les consommations:

Ayant obtenu les données concernant les consommations valorisées et quantifiées sur une période de quatre ans, nous avons calculé la moyenne des consommations sur cette période.

Désirant mieux connaître le comportement des articles, nous les avons introduits (700 articles) dans le logiciel LOTUS qui a permis de trier par ordre décroissant des consommations valorisées. Cette opération nous conduit à procéder à une classification ABC.

Nous avons ensuite inventorié les différentes consommations avec leur nombre d'occurrence pour un éventuel calcul de probabilité.

b- Sur les délais de livraison:

Nous avons listé les différents délais, et puis recherché leur d'occurrence .

Le temps nous ayant fait défaut, notre premier objectif (l'application complète ) a été quelque peu dévié. nous nous astreindrons à effectuer des tests sur la base de données réelles.

3/ TESTS

Nous prendrons, au hasard, quelques articles sur lesquels nous effectuerons nos tests.

Ces notations sont utilisées:

REF :reference de l'article,

INV :inventaire en stock,

A :prix d'acquisition de l'article,

CQA :consommation quantifiée annuelle,

CQM :consommations quantifiées mensuelles,

CQAM:consommation annuelle quantifiée moyenne,

QA :quantité de commande,

QC :quantité d'alerte.

Les articles sélectionnés sont les suivants:

REF	108538
INV	9
A	499.94
CQA	39
CQM	0 6 12 7 2 1 0 2 3 1 1 4

REF	DIAM8.F.7
INV	2
A	105.75
CQA	4
CQM	0 1 2 0 0 1 0 0 0 0 0 0

REF	255*3
INV	4
A	568.53
CQA	57
CQM	0 7 11 7 21 0 2 3 1 1 4 0

REF	S20
INV	7
A	616.68
CQA	12
CQM	0 1 1 1 1 0 2 1 0 5 0 0 0

REF	1200W
INV	8
A	3518.12
CQA	33
CQM	0 3 0 11 1 3 0 2 13 0 0 0

REF	108541
INV	0
A	2737.61
CQA	122
CQM	0 0 2 0 100 16 1 2 0 0 1 0

REF	21315 BN
INV	0
A	2056.34
CQA	38
CQM	0 12 7 2 1 0 2 3 1 1 4 0

REF	D.40*18*20*58
INV	2
A	437.16
CQA	10
CQM	0 0 1 1 0 4 3 0 0 0 1 0

REF	055*35*20
INV	2
A	178.48
CQA	12
CQM	0 1 0 1 0 4 0 1 3 0 1 1

REF	0 78
INV	128
A	28.43
CQA	138
CQM	0 16 2 0 100 16 1 2 0 0 1 0

REF	6A.8,5*31,5
INV	73
A	3.61
CQA	33
CQM	0 0 0 5 1 21 2 1 0 0 0 3

REF	C.3.OH
INV	9
A	202.06
CQA	7
CQM	0 1 2 0 0 0 2 0 0 2 0

REF	101397
INV	962
A	2.65
CQA	150
CQM	0 0 0 0 60 0 40 50 0 0 0 0

REF	100216
INV	0
A	215.84
CQA	230
CQM	0 0 0 0 0 0 0 174 45 0 0 11



REF	028092
INV	25
A	34.56
CQA	23
CQM	0 0 0 4 3 4 8 0 0 0 0 4

REF	100156
INV	7
A	11.06
CQA	122
CQM	0 0 2 0 100 16 1 2 0 0 1 0

REF	10A.8,5*31,5
INV	87
A	3.63
CQA	33
CQM	0 3 0 11 1 3 0 2 13 0 0 0

REF	AR.19.05
INV	285
A	7.98
CQA	313
CQM	0 0 0 0 52 1 0 204 45 0 0 11

REF	6006.1
INV	3
A	122.24
CQA	0
CQM	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Tout comme nous aurons besoin d'insérer les données suivantes:

a/ Les délais:

DELAI (mois)	NOMBRE D'OCCURRENCE
1	10
2	11
3	8
4	8
5	4
6	8
7	9
8	6
9	7
10	10
11	3
12	4
13	2

La saisie de ces délais se fera dans le "fichier delai".  
Ces observations sont celle de neuf années, soit de 83 à 91.

Les délais concernant l'année 1990, prise comme année d'étude, nous avons observé les délais suivants:

DELAIS	NOMBRE D'OCCURRENCE
6	1
4	1
12	2
7	1
8	1

b/ Les coûts:

- Coût de pénurie:

Pour le calcul de ce coût, il faut insérer les données concernant le prix unitaire p du produit, le taux de production horaire des machines ainsi que le nombre d'heures d'immobilisation par mois.

Prix unitaire = 3,5 DA

Quantité produite = 10143 l/HEURE

Nombre d'heures d'immobilisation = 33,5 heures/mois

- Coût d'entretien:

Les informations nécessaires au calcul de ce coût sont les suivants:

Nombre total d'articles entretenus = 15000

Nombre de magasiniers = 8

Les différents salaires (en DA) sont: 3000, 5000, 6000, 5\*4000.

- Coût de commande:

Nous l'avons estimé à K = 5223,95 DA. Nous ne pouvons, toutefois, nous porter garant sur la fiabilité de ce coût.

- Le budget:

Cette information nous a été fournie par le directeur de la sous direction approvisionnement.

Le budget = 14.000.000 DA.

Les résultats obtenus après avoir inséré toutes ces données dans le logiciel sont les suivants:

Les différents articles sont en premier lieu classés par le LOGICI

CLASSE A

ne contient aucun article

CLASSE A2			
REF	INV	A	CQAM
108541	0	2737.61	122
1200W	8	3518.12	33

CLASSE B			
REF	INV	A	CQAM
21315 BN	0	2056.34	38
100216	0	215.84	230
255*3	4	568.53	57

CLASSE C2			
REF	INV	A	CQAM
6006.1	3	122.24	0

CLASSE C1			
REF	INV	A	CQAM.
108538	9	499.94	39
S20	7	616.68	12
D.40.18*20*58	2	437.16	10
0 78	128	29.43	138
AR.19.05	285	7.98	33
100156	7	11.06	122
055*35*20	2	178.48	12
C.3.OH	9	202.06	7
108549	2	78.22	11
028092	25	34.56	23
DIAM8.F.7	2	105.75	57
101397	962	2.65	150
10A.8,5*31,5	87	3.63	313
6A.8,5*31,5	73	3.61	33

Chaque classe sera résolue selon la méthode qui lui a été préconisée au préalable.

#### 1-Classe A2

Les paramètres de gestion utilisés au départ nous ont été donnés par le responsable du service 'gestion des stocks' qui, par expérience, définit la quantité à avoir en stock. Il lance alors une commande chaque fois que cette quantité est atteinte.

Article :108541

Dans le cas de cet article, la quantité d'alerte utilisée est égale à ' 8 'et la quantité de commande à ' 4 '.

La variation de ces deux paramètres, par simulation, nous conduit à une nette amélioration concernant le niveau de service.

La simulation de ces paramètres s'effectue sur 1000 périodes.

QA	QC	%Demandes satisfaites	%Demandes non satisfaites	Coût global
8	6	16	84	$3 \cdot 10^{14}$
8	8	18	82	$3 \cdot 10^{14}$
10	8	17	83	$3.7 \cdot 10^{14}$
10	12	30	70	$1.96 \cdot 10^{14}$

QA	QC	%Demandes satisfaites	%Demandes non satisfaites	Coût global
10	15	42	58	$1.5 \cdot 10^{14}$
12	15	39	61	$2 \cdot 10^{14}$
12	18	46.6	52.4	$8 \cdot 10^{13}$
12	20	56	44	$5 \cdot 10^{13}$
15	20	50	50	$1 \cdot 10^{14}$
15	22	57.8	42.2	$5.7 \cdot 10^{13}$
15	25	62	58	$6 \cdot 10^{13}$
18	26	53	57	$1.2 \cdot 10^{14}$
18	30	58	52	$1 \cdot 10^{14}$
15	30	77	33	$2 \cdot 10^{13}$



Le niveau de service atteint 77% pour les valeurs (QA= 15, QC=30); c deux quantités minimisent les ruptures et le coût global de gestion. Ce dernier représente le coût total sur '1000' périodes de simulation.

#### Article 1200W

Les paramètres de gestion utilisés au départ de la simulation sont ceux qui ont été donnés par le responsable du service ' gestion des stocks ': QA = 16,

$$QC = 8$$

QA	QC	%Demandes satisfaites	%Demandes non satisfaites	coût global
16	8	67	33	$3.59 \cdot 10^{13}$
16	10	92	8	$1.55 \cdot 10^{12}$

En ce qui concerne l'article 1200W, nous remarquons que l'écart entre la valeur intuitive (celle estimée par le gestionnaire) et celle fournie par le modèle de simulation est très faible: Ce qui signifie que, parfois, l'expérience acquise peut permettre l'obtention de résultats relativement satisfaisants.

2-Classe B

Article 21315 BN

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Réapprovisionnement		6	14	6	1			2	4		1	5

ex: réapprovisionner une quantité de 6 au deuxième mois.

Article 100216

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Réapprovisionnement							53	20	16		14	

Article 255\*3

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Réapprovisionnement		6	11	6	19		2	6	2	4		

### 3-Classe C2

REF	REAPPROVISION
108538	3
S20	0
D.40*18*20*58	2
0 78	0
AR.19.05	0
055*35*20	2
C.3.OH	0
100156	93
108549	3
028092	0
DIAM8.F.7	0
101397	0
10A.8,5*31,5	0
6A.8,5*31,5	0

Afin de valider le modèle de gestion des stocks que nous avons élaboré, il a fallu sélectionner des entrées relatives à certains articles de l'année 1991; Ces données ont été confrontées aux résultats fournis par notre logiciel pour le même type d'articles.

Ceci peut être visualisé par les exemples suivants:

Exemples:

REF	Réapprovisionnement prévue	Entrées (1991)
<u>100216</u>	103	2018
C.3.OH	0	6
<u>AR.19.05</u>	0	2000
255*3	56	27
D40*18*20*58	2	13
108538	3	16
1200W	10	10

Pour les articles 100216 et AR.19.05, un écart considérable est à noter entre ce qui a été prévue et ce qui existe réellement en stock. Ceci s'explique par les mauvaises prévisions établies au niveau de l'unité; l'inventaire de l'année 1990 signalait déjà des quantités importantes en stock de ces deux articles (relativement à leurs consommations moyennes respectives).

\* voir tableaux classe C1 et classe B \*

CHAPITRE V

**APPLICATION**

CONCLUSION:

L'objectif essentiel visé par notre travail a été d'apporter à l'entreprise ORLAC une solution efficace au problème de la gestion des stocks de la pièce de rechange.

Pour cette raison, nous avons inventorié une variété de modèles susceptibles d'être appliqués, puis sélectionné ceux qui le sont effectivement. Cette étape nous a permis d'approfondir nos connaissances en matière de gestion de stock.

Afin de rendre cette gestion plus accessible, nous avons élaboré un logiciel, ce qui a été une expérience très enrichissante. Nous espérons qu'il sera d'une grande utilité à l'entreprise.

Nous n'aurons pas, toutefois, la prétention de dire que notre travail est complet, bien au contraire, des choses sont à encore à parfaire. C'est pour cela que nous ferons quelques suggestions pouvant servir à compléter notre travail.

#### SUGGESTIONS:

Pour l'étude de la consommation future, nous avons dû estimer plusieurs paramètres. Ce qui serait intéressant de faire, serait de considérer les durées de vie des pièces sur chaque équipement. Connaissant la durée de vie d'une pièce, nous pouvons alors connaître la quantité nécessaire à avoir en stock. Cette opération nécessite une collaboration et une volonté de la part de toutes les personnes concernées.

Il en est de même pour les coûts de gestion. Ils sont totalement ignorés à l'unité de BIRKHADEM faute de comptabilité analytique. Il est donc impératif de faire une véritable étude de coûts, sans quoi il y aurait toujours une surestimation ou une sous-estimation des coûts de gestion. Une méconnaissance de tels paramètres au sein de l'entreprise, peut à long terme, lui être fatale.

Tout comme nous suggérerons une classification des fournisseurs; les classer selon qu'ils soient locaux ou étrangers. Ceci, dans le but d'effectuer des gestions différentes (le facteur délai étant différent).

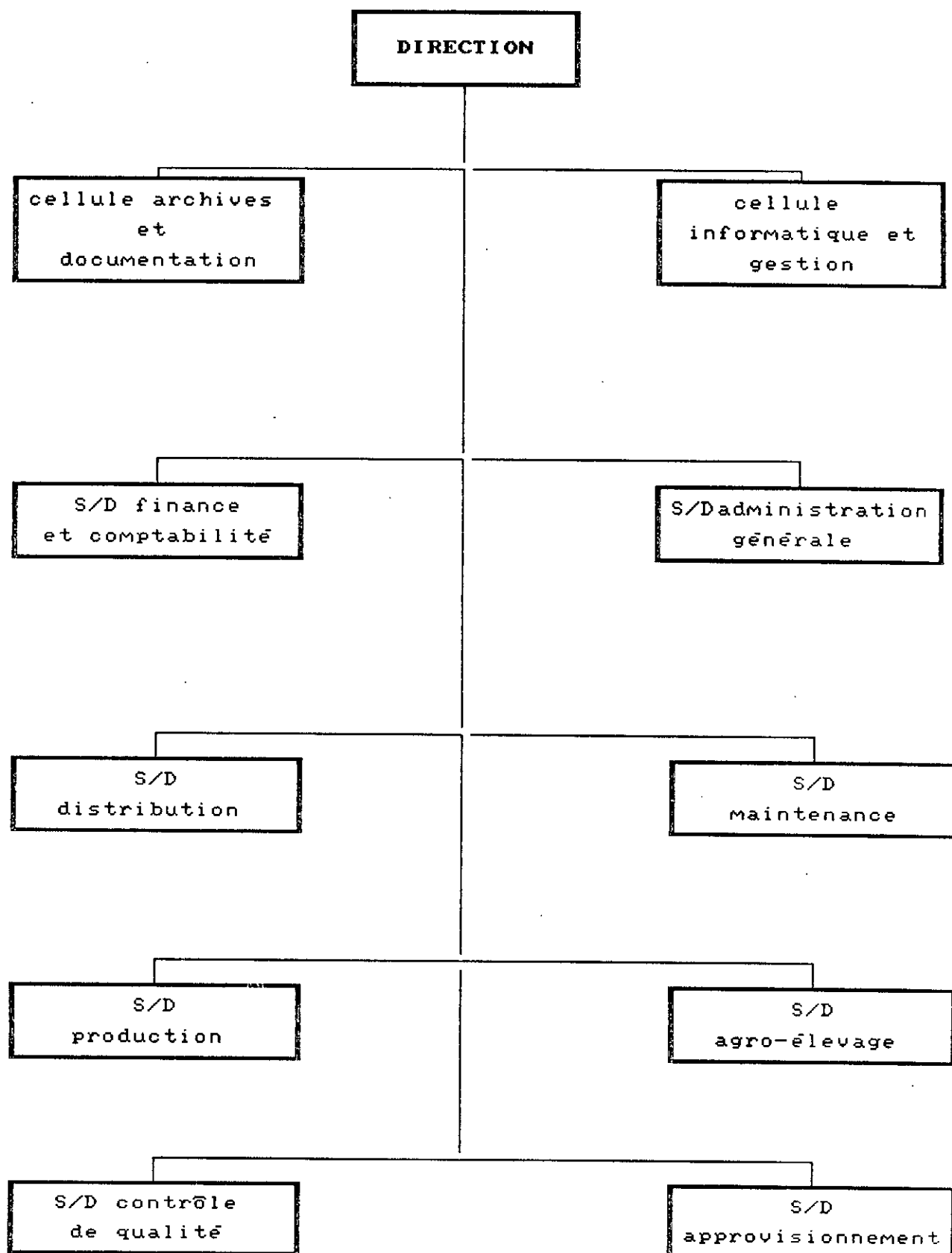
-BIBLIOGRAPHIE-

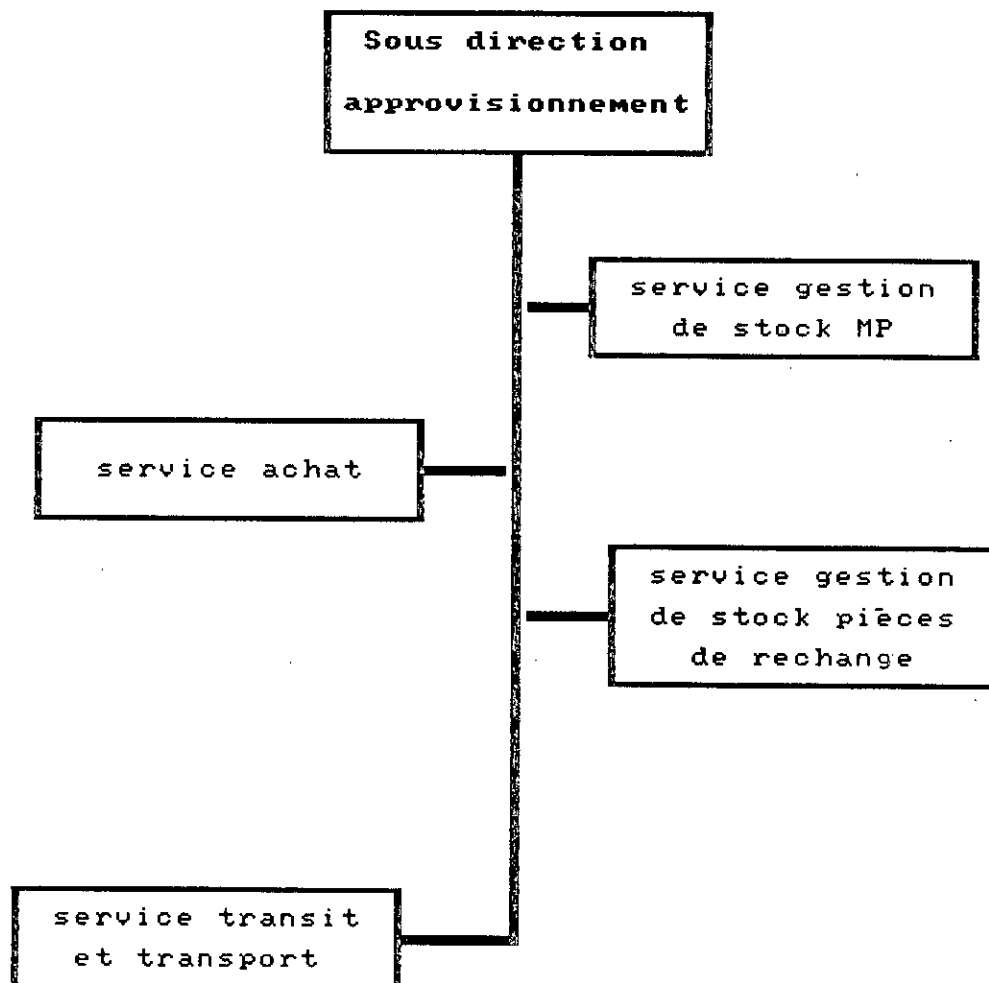
- [1] ALCOOF. "GESTION DES STOCKS, METHODES ET APPLICATION"  
EDITION EYROLLES (1987)
  
- [2] BAGLIN. "GESTION INFORMATIQUE DE LA PRODUCTION ET DES STOCKS"  
EDITION ORGANISATION (1987)
  
- [3] BARANGER. "LES FONCTIONS DE L'ENTREPRISE"  
EDITION VUIBERT (1985)
  
- [4] BEAULIEU. "AUDIT DES STOCKS :PILOTAGE AUTOMATIQUE ET CLASSES  
HOMOGENES DE GESTION"  
EDITION VUIBERT (1985)
  
- [5] COOK. "INTRODUCTION TO MANAGEMENT SCIENCE"
  
  
- [6] DELFOSSE. "LES IMPLEMENTATIONS, LA MANUTENTION ET LES STOCKS"
  
  
- [7] GAITHER. "L'ENTREPRISE ET LA GESTION DES OPERATIONS"
  
  
- [8] LEROUDIER. "LA SIMULATION A EVENEMENTS DISCRETS"



- [9] LEBAS. "GESTION DES STOCKS"
- [10] MARTEL. "RECHERCHES OPERATIONNELLES : TECHNIQUES ET APPLICATIONS"
- [11] EDWARD SILVER. "DECISION SYSTEMS FOR INVENTORY MANAGEMENT AND PRODUCTION"  
SECOND EDITION WILEY (1985)
- [12] VEDRINE. "TECHNIQUES QUANTITATIVES DE GESTION"  
EDITION VUIBERT (1985)
- [13] S.C.WHEELWRIGHT. "METHODES DE PREVISION POUR LA GESTION"  
EDITION ORGANISATION (1983)
- [14] ZERMATI. "LA PRATIQUE DE LA GESTION DES STOCKS" (1984)
- [15] G.W.PLOSSL. "PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL"  
EDITION PRENTICE HALL (1985)
- [16] NOTES DE COURS "Gestion de stock" DE M SALHI ET M SARI
- [17] NOTES DE COURS "Gestion de stock" DE M CHAABANE USTHB.

ORGANIGRAMME DE L'UNITE





Le nombre des articles stockés est souvent très élevé, plusieurs milliers, voir plusieurs dizaines de milliers.

Une première étape, indispensable à la mise en place d'une gestion des stocks, est le classement des articles et leur regroupement en classes homogènes du point de vue de certains critères, pour ainsi consacrer le maximum d'attention aux classes les plus importantes.

Le classement facilite également la constitution d'échantillons représentatifs du stock de taille maniable.

Une façon de classer ces articles est celle donnée par la méthode A-B-C.

#### LE CLASSEMENT A-B-C:

Le principe de la méthode est de classer les articles en stock selon l'importance de leurs rotations. Nous nous apercevons alors, qu'environ 20% des articles, en nombre, vont représenter 80% de la valeur du stock total. D'où la division du stock en trois classes A-B-C

Classe A: représente 80% du stock, en valeur.

Classe B: représente 15% de la valeur du stock.

Classe C: constitue 5% de la valeur du stock.

Si la clé du tri est la consommation valorisée, nous aurons le tableau suivant:

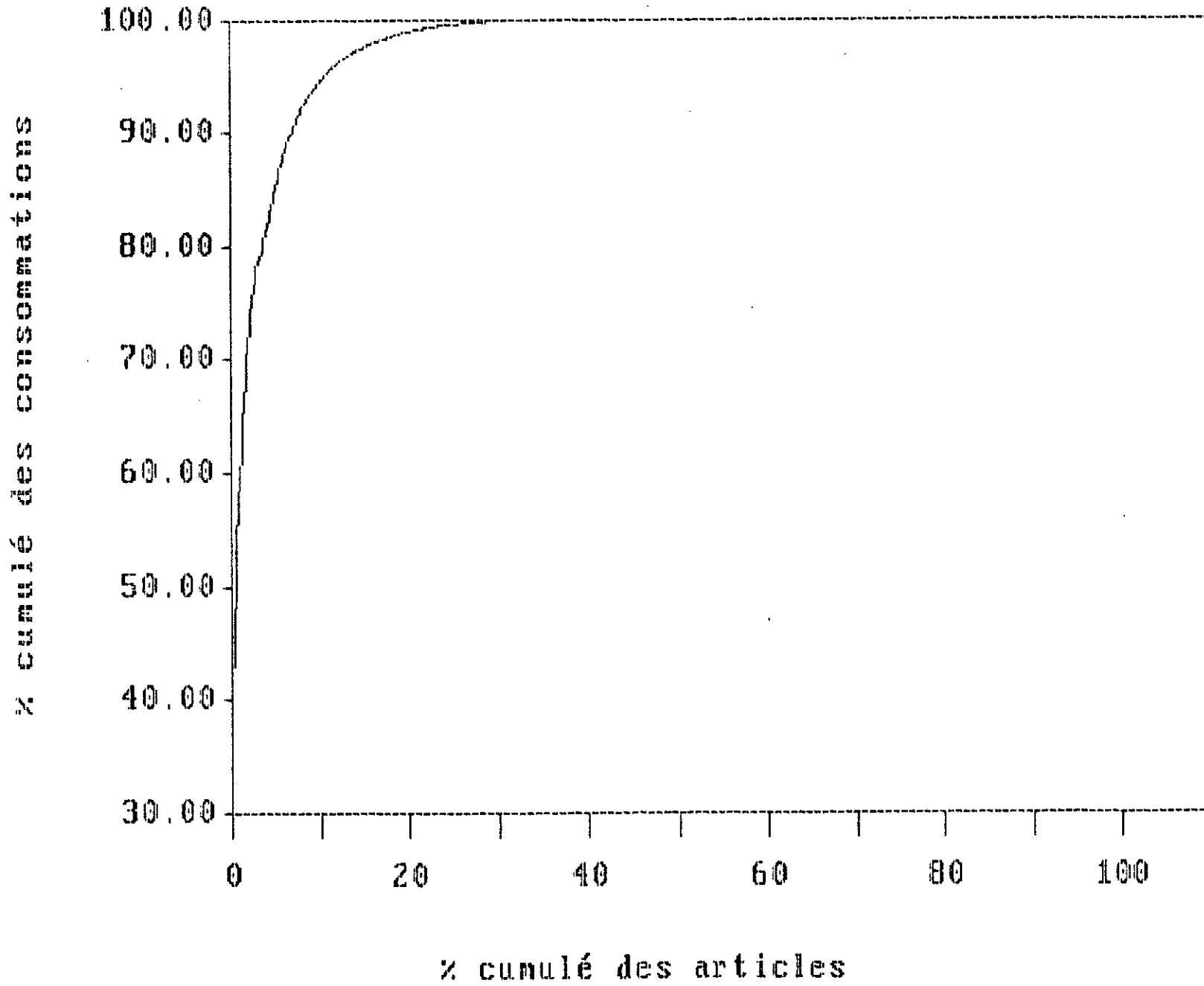
article	N°	%	valeur	valeur cumulé	%
i	1	1/N	$a_1 Y_1$	$a_1 Y_1 / S$	$a_1 Y_1 / S$
j	2	2/N	$a_2 Y_2$	$a_2 Y_2 / S$	$\sum_{i=1}^2 a_i Y_i / S$
.					
.					
.					
n	N	N/N	$a_N Y_N$	$a_N Y_N / S$	$\sum_{i=1}^N a_i Y_i / S$

$a$  : prix de revient de l'article  $i$

$a_i Y_i$  : quantité écoulee de l'article  $i$

$$S : \sum_{i=1}^N a_i Y_i$$

COURBE ABC



---

Nous allons définir ci après quelques définitions nécessaire à la compréhension de la simulation .

Définitions:

LE SYSTEME:

Un système est un ensemble d'entités et de relations entre les attributs de ces entités, c'est le champ de l'étude clairement délimité.

LE MODELE:

Un modèle est un système dont les entités sont conçues dans le but de 'représenter ' le système à un degré d'agrégation donné, c'est une simplification du système étudié.

UNE EXPERIENCE:

Une expérience est le processus qui consiste à observer le comportement du système ou de son son modèle dans certaines conditions.

Selon le système considéré, nous adopterons le type de simulation adéquat.

## A/LES DIFFERENTS TYPES DE SIMULATION:

### 1/ SIMULATION DETERMINISTE OU STOCHASTIQUE:

#### a/ simulation déterministe:

Dans une simulation déterministe, les valeurs de toutes les variables sont obtenues à partir de leurs valeurs initiales, par un algorithme de calcul qui les définit de manière unique.

#### b/ simulation stochastique:

La simulation de type stochastique comprend une ou plusieurs variables soumises à un aléa. Les résultats de cette simulation sont souvent obtenus sous forme probabiliste.

### 2/ SIMULATION STATIQUE OU DYNAMIQUE:

#### a/ simulation statique:

Dans une simulation statique, le résultat de la simulation ne dépend pas de l'évolution des variables dans le temps.

#### b/ simulation dynamique:

Pour ce type de simulation, par contre, la valeur des variables prise à l'instant  $t_1$ , dépend celle prise à l'instant  $t_0$ .  
Il existe deux types de simulation dynamique:



\* Avec horloge à incrémentation fixe (clock time):

Dans le système clock time, ou encore simulation périodique, l'horloge est avancée par intervalles de temps discrets et égaux. Les valeurs des variables du modèle sont recalculées à chaque intervalle de temps.

\* Avec horloge à incrémentation variable:

Dans ce cas, c'est l'évolution du système qui provoque l'avancement de l'horloge. Le temps devient alors une variable endogène, c'est à dire qu'il dépend de la valeur d'autres variables du système.

## **B/ PRATIQUE DE LA SIMULATION:**

Toute procédure de simulation, comprend les étapes suivantes:

- \* Formulation du problème
- \* Conception de l'expérience de simulation
- \* Programmation du modèle
- \* Expérimentation et analyse des résultats.

### 1/ FORMULATION DU PROBLEME:

C'est l'étape la plus difficile, elle s'effectue en deux phases: la description du système, puis la formulation des hypothèses.

#### Description du système:

- \* Les composants: entités considérées individuellement et dont les interactions déterminent les performances du système

- \* les variables: attributs du système pouvant prendre différentes valeurs dans différents états du système.
- \* Les paramètres: attributs du système qui ne changent pas lors de la simulation.
- \* Les relations: spécifient la façon dont les variables sont reliées entre elles ainsi qu'aux paramètres du système.

formulation des hypothèses:

Il est important de bien spécifier les hypothèses du modèle pour éviter d'aboutir à de fausses conclusions.

2/ CONCEPTION DE L'EXPERIENCE DE SIMULATION:

Pour bâtir une expérience de simulation, nous devons passer par deux étapes successives:

a- Formuler le système à simuler sous forme mathématique et logique, c'est à dire déterminer les variables, les paramètres ainsi que les relations entre les variables.

Le modèle mathématique doit être assez simple pour être compris et manipulé par ses utilisateurs. Il doit aussi et surtout répondre aux questions que l'on se pose à propos du système.

b- Cette étape est la plus délicate et la plus coûteuse, elle consiste à recueillir des données numériques pouvant être observées dans le monde réel ou être des données historiques.

Avant de passer à la programmation du modèle, il est souhaitable de tester la vraisemblance du modèle mathématique.

### 3/ PROGRAMMATION DU MODELE:

Les modèles de simulation peuvent être écrits dans un langage d'usage général tel que le FORTRAN ou le PASCAL, ou dans un langage spécialisé tel que le SLAM, le GPSS et bien d'autres encore

La plupart des modèles de simulation demandent un certain temps d'exécution avant de commencer à enregistrer les résultats. Il faut attendre que l'état stationnaire soit atteint.

### 4/ EXPERIMENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS:

Une simulation donne un seul résultat. Mais elle permet une meilleure compréhension du système en faisant varier les paramètres et, éventuellement, en changeant la structure du modèle, ce qui permettra de prendre effectivement de meilleurs décisions.

Un des gros avantages des modèles de simulation, c'est de pouvoir effectuer rapidement des calculs pour diverses valeurs de chaque paramètre et déterminer ainsi la sensibilité du modèle aux variations de l'un des facteurs.

### C/ LES LANGAGES DE SIMULATION:

Comme nous l'avons déjà noté, les modèles de simulation peuvent être programmés dans n'importe quel langage à vocation scientifique: BASIC, FORTRAN, PASCAL, etc.

Cependant, l'effort de programmation peut être important si le système à simuler est très complexe. Autant il est envisageable d'écrire en BASIC ou en PASCAL une simulation de gestion de stock, autant il semble démesuré de programmer dans ce langage la simulation d'un atelier flexible.

Dans les programmes de simulation, certaines fonctions reviennent toujours. Ce sont en particulier la gestion du temps dans la simulation, la gestion des files d'attente, les statistiques. C'est pourquoi, des langages spécialisés aptes à traiter aisément des types de problèmes bien définis ont été conçus.

Les langages de simulation sont destinés à faciliter la programmation d'un type de simulation. Par exemple, le langage DYNAMO est destiné à la dynamique industrielle, GASP, GPSS; SLAM et QNAP2 à des simulations de files d'attente, etc. Ils ont l'avantage de permettre une programmation plus rapide du type de simulation auquel ils sont destinés.

---

L'algorithme de WAGNER & WHITIN est une application de la programmation dynamique.

Comme dans tous problème de programmation dynamique, nous allons définir les étapes, les états et les alternatives

LES ETATS:  $t$ , allant de 1 à  $N$

LES ETAPES:  $k$ , allant de 1 à  $t$

L'ALTERNATIVE: minimum du coût en chaque état.

Soit  $F(t)$ , le coût total de la meilleure stratégie de réapprovisionnement, satisfaisant les besoins nets aux périodes  $t=1, 2, \dots, N$

Pour mieux illustrer l'algorithme, nous allons présenter un petit exemple d'application:

EXEMPLE:

nombre de périodes i (mois)	besoins nets
1	10
2	62
3	12
4	130
5	154
6	129
7	88
8	52
9	124
10	160
11	238
12	41

Soit  $F(1)$ , le coût total de réapprovisionnement d'une quantité de 10 en début JANVIER .Soit  $K$ , le coût de réapprovisionnement .

Pour calculer  $F(2)$ , nous avons deux possibilités:

1<sup>ère</sup> possibilité: Réapprovisionner une quantité de 10 en début Janvier et une quantité de 62 en début Février.

Le coût sera alors:  $F(2) = F(1) + K$

2<sup>ème</sup> possibilité: Réapprovisionner, en une fois, en début Janvier, la quantité prévue pour les deux premiers mois, soit une quantité de 72 articles.

Le coût total sera alors composé d'un coût de commande K et d'un coût d'un coût de stockage du besoin du mois de Février.

$$F(2) = K + ab * 62 * 1 \text{ (mois)}$$

Le coût de réapprovisionnement optimal sera comme suit:

$$F(2) = \text{Min} \{ F(1) + K , K + ab * BN(2) \}$$

Pour déterminer F(3), nous aurons trois possibilités de réapprovisionnement: soit réapprovisionner chaque mois (Janvier, Février, Mars) les quantités (10, 62, 12 ) respectivement, Soit réapprovisionner en Janvier une quantité de (10+62+12) couvrant les besoins du trimestre, soit encore réapprovisionner en début Janvier d'une quatité de 10, puis en début de Février d'une quantité de 74 (62+12) Nous déduisons alors les coûts des trois possibilités:

$$F(3) = \text{Min} \{ F(2)+K, F(1)+K+ab BN(3), K+ab (BN(3)+2BN(3)) \}$$

Il en sera de même pour les (N-3) périodes suivantes.

Pour chaque période t, nous aurons t possibilités à évaluer.