

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

1 ex

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : *Genie industriel*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Approche informatisée au problème
de gestion de pieces de rechange
pour locomotive "GM"*

Proposé par :

S.N.T.F

Etudié par :

F. HABLAL

Dirigé par :

H. DAMERDJI

PROMOTION :

1990

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : *Genie industriel*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Approche informatisée au problème
de gestion de pièces de rechange
pour locomotive "GM"*

Proposé par :

S.N.T.F

Etudié par :

F. HABLAL

Dirigé par :

H. DAMERDJI

PROMOTION :

1990

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ :

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ١٦

عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَم ١٧

صدق الله العظيم .

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
BIBLIOTHÈQUE
Ecole Nationale Polytechnique

DEDICACE

A MA TENDRE ET MERVEILLEUSE MERE

A MON ADMIRABLE PERE

A MA CHERE GRAND MERE

A MES FRERES ET SOEURES

A MES AMIES DJAMILA, ZAHIA, NADIA , FATIHA, HAKIMA , NABILA

Je dedie ce modeste mémoire

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Monsieur DAMERDJI , Enseignant au departement GENIE INDUSTRIEL (ENP) , pour tous les conseils qui nous ont aidé à rédiger ce mémoire de fin d'étude . De même nos remerciements vont à Mr DJ CHAABANE , Enseignant à l'USTHB pour les efforts qu'il a déployé à fin de nous assurer un meilleur travail . Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation .

Nos vifs remerciements vont également à :

- Melle AREGRADJ DJAMILA , Ingenieur en recherche opérationnelle , pour son aide précieuse ;
- A l'ensemble des cadres de l'unité U.A.D. et U.E.M.M. en particulier Mr FERGANI CHERIF et Mr HADJ
- A Mr HADJALI du siège de la S.N.T.F.
- A Mr BOUKHARI du bureau d'étude BEDAT

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE INDUSTRIEL

PROMOTEUR : H. DAMERDJI

ELEVE INGENIEUR : Melle F : HABLAL

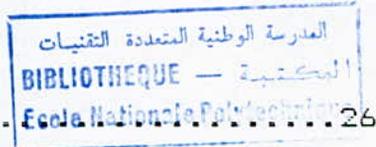
دراسة بدرجة تسمى في تطوير طريقة باستخدام الإعلام الآلي لتدبير فروع الخيار التي تستخدم في المستودع العام لوحده ببيان خصائص المحرك للشركة الوطنية للتسكك الحديدية. بهذه الطريقة حاول أن تحسن لبريقتهم المستخدمة. وفي الأخير نقترح وضع لبريقتين عمليتين بعد ذلك حاول أن تقارن بين تلك الطرق في الطريقة المثلى.

En résumé, nous avons développé une procédure informatisée de la gestion de la pièce de rechange qui sera utilisée au magasin général de l'U.E.M.M. de la société nationale du transport ferroviaire .

Cette procédure consiste à faire une tentative d'amélioration de la méthode de gestion utilisée par les gestionnaires du magasin de ; et enfin, nous proposons deux approches de résolutions qui font appel au modèle de Wilson et celui du S.S. Une étude comparative, nous permettra de conclure quant à l'efficacité des modèles proposés .

In short, we have to develop a computer procedure of the spare part's management, which will be used at the general store of U.E.M.M. of the S.N.T.F.

This procedure consist to make an amelioration of the management method used by the store of U.E.M.M.; and at last we propose two approaches of resolves which calles the Wilson model and the safety stock .



CHAPITRE III FORMULATION DU PROBLEME

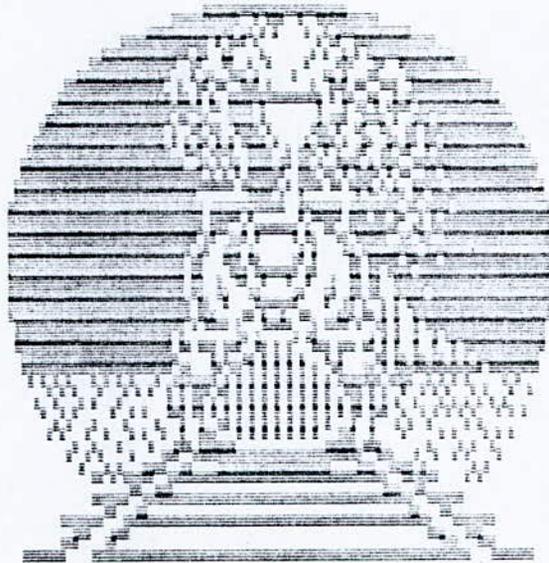
- III-1 / INTRODUCTION26
- III-2 FORMULTION DU PROBLEME26
 - III-2-1 AMELIORATION DE LA METHODE27
 - A- MODELE DE PREVISION27
 - B- DELAI DE LIVRAISON29
 - III-2-2 MODELE DE WILSON30
 - III-2-3 MODELE DU STOCK DE SECURITE31
- III-3 / METHODOLOGIE33
 - III-3-1 ALGORITHME DE RESOLUTION33
 - III-3-1-1 DEFINITION DES DIFFERENTES PROCEDURES33
 - III-3-1-2 ALGORITHME36
- III-4 / CONCLUSION38

CHAPITRE IV APPLICATION ET PROBLEMES TESTS

- IV-1 / INTRODUCTION39
- IV-2 / PROBLEMES TESTS39
- IV-3 / COLLECTE DES DONNEES42
- IV-4 / LES COUTS DE GESTION43
- IV-5 / APPLICATION ET DEFINITION DU LOGICIEL44
 - IV-5-1 LOGICIEL DES DIFFERENTES METHODES DE PRECONISATION .45
- CONCLUSION52
- BIBLIOGRAPHIE55
- ANNEXE57

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION



Une gestion scientifique des stocks est un moyen indispensable afin d'arriver à un certain niveau de satisfaction de l'utilisateur (producteur, distributeur, financier , etc...) .

Sans outils scientifiques, plusieurs compagnies et entreprises ont trouvé leur incapacités à surmonter les problèmes de gestion des stocks .

Malheureusement, nombres d'entreprises dans les secteurs d'activités les plus variées gèrent encore leurs stocks de façon quasi-artisanale , se contentant souvent de simples enregistrements sur fiche ignorant les méthodes modernes de gestion des stocks bien que des techniques éprouvées existent dans ce domaine .

Il en résulte donc , soit des ruptures d'approvisionnement soit des sur-stockages coûteux .

UNE QUESTION FONDAMENTALE SE POSE :

Pourquoi n'utilisent-elles pas des techniques modernes de gestion des stocks dont les avantages sont évidents ?

Un élément de réponse décisif à cette question repose sur le manque et la mauvaise information .

En ALGERIE , la problématique de la gestion des stocks a été conçue jusqu'à présent comme un simple problème dû à la méconnaissance de l'importance de cette fonction , et de l'inconscience de l'intérêt d'une gestion scientifique .

Mais vu le développement de la technologie et la nécessité d'obtenir des résultats meilleurs et immédiats , le domaine de la gestion des stocks est devenu un domaine où la formalisation mathématique et rationnelle est très développée .

Il se prête dès lors à des traitements modernes liés à l'application de moyens informatiques; cela nous conduit à nous pencher sur un problème pratique de la gestion de stock des pièces de rechange rencontré à l'unité de l'entretien du matériel moteur

(HAMMA, Alger) de la S.N.T.F. (société nationale des transports ferroviaires).

La société est en phase d'amélioration de son planing de travail en fonction d'une bonne gestion des pièces de rechange.

Nous nous proposons, après avoir analysé la situation, de faire

des améliorations à leur méthodes d'approvisionnement et d'établir

un programme assurant un approvisionnement optimal tout en permettant de satisfaire les besoins des utilisateurs au moindre cout .

Afin d'atteindre notre objectif, nous nous proposons de suivre le plan de travail suivant :

Le premier chapitre sera consacré à une présentation générale de la S.N.T.F. et de l'activité des unités U.A.D., U.E.M.M. .La définition du problème sera aussi présenté dans ce chapitre.

Le chapitre 2 est un éclairage théorique grâce à une rétrospective aussi complète que possible des différentes recherches se rapportant à la gestion des stocks ainsi que les différents outils qui contribueront à l'efficacité du système envisagé .

Une exposition des approches de résolution de notre problème suivra aux chapitres 3 et 4.

Comme point final à cet exposé, une brève conclusion sera rédigée au chapitre 5 .

Chapter I

PRESENTATION

DE LA

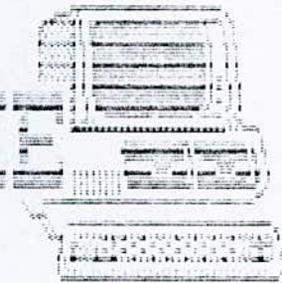
SNTP

ET

DEFINITION

DU

PROBLEME



I- PRESENTATION DE LA S.N.T.F., DES UNITES U.A.D. ET U.E.M.M. ET DEFINITION DU PROBLEME

Relever le niveau d'exploitation et d'organisation d'un système est un préalable à la recherche d'un fonctionnement efficace . De ce fait, l'exploration de notre problème débutera par la présentation de la société nationale des transports ferroviaires et des unités concernées par notre problème .

I-1 PRESENTATION DE LA S.N.T.F.

I-1-1 INTRODUCTION GENERALE DE LA S.N.T.F.

Le transport ferroviaire (de marchandises et de voyageurs) joue un rôle socio-économique crucial dans un pays aussi vaste que l'ALGERIE.

Ceux qui ont la charge de planifier, d'organiser et de gérer cette activité économique et sociale ont besoin d'instruments informatiques appropriés qui permettent et facilitent la prévision, la prise de décisions et le contrôle fondés sur la connaissance exacte , rapide et complète de la réalité telle qu'elle est.

Ces instruments leur font actuellement défaut.

Dans le cadre de la réponse économique en cours en ALGERIE, la société nationale des transports ferroviaires, en abrégiation la S.N.T.F., ressent la nécessité et l'urgence de se restructurer et de se doter d'un ensemble d'instruments informationnels constituant " le système intégré d'information de gestion de planification " .

I-1-2 OBJET ET ACTIVITES DE LA S.N.T.F.

Statuairement, la S.N.T.F est un établissement public à caractère industriel et commercial sous-tutelle du Ministère des Transports. Elle a été créée le 25 mars 1976 par l'ordonnance N°76 -28.

Actuellement semi-autonome, la S.N.T.F. a pour principale mission d'assurer le service public de transport par voie ferrée des voyageurs et des marchandises .

Afin d'accomplir cette mission, la S.N.T.F. exerce aussi des activités :

- d'infrastructure ceci consiste en l'entretien, le renouvellement

- et l'extension des voies ferrées, les travaux de génie civil, la mise en place de la signalisation et télécommunications , etc...;
- d'approvisionnement des centres d'activités en matières et fournitures ;
 - d'administration , de gestion , de planification , et de formation du personnel ;
 - d'études et services informatiques ;
 - de la promotion des exportations des services et travaux ferroviaires dans les domaines des études, du suivi et des réalisations ;
 - de la gestion et du développement du patrimoine immobilier de l'entreprise .

I-1-3 CONCLUSION

En effet , le réseau ferroviaire joue un rôle déterminant comme les autres entreprises nationales dans le développement économique . De ce fait la S.N.T.F. doit améliorer constamment ses services afin de répondre aux besoins des utilisateurs .

Pour exercer toutes ces activités et mener à bien sa mission la S.N.T.F. est structurée en unités centrales opérationnelles et filiales (voir annexe 1) .

La S.N.T.F. possède également six unités d'entretien et de production

du matériel qui sont réparties sur le territoire national et une unité d'approvisionnement et de distribution (U.A.D.) ;

- unité d'entretien du matériel moteur (U.E.M.M.) de SIDI-MABROUKE CONSTANTINE ;
- unité d'entretien du matériel moteur (U.E.M.M.) de SIDI BEL-ABBES ;
- unité d'entretien du matériel remorqué (U.E.M.R.) de MOHAMMADIA ;
- unité d'entretien du matériel remorqué (U.E.M.R.) d'ANNABA ;
- unité d'entretien du matériel remorqué (U.E.M.R.) de HUSSEIN-DEY ;
- Unité d'entretien du matériel moteur (U.E.M.M.) de HAMMA-ALGER .

Chaque unité de maintenance a une autonomie de gestion et réalise aussi des travaux pour des tiers .

Notre étude se basera sur L'U.E.M.M. de HAMMA.

I-2 SITUATION ACTUELLE DE L'UNITE DE HAMMA ET DEFINITION DU PROBLEME

I-2-1 SITUATION ACTUELLE DE L'UNITE

Le rôle de l'unité est basé sur l'entretien du matériel moteur et plus précisément les locomotives General Motors , USA et CANADA .

L'unité a un programme de révision divisé en trois parties :

- \$ Une révision générale : RG tous les 8 ans .
- \$ Une révision limitée : RL tous les 4 ans .
- \$ Une révision biannuelle : RA tous les 2 ans .

Le type de maintenance suivie est une maintenance préventive .

Dans ce type d'intervention, les sections réparatrices sont dans l'obligation de commander les pièces non réparées par l'unité d'une part et d'autre part procéder à la réparation ou à la fabrication des pièces qui peut être réalisée dans l'unité même .

Pour satisfaire leur besoin en pièces, les ateliers expriment après chaque révision leurs besoins en pièces manquantes .

Pour accomplir sa mission L'U.E.M.M. s'est dotée de la structure présentée en Annexe 2 .

Comme toute autre unité de la S.N.T.F. , l'U.E.M.M. de HAMMA possède un magasin général et un magasin local. (Voir Annexe 4)

Le magasin général de l'unité sera l'objet de la présente étude .

Celle-ci approchera la résolution de l'un des problèmes préoccupant les responsables gestionnaires de ce service.

Ce problème est étroitement lié à la gestion efficace du magasin et à l'accomplissement des tâches lui imcombant.

Il s'agit maintenant de faire un constat de l'état actuel du magasin quant à l'approvisionnement, et à l'entretien des pièces de rechange.

I-2-1-1 GESTION DU MAGASIN DE STOCKAGE

a) DEFINITION

" Le magasin est l'endroit où le stock est conservé. Son rôle s'intègre dans la régulation de la production : la livraison de la matière demandée dans les meilleures conditions de qualité ,de quantité et de temps ." [1]

" Le magasin constitue un transit entre les fournisseurs et les utilisateurs ". [2]

b) FONCTION D'UN MAGASIN

Ses principales fonctions sont la réception des livraisons (qualitatives et quantitatives) ,leur conservation et leur distribution .

Comme le nombre d'articles à gérer est important, il est nécessaire que l'ensemble de l'entreprise connaisse les articles tenus en stock , les uns pour les employer , les autres pour les gérer . C'est la nécessité de cette connaissance qui conduit à la réalisation de la nomenclature .

NOMENCLATURE ET CODIFICATION DES ARTICLES

La nomenclature est un document qui regroupe l'ensemble des articles stockés . Afin que toutes les opérations concernant ces derniers puissent être faites facilement et rapidement , il a été attribué à chaque pièce un numéro caractéristique généralement composé de sept (7) chiffres " le symbole ", permettant de l'identifier sans équivoque possible et de le reperer tant sur le plan physique qu'administratif .

Au niveau de l'U.E.M.M. , la nomenclature des articles en stocks sont gardés dans un grand livre .

Par exemple , la codification de l'article PLONGEUR DE CORPS est donné par 428-02-75 tel que :

- les trois premiers chiffres représentent le numéro du paragraphe ;
- les deux chiffres suivants représentent le numéro de la page ;
- les deux derniers représentent le numéro de la ligne dans la page .

Dans le paragraphe , le premier chiffre indique la "section" le second indique "le chapitre ".

la nomenclature se divise en cinq sections ou familles de produits . Le matériel moteur intéressé par l'unité U.E.M.M. de HAMMA est symbolisé par la section 4 .

On constitue des stocks pour servir de volant et permettre :

- d'éviter les ruptures des stocks et les surstocks ;
- une bonne rotation des stocks ;
- de maintenir un approvisionnement rentable .

I-2-1-2 PRESENTATION DU SERVICE APPROVISIONNEMENT

1) DEFINITION

" L'approvisionnement est l'ensemble des opérations qui ont pour but de procurer aux services utilisateurs les fournitures et matériels avec la qualité voulue , au moment opportun et au moindre coût final" . [1]

La fonction d'approvisionnement est rendue nécessaire en tout milieu, industriel ou autre , où on observe une inadaptation des fonctions production et consommation .

2) ACTIVITE DU SERVICE APPROVISIONNEMENT

L'U.E.M.M. exprime ses besoins en pièces de rechange à l'unité d'approvisionnement et de distribution " U.A.D. " de la S.N.T.F. qui se charge de l'achat et de la distribution à toutes ces unités utilisatrices. Afin d'assurer une parfaite maîtrise de sa fonction la direction des approvisionnements est structurée en cinq directions centrales (voir annexe 3) .

La fonction approvisionnement a pour rôle :

- * de gérer les autorisations globales d'importation (A.G.I.) ;
- * de passer les commandes après approbation des services concernés ;
- * d'assurer les opérations de transit et de dédouanement ;
- * de tenir la comptabilité relative aux approvisionnements en quantité et en valeur ;
- * de préparer en liaison avec la direction financière et comptable les prévisions de financement des achats ;

- LE REAPPROVISIONNEMENT ET FORMULE DE REAPPROVISIONNEMENT AU NIVEAU DE LA S.N.T.F.

1) Le réapprovisionnement, au sein de la SNTF, en général, est un système basé sur le modèle de rétablissement de niveau de stock à

périodicité fixe et quantité variable .

Il est à noter que les périodicités sont en général annuelles, il parviendra du magasin, un lot de demandes de réapprovisionnement , sur lesquelles sera porté la quantité théorique à commander . Après avoir déterminé cette quantité, le chef du service du magasin avec l'aide de la division réapprovisionnement, établira la quantité réelle à commander , basée sur les paramètres suivants :

- selon la désignation de l'article (type de matériel , sa valeur ...) ;
- consommation des cinq dernières années ;
- contrainte de l'autorisation globale d'importation .

En résumé , le point défaillant de cette méthode est que la quantité optimale à commander est déterminée aléatoirement elle est parfois comprise entre la quantité déterminé par la formule et la consommation moyenne des cinq dernières années, et en d'autres occasions , elle est soit supérieure ou inférieure aux deux quantités, provoquant parfois des ruptures de stock et même des surstocks, générant parfois l'immobilisation de capitaux importants .

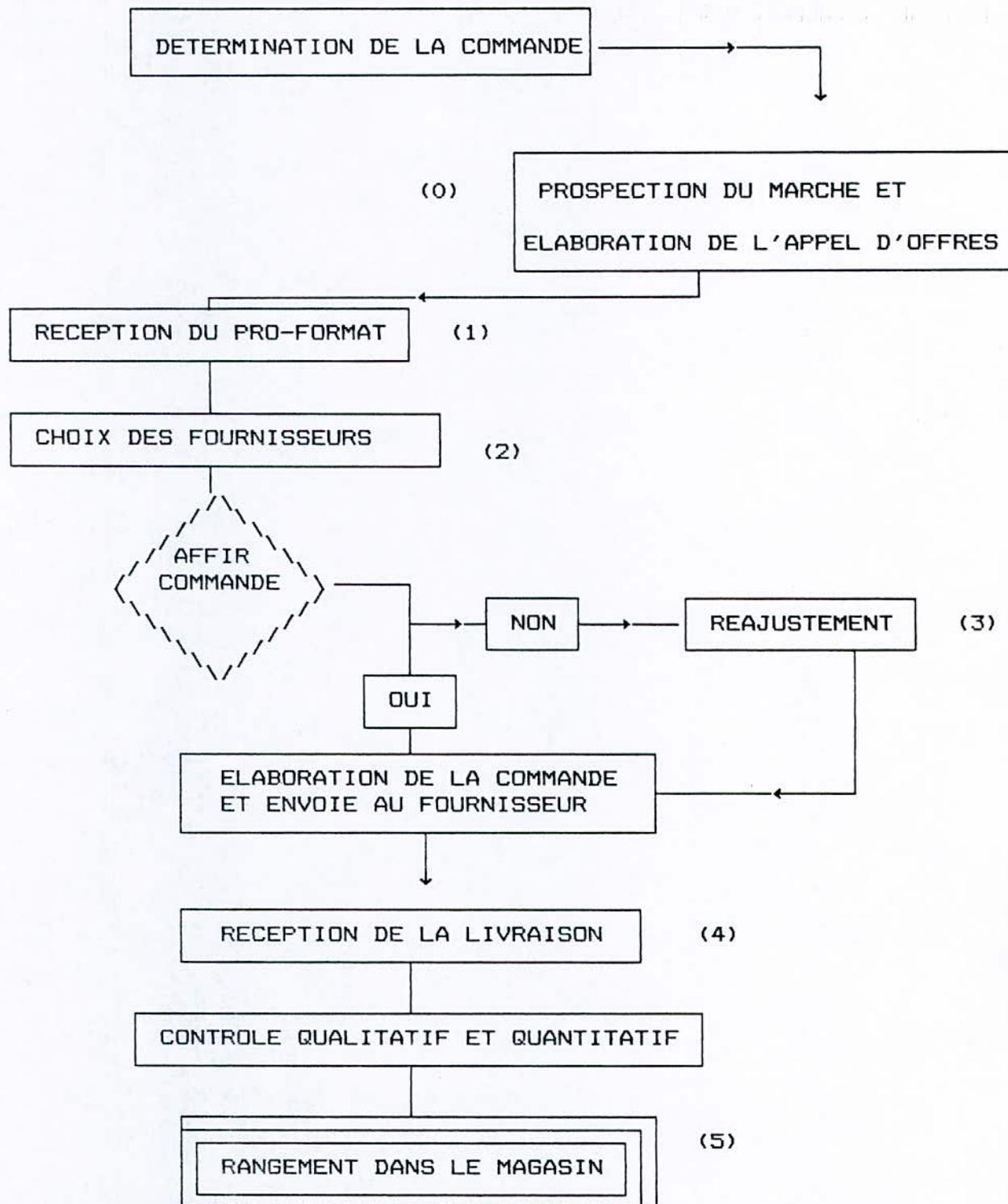
Un problème se pose aussi au niveau du délai de livraison .

Généralement , les livraisons n'arrivent pas au temps voulu et ceci est causé par les points suivants :

- * la mauvaise détermination du délai de livraison de chaque article .
- * la mauvaise gestion de la pièce de rechange provoque l'insuffisance budget investit dans le renouvellement du stock .

Les quantités commandées suivent tout un processus pour leur arrivée au magasin .

ORGANIGRAMME REPRESENTANT LES DIFFERENTES FONCTIONS DU REAPPROVISIONNEMENT



- (0) : prospection du marché : C'est le contact d'un ensemble de fournisseurs par l'intermédiaire d'appels d'offres
- (1) : Dès réception des offres des fournisseurs, la sous-direction d'approvisionnement les examine afin de voir si toutes les conditions sont remplies (à savoir : prix, délai de livraison etc ...) .
- (2) : le choix de fournisseurs se base sur les critères suivants .
 1- le prix 2- la qualité 3- le délai
 sauf dans le cas d'un marché de gré à gré

remarque

Le marché est dit de gré à gré lorsque l'administration engage librement les discussions avec les entrepreneurs ou fournisseurs qu'elle décide de consulter .

- (3) : Réajustement des quantités à commander (annuler ou diminuer la quantité vu que le budget est insuffisant) .
- (4) : Après réception de la livraison, un contrôle qualitatif et quantitatif est effectué ainsi qu'un enregistrement comptable des marchandises .
- (5) : Les quantités approvisionnées sont prêtes à être consommées .

2) METHODE DE REAPPROVISIONNEMENT AU NIVEAU DU MAGASIN

Il est peut être utile, avant d'aborder la méthode, de rappeler la notion de base de cette gestion à savoir :

QU' EST CE QUE LA GESTION DES STOCKS ?

" 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 . " [2]

Les quantités à réapprovisionner donc sont calculées à dates fixes au moyen de la formule suivante :

$$Q = K * (P + L + S) - (R1 + R2 - D)$$

telque :

$$C = P + L + S ;$$

C : période en mois de couverture ;

P : Période en mois de réapprovisionnement "C'est-à-dire intervalle entre deux dates successives de réapprovisionnement"

L : Délai en mois global de livraison ; " C'est à dire délai de passation de la commande, délai de fourniture ;

S : délai en mois de sécurité ;

K : Consommation mensuelle moyenne prévue pendant la période de couverture ;

R1 : Quantités en stock ou encore ressources réelle ;

R2 : Quantités attendues ou encore ressources virtuelle ;

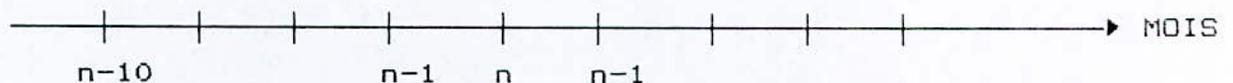
D : Quantités dues .

* Deux cas peuvent se présenter :

Si $Q < 0 \implies$ Il existe un surstockage qui peut couvrir la période de couverture ;

Si $Q > 0 \implies$ On établit un ordre de commande et on le transmet à L'U.A.D.

Pour la détermination de la consommation , leurs prévisions suivent le modèle suivant :



On calcule la consommation moyenne K des dix derniers mois (n-9...n)

$$K = \frac{1}{10} \sum_{i=0}^9 C_i$$

C_i : consommation du mois i .

La consommation durant l'année de couverture est obtenue par le produit $K * (P + L + S)$.

Mais ce qui rend la tâche difficile est que cette méthode est faite manuellement. Cette fonction paraît simple et facile , mais elle ne l'est pas quand le nombre d'articles atteint 7500 unités .

Nous avons aussi constaté que l'accès aux informations concernant

les différents données à savoir les consommations prévues, les quantités commandées, les délais de livraison, etc ...; sont parfois introuvables vu que l'outil informatique n'a pas encore occupé sa vraie place au niveau du magasin .
La tâche de magasinier devient, alors, de plus en plus difficile .

I-2-2 DEFINITION DU PROBLEME

Devant une situation de mauvaise gestion du stock de pièces de rechange et le manque de moyens nécessaires au bon déroulement de ce processus, il est indispensable d'établir en premier lieu une amélioration du modèle utilisé au niveau de l'U.E.M.M. ensuite d'élaborer un modèle efficace d'approvisionnement qui tente d'apporter une réponse aux questions suivantes :

- 1 - Quel est le phénomène qui doit déclencher l'approvisionnement ?
- 2 - De combien faut-il approvisionner? (Afin d'éviter la défaillance)
- 3- Quel est au mieux le cout total de stockage ?
tout en prêtant une importance aux traitements modernes liés à l'application de moyens informatiques .

Chapitre II

RETROSPECTIVE

SUR LA THEORIE

DE LA GESTION

DES STOCKS



II-1 INTRODUCTION

La gestion des stocks a été l'objet , depuis plusieurs décennies d'études approfondies .

Les progrès des approches scientifiques telles que la recherche operationnelle 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 .

L'établissement de ces méthodes rationnelles modernes de gestions des stocks , vise bien sûr une optimisation économique des résultats généraux pour l'entreprise .

II-1-1 LES VARIABLES DE LA GESTION DES STOCKS

Les principales variables sur lesquelles s'appuie l'optimisation de la gestion des stocks se divise en deux catégories :

1 - LES VARIABLES INCONTROLABLES

a) LES COUTS

Les coûts générés par l'entreprise sont de nature diverse :

Le coût d'entretien : noté C_e

~~~~~  
Ce coût est directement proportionnel à la quantité en stock et à la durée d'entretien . Ce coût englobe les coûts administratifs , la main d'oeuvre , les archives , l'éclairage , les charges de contrôle , l'inventaire etc..

Le coût d'achat : noté  $C_r$

~~~~~  
Ce coût est directement lié au type de la pièce et à la quantité à approvisionner .

Le coût de pénurie : noté C_p

~~~~~  
Ce coût est difficile à estimer , car on ne peut jamais

connaître avec exactitude quand il y aura rupture de stock.

Une demande peut être rejetée à la suite de l'épuisement du stock et il en résultera une perte de profit pouvant même être à long terme. Si ce phénomène se répète fréquemment suite à ces difficultés, on se fixera des limites au risque de rupture (supposer par exemple qu'il ne pourrait y avoir plus de  $n$  défaillances dans une période fixée).

On fera remarquer que toutes les décisions de gestion seront prises en s'appuyant sur cette connaissance des coûts. Ces décisions doivent tenir compte de la marge d'erreur et d'imprécision que que ces coûts comporte.

#### b) LA DEMANDE

La demande pour un produit, n'est pas nécessairement la quantité vendue, car certaines demandes ne sont pas satisfaites à cause des pénuries. Donc, la demande virtuelle varie aléatoirement et sa distribution nécessite d'être estimée.

L'origine la plus courante des problèmes de stock est la méconnaissance de la nature de la demande. Si la demande d'un produit est indépendante (i.e. n'est pas liée à la demande d'un autre produit) on peut, dans ce cas, utiliser une des techniques de la théorie de la prévision. Par contre, si la demande du produit est dépendante (i.e., dépend de la demande des composantes qui le constitue), par exemple : lorsque le responsable de l'entreprise prévoit la demande pour une machine particulière il prévoit aussi la demande des écrous, vis, des rondelles etc...

Donc, il est inutile de prévoir les demandes dépendantes, car elles peuvent être déduites de la partie qui est l'unique cause.

#### c) LE DELAI D'APPROVISIONNEMENT

C'est le temps s'écoulant entre le moment où l'on constate un besoin et le moment probable où la commande que l'on passe sera satisfaite.

Ce délai a un caractère prévisionnel car il découle de la supposition des consommations à venir. En fonction de ce délai, chaque commande doit être faite à un certain niveau du stock que nous appelons stock critique; s'il est franchi sans commande, on aura rupture de stock. Pour éviter cela, il est nécessaire de prévoir un stock de sécurité. Nous pourrions conclure que ce stock sera le volume minimal théorique admissible, et le délai d'approvisionnement, la date prévisionnelle à laquelle ce stock de sécurité sera atteint.

## 2 - LES VARIABLES CONTROLABLES

### LE REAPPROVISIONNEMENT

On appellera le réapprovisionnement d'un stock, la procédure permettant de reconstituer un stock après consommation. La quantité entrant en stock, appelée stock de réapprovisionnement peut être différente de la quantité à consommer : elle dépendra du volume maximal du stock que l'on désire avoir pour l'article considéré. [3]

### II-2 TECHNIQUES ET MODELES DE GESTION

La gestion des stocks repose sur deux éléments indispensables et complémentaires :

- 1- des techniques : basées sur des modèles et principes de gestion.
- 2- des instruments : basées sur l'ensemble de fichiers.

#### II-2-1 MODELES ET PRINCIPES DE GESTION

Un modèle satisfaisant de la gestion des stocks doit donc garantir que pour une détermination précise des besoins, on aboutit à leur couverture au moment opportun et en quantité ajustée.

Il existe des modèles mathématiques permettant le calcul de la quantité à commander d'une façon très sophistiquée entre autres :

- 1- le système à rétablissement de niveau.
- 2- la quantité économique à commander : modèle de WILSON.

## II-2-1-1 LE SYSTEME DE REETABLISSEMENT A NIVEAU

Nous présentons ci-dessous , quelques éléments traitant des modèles des stocks .

### 1) MODELE DE GESTION DES STOCKS DU TYPE Q

Ce type de gestion est relatif à la quantité à approvisionner . Il est caractérisé par une quantité fixe à commander que l'on déterminera , et une périodicité variable .

La méthode permettant sa détermination est la suivante :  
dès que le stock concernant un article déterminé atteint un niveau minimal que l'on appelle " seuil d'approvisionnement " , on lance automatiquement une commande . Ce modèle est aussi appelé le modèle (S , s) où " S " le niveau maximal du stock , " s " seuil d'approvisionnement . Si le niveau est inférieur à s , une commande est lancée pour un remplissage jusqu'à S .

L'objectif est de trouver la quantité idéale qui minimise la dépense totale d'approvisionnement , pour cela , on utilisera ultérieurement le modèle de base qui a été développé par WILSON , pour déterminer la quantité à approvisionner .

### 2) MODELE DE GESTION DES STOCKS DU TYPE P

Ce type de gestion est relatif à la période d'approvisionnement comme le type de gestion défini précédemment . Cette méthode consiste à à minimiser les coûts de gestion sur toute la durée de gestion .

Ce type de gestion est caractérisé par une quantité à commander variable , et une périodicité de commandes fixe . Le stock est révisé périodiquement c'est à dire dans des intervalles de temps constants , et un remplissage d'une quantité variable est effectué au bout de chaque révision .

Cette méthode de gestion est parfaitement déterminée par la connaissance de deux paramètres essentiels :

- la périodicité des commandes .

- le stock existant plus la commande lancée .

La période d'approvisionnement est, soit déterminé analytiquement soit fixée une fois pour toute par les responsables du service d'approvisionnement .

On lance une commande à chaque début de période. On examine la situation du stock et on lance un réapprovisionnement de telle manière à remplir le stock à un certain niveau.

Dans cette méthode de gestion de type P, il apparait nettement nécessaire de maintenir un stock de sécurité pour se protéger de toute fluctuation de la demande ou du délai d'approvisionnement .

[4]

Nous avons cité quelques avantages et inconvénients de ces deux types . ( Voir Annexe 5 )

## II-2-1-2 MODELE DE WILSON

Le but de ce modèle est de trouver la quantité qui doit être en stock au début de chaque période pour chaque article .

### A) MODELE DE WILSON EN AVENIR CERTAIN

\* modèle de WILSON élémentaire

hypothèses de base :

- \$ demande permanente (fixée);
- \$ délai de livraison connu ;
- \$ pas de pénurie ;
- \$ commande toujours satisfaite ;

\* Cas d'un article dans le stock

Le cout moyen total par unité de temps est donné par :

$$T = \frac{q}{2} * C_e + D * \frac{C_r}{q}$$

La quantité optimale qui minimisera ce coût est :

$$q^* = \left[ 2 * D * \frac{C_e}{C_r} \right]^{1/2}$$

et la période de réapprovisionnement est :

$$\theta^* = \left[ 2 * \frac{C_r}{C_e} * D \right]^{1/2}$$

Tels que :

- q : quantité à approvisionner
- Cr : coût d'approvisionnement .
- Ce : coût d'entretien
- D : demande / unité de temps

\* Cas de plusieurs articles dans le stock

\*\* FONCTION COUT SANS CONTRAINTE

$$\text{Minimiser } T(q_j) = \sum_j A * \frac{D_j}{q_j} + C_e * \frac{q_j}{2} \quad [3]$$

- tels que
- Ce : coût d'entretien ;
  - A : coût de lancement d'une commande .

\*\* FONCTION COUT AVEC CONTRAINTES

remarque : la résolution de ces programmes linéaires est donnée par la minimisation de la foction LAGRANGIENNE .  
( Voir en Annexe 6 )

1 - Contrainte sur la capacité :

La contrainte est de la forme :

$$\sum f_j q_j \leq F ; \quad j > 0 ;$$

tels que : f<sub>j</sub> : capacité de stockage de l'article j ;

F : capacité totale de stockage du magasin .

Le programme déduit est le suivant :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{MIN } T(q_j) \\ \sum_j f_j q_j \leq F ; \quad j > 0 ; \end{array} \right.$$

La quantité optimale qui minimisera le coût est :

$$q^*j = \left[ 2 * Cr * \frac{D_j}{Ce + 2 * \mu * f_j} \right]^{1/2}$$

2 - Contrainte sur le nombre d'approvisionnement :

soient : \$ q : approvisionnement dans une période \$ ;

\$ D : approvisionnement dans une période n\$ .

\$ L : nombre d'approvisionnement

Le nombre d'approvisionnement de l'article j durant n0 est  $\frac{D_j}{q_j}$

La contrainte déduite est de la forme  $\sum_j \frac{D_j}{q_j} \leq L$

Le programme résultant est :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Min } T(q_j) ; \\ \sum_j \frac{D_j}{q_j} \leq L ; \quad j > 0 \end{array} \right.$$

La quantité optimale qui minimisera le coût est :

$$q^*j = \left[ 2 * (Cr + \mu) * \frac{D_j}{Ce} \right]^{1/2}$$

3 - Contrainte sur l'investissement :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Min } T(q_j) ; \\ \sum_j C_j q_j \leq S ; \quad q_j > 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} S : \text{ budget ;} \\ C_j : \text{ coût d'achat ;} \end{array}$$

La quantité optimale qui minimisera le cout est :

$$q^*j = \left[ 2 * A * \frac{Dj}{Ce + 2\mu * Cj} \right]^{1/2}$$

#### REMARQUE

Réellement la demande ( consommation ) n'est jamais constante, et ce sont les ruptures du stock surtout qui inquiètent le gestionnaire .

\* modèle de WILSON avec coût de pénurie

On suppose que la demande augmente assez pour pouvoir provoquer une rupture du stock , sachant que la quantité commandée n'est pas entièrement livrée .

Le coût global de gestion est donné par :

$$T = D \left[ \frac{q^2}{2 * \beta} * Ce + Cr * \frac{D}{\beta} + \frac{(\beta - q)^2}{2 * \beta} * Cp \right]$$

Les resultats obtenus , en minimisant ce cout global de gestion sont :

$\beta^*$  : quantité à commander

$q^*$  : quantité qui doit être livrée

$\theta^*$  : période de réapprovisionnement

tels que :

$$\beta^* = \left[ 2 * D * Cr * \frac{(Ce + Cp)}{Ce * Cp} \right]^{1/2}$$

$$q^* = \left[ 2 * D * Cr * \frac{Cp}{Ce * (Ce + Cp)} \right]^{1/2}$$

$$\theta^* = \left[ 2 * \frac{Cr}{D * Ce * \mu} \right]^{1/2} \quad \text{avec} \quad \mu = \frac{Cp}{Cp + Ce}$$

remarque :  $\mu$  est appelé taux de service

## 2) MODELE DE WILSON EN AVENIR INCERTAIN

Dans la pratique , il est très rare de connaître la demande durant une période fixe avec exactitude , mais il est possible de savoir sa structure probabilistique . Pour cela , on a envisagé ce modèle qui ne suppose plus que la demande est certaine mais comme stockastique , cela veut dire que la réalisation d'une demande  $n$  se réalise avec une probabilité  $P_i$  .

Le but est de trouver une période optimale de réapprovisionnement , et une quantité optimale à approvisionner , en minimisant le coût global de gestion tout en limitant les risques de rupture , et en faisant une bonne prévision des demandes .

Le coût moyen est donné par

$$F_q(t) = \sum_{n=0}^q Ce * t * \left( q - \frac{n}{2} \right) * P_t(n) + \sum_{n=q+1}^{\text{inf}} \left[ Ce * \frac{q * (q+1)}{2 * (n+1)} * t + Cp * (n-q) \right] P_t(n)$$

Remarque : la notation inf indique la consommation maximale dans la période .

La résolution de ce modèle est donnée en Annexe 7

### NOTATION :

- t : intervalle entre les commandes ;
- n : demande (consommation) durant t ;
- $P_t(n)$  : distribution de la demande au temps t ;
- $Ce$  : coût d'entretien / article / unité de temps ;
- $Cp$  : coût de penurie / article / unité de temps ;
- $F_q(t)$  : coût moyen total de gestion (esperance du coût) ;
- q : stock qu'on doit obtenir . [5]

Pour ce qui est des approches de résolution de ce modèle , nous présentons deux méthodes .

### 1) METHODE DES DIFERENCES FINIES

soit  $F_q(t)$  la fonction donnée , définie sur un intervalle  $I$  .

soit  $dF_q(t)$  , la dérivée de  $F(t)$  sur  $I$  par rapport à  $q$  .

$F$  admet un minimum local sur  $I$  si :

$dF_{q-1} < 0 < dF_q$  avec  $q^* =$  niveau optimal du stock .

[6]

### 2) METHODE DU TAUX DE SERVICE

Nous montrerons que si l'on appelle  $L(q)$  la fonction :

$$L(q) = P(n \leq q) + \left( q + \frac{1}{2} \right) \sum_{n=q+1}^{\text{inf}} \frac{P(n)}{n}$$

et si l'on désigne par  $\mu$  le taux de service donné par :  $\mu = \frac{C_p}{C_p + C_e}$

Le stock optimal  $q^*$  est déduit de :  $L(q-1) < \mu < L(q)$  . [5]

### REMARQUE

En général , le réapprovisionnement est variable . Il peut atteindre de 2 à 3 approvisionnements par période et même plus ; pour cela le choix de la stratégie optimale de lancement d'une commande d'un article se base sur les traitements suivants :

- \* détermination du coût global  $T_t = F_t(q^*) + A$   $t$  varie de 1 à  $t_{\text{max}}$  , tels que  $A$  : cout de lancement , et  $t_{\text{max}}$  (valeur maximale du nombre de renouvellement qu'on voudrait faire) ;
- \* soit  $t$  variant de 1 à 2 ;
- \* si  $T_1 < T_2/2$  , nous aurons alors à opter pour la première stratégie c'est à dire faire un approvisionnement durant la période .

### II-2-1-3 MODELE BASE SUR LE STOCK DE SECURITE

Dans tout contrôle d'inventaire , deux décisions principales peuvent être prises :

- 1- la quantité qui doit être en commande
- 2- le temps requis pour que les quantités arrivent en stock .

Or la demande n'est jamais connue, elle doit être prédite; de même les quantités prévues n'arrivent pas dans le temps prévu .

#### ERREURS SUR LA QUANTITE DE COMMANDE

Ces erreurs résultent des faits suivants :

- Commander des quantités inadéquates d'articles , résultant des frais supplémentaires , et risque de rupture de stock ;
- Commander des quantités élevées d'articles coûteux , ce qui entraîne un fort coût d'immobilisation .

Cette volatilité dans la demande et dans le temps de livraison a un impact sur l'efficacité du système de contrôle .Cependant , il est nécessaire de planifier l'approvisionnement afin de minimiser les dommages . Les fluctuations de la demande et de l'approvisionnement , rendant indispensable le maintien d'un stock dit de " Sécurité " qui permet de protéger l'entreprise de ces aléas . Ce stock est calculé de façon que le coût global soit minimisé .

#### II-2-1-4 MODELES DE PREVISION

##### A)- DEFINITION

La prévision est une tentative de préjuger un comportement futur d'un phénomène donné et constitue une réponse à la question suivante Comment un phénomène peut-il se comporter dans un avenir plus ou moins proche ?

Dans l'entreprise , la prévision consiste souvent à déterminer la (ou les) valeur(s) future(s) d'une variable donnée .

" La prévision est un élément clé dans la procédure de prise de décision ." [7]

Nous voyons que la connaissance de la demande future est un point primordial en regard de la gestion de stock ; pour cela nous devons pour chaque article stocké , faire la prévision à l'aide de l'historique des consommations .

Il existe plusieurs modèles de prévision . Nous citerons en

exemple : les méthodes de prévision à court terme .

Parmi ces méthodes , on peut citer :

- 1°/ les moyennes mobiles simples .
- 2°/ les moyennes mobiles doubles .
- 3°/ le lissage exponentiel simple .
- 4°/ le lissage exponentiel double .
- 5°/ la méthode de HOLT & WINTERS .

Cependant le principe réste le même pour tous les modèles linéaires : on se situe au temps  $t$  , connaissant une chronique de  $n$  points  $X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-n+1}$ , la prévision faite en  $t$  pour les dates à venir  $t+\$$  ( $\$ = 1, \dots, n$ ) est trouvé par extrapolation ou analyse des informations contenues dans la chronique .

#### DETERMINATION DU STOCK DE SECURITE

La quantité de stock de sécurité habituellement utilisée dans le contrôle d'inventaire est une constante , ou proportionnelle à la déviation " MAD " ( comme BROWN montra dans son livre en 1967 ) .

La technique qui utilise " MAD " est comme suit :

$$MAD = \left| \hat{X}(i) - X(i) \right|$$

tels que

$X(i)$  : demande actuelle en période  $i$  ;

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

$N$  : le nombre de données utilisées

Le stock de sécurité est compté par :

$$SS = K * MAD$$

L'inconvénient de cette méthode est que lorsque la prévision sur la demande future croit ou décroît , le stock de sécurité réagit proportionnellement à la demande mais reste constant .

Cependant une alternative a été développée à calculer le stock de sécurité basée sur l'unité de temps plutôt que sur la quantité . Ce temps est connu sous le nom : " TIME INCREMENT CONTINGENCY FACTOR : TICF " .

La statistique TICF ( facteur de temps d'incrémentation ) est donnée par :

$$\text{TICF} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| 1 - \frac{X(i)}{\hat{X}(i)} \right|$$

Le stock de sécurité serait :  $SS(t) = k * \text{TICF} * \hat{X}(t+1)$

K : facteur de sécurité , déterminé par la probabilité de niveau de service.

Nous en deduisons , la quantité optimale à approvisionner :

$$q^* = SS(t) - SS(t-1) + \hat{X}(t) \quad [8]$$

# Chapitre III

## FORMULATION

ET

## METHODOLOGIE



### III-1 INTRODUCTION

Le domaine de la gestion des stocks est un domaine où la formalisation mathématique et rationnelle est développée , de ce fait l'outil informatique doit s'imposer .

Dans le temps actuel , l'informatisation des entreprises présentent beaucoup d'avantages et permet la formalisation des sous-systèmes qui constituent l'ensemble de l'entreprise . Parmi ces sous-systèmes , on rencontre le sous-système de gestion .

L'objectif principal du sous-système de gestion de stock est de donner lieu à des commandes de matières .

Généralement, les méthodes utilisées dans la gestion des stocks auront pour but de déterminer :

- 1- le stock en magasin
- 2- les quantités en commande
- 3- les délais d'approvisionnement
- 4- la prévision de la consommation .

Or ces méthodes dépendent de la nature de l'entreprise et de sa capacité de traitement des données .

- Un atelier peut parfois commander sa matière après réception de la commande du client .
- Un fabricant de bien de consommation doit tenir des produits finis à disposition , avant réception de la commande du client .

Les deux méthodes ont un but commun : [9]

posséder la matière voulue , à l'endroit voulu , en temps voulu .

Or, le souhait des gestionnaires de l'unité de U.E.M.M. de HAMMA est d'améliorer au mieux possible , la gestion de la pièce de rechange mais la prise de n'importe quelle décision nécessite avant tout , une modélisation adéquate du problème .

### III-2 FORMULATION DU PROBLEME

Pour définir le problème de gestion élaboré, il est nécessaire de concevoir des modèles efficaces pour une préconisation des commandes . Pour cela nous présentons une formulation se divisant

en trois parties .

1°/ amélioration de la méthode MINI-MAX ;

2°/ modèle de Wilson ;

3°/ modèle de stock de sécurité;

Vu qu'un tel travail ne peut être établi sans l'utilisation de l'outil informatique, nous avons en conséquence orienté et développé cette étude dans l'optique d'une solution informatique .

### III-2-1 AMELIORATION DE LA METHODE

La plus part des systèmes de réapprovisionnement vont se ranger dans l'une des catégories suivantes :

1- Quantité fixe / période variable .

2- Période fixe /quantité variable .

Notons qu'une stratégie à périodicité fixe / quantité variable facilite la tâche des gestionnaires, et c'est bien cette stratégie qui est utilisée par l'U.E.M.M. et l'U.A.D. . Nous nous proposons d'amener des améliorations à leurs procédures .

- La méthode appliquée par l'U.E.M.M est parmi les vieilles méthodes du *MINI-MAX* . La règle générale de ce système est déjà présenté au chap 1 et est donnée par :

Quantité de réappt :  $Q = K * ( P + L + S ) - ( R1 + R2 - D )$

En règle générale , la méthode du *MINI-MAX* s'est avérée être la moins élégante des optimisations de stock et on la rencontre très rarement de nos jours , car elle a été remplacée plus souvent par des méthodes plus modernes telles que les modèles de wilson . [9]  
Mais l'un des points défailants de l'utilisation de la méthode précédente par l'U.E.M.M est dans la prévision des consommations  
( cfr : chap1, 2- )

#### A- Modèle de prévision

La connaissance par avance , à l'aide des prévisions des comportements futurs d'une situation donnée , permet au gestionnaire d'entreprendre au bon moment les actions les plus intéressantes pour l'entreprise , mais très souvent on n'attache pas assez d'importance à la prévision . Pourtant ce facteur est le plus important .

En effet, si on peut améliorer les prévisions et approcher la réalité à

moins de 20% au lieu de 50% cela permettrait de réduire les stocks et leur coûts . Il est donc nécessaire d'étudier la prévision de façon rationnelle et complète . [10]

Ainsi partant d'un ensemble de méthodes de prévisions à court terme , nous avons choisi pour l'amélioration de leur méthode , la méthode de lissage exponentielle simple vu que c'est la méthode appropriée à l'U.E.M.M. en nous basant aussi sur les critères fondamentaux suivants :

1°) L'horizon temporel :

L'horizon temporel désigne le nombre de périodes pour les quelles on désire une prévision . Certaines méthodes ne sont valables que pour prévoir une ou deux périodes à l'avance, alors que d'autres peuvent être appliquées à plusieurs période futures . vu que les prévisions faites à l'U.E.M.M sont à court terme c'est la raison pour laquelle on a choisi la méthode de lissage simple

2°) La disponibilité des données et leur configuration :

L'applicabilité de certaines méthodes est conditionnée par la disponibilité d'un grand nombre d'observations . Vu le manque d'infomation sur l'historique des consommations au niveau de l'unité , nous avons alors opté pour le modèle du lissage simple qui ne nécessite pas un passé riche et avantageux .

3°) Le coût d'utilisation de la méthode :

Il y a en général trois éléments de coût mis en jeu par l'application d'une méthode de prévision , à savoir :

- Le coût de développement .
- Le coût de stockage .
- Le coût d'exploitation .

Ces coûts là englobent tous les frais de main d'oeuvre , de temps machine et de stockage .Par exemple, pour utiliser le programme de calcul d'une méthode de prévision , il faut stocker dans le dispositif de mémoire de l'ordinateur le programme et les données nécessaires, la quantité d'information à stocker peut être importante , ce qui peut engendrer un coût de stockage élevé .

La méthode de lissage simple élimine la nécessité de stockage des valeurs historiques de la variable à prévoir .

4°) La facilité d'utilisation de la méthode :

- \* La méthode de lissage simple est l'une des plus simples méthodes de prévision , elle donne des résultats satisfaisants .
  - \* Elle est facilement assimilable et aisément applicable ; elle n'exige ni des connaissances théoriques approfondies , ni des moyens informatiques puissants .
- [10]

#### PREVISION DE LA CONSOMMATION PAR LISSAGE EXPONENTIEL

Cette méthode consiste à pondérer l'observation la plus récente par le coefficient  $\alpha$  , et la moyenne pondérée précédente par le coefficient  $(1-\alpha)$  . Le modèle utilisée est le suivant :

$$\hat{X}(t) = \alpha * X(t-1) + (1-\alpha) * \hat{X}(t-1) \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

[7]

#### B/ Délai de livraison

Au début de notre analyse , nous avons essayé d'utiliser un maximum d'information du passé de la série "délai de livraison " pour pouvoir en déterminer la distribution ( la loi suivie par la variable délai de livraison ).

Malheureusement , nous ne disposons pas de données suffisantes . Nous nous sommes contentés dans notre étude des données disponibles, à savoir, l'historique des délais de livraisons des 6 dernières années , par conséquent pour la détermination de cette variable nous avons appliquée la moyenne empirique donnée par

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

où

- $X_i$  : observation (du délai de livraison ) à la période  $i$  ;
- $N$  : nombre d'observation utilisé .

### III-3-3 MODELE DE WILSON

Pour une bonne gestion des articles, il est difficile de déterminer quelles approches et quels modèles sont les plus appropriés pour une bonne estimation des paramètres. Vu que dans toute entreprise, les articles en stock peuvent être destinés à des emplois très variés, il peut même arriver que tel article ait deux ou plusieurs natures d'emplois, d'où on ne peut pas juger le volume du stock qu'on peut avoir.

Le modèle que nous élaborerons, exige la connaissance de la demande au cours de la période de commande, mais comme la demande d'un article est une grandeur aléatoire, nous étions contraintes, alors d'établir un modèle de prévision des consommations.

Ce modèle se base principalement sur l'analyse rigoureuse de l'ensemble des informations disponibles.

Afin d'aboutir à une formulation claire et concise du problème, la notation suivante sera adoptée :

$C_e$  : Cout d'entretien / article / unité de temps ;

$A$  : Cout d'appel (cout de lancement) ;

$F(q)$  : Cout moyen (espérance du cout) ;

Le modèle élaboré est noté (P) et se formule comme suit :

$$F(q) = \sum_{j=1}^N \left[ \frac{D_j}{q_j} * A_j + \frac{C_e * q_j}{2} \right] \quad [3]$$

remarque : notre objectif est de trouver la quantité  $q^*$  qu'il faut avoir en stock pour avoir un coût de gestion minimal.

Pour la résolution de ce modèle, nous présentons l'algorithme suivant :

## ALGORITHME DE RESOLUTION

debut

(1) soit  $dF(q)$ , la dérivée de  $F(q)$  telle que :

$$dF(q) = \sum_{j=0}^N \left[ -\frac{D_j}{q^2} * A_j + \frac{C_e}{2} \right] = 0 ;$$

(2) condition d'optimalité :  $\frac{d^2F(q)}{dq^2} > 0$

fin .

### III-2-3 MODELE DU STOCK DE SECURITE

La fonction économique choisie , peut conduire à des erreurs , qui risquent d'entraîner l'entreprise à des pénuries imprévues .

Pour cela , un stock de sécurité est indispensable , afin de faire face aux différents aléas (délai de livraison , accélération des sorties durant la période de risque ) .

Comme nous avons vu auparavant ( cf chap 2 ) , le stock de sécurité dépend de plusieurs facteurs entre autres la demande .

Il serait donc , nécessaire de faire une prévision de la consommation avant d'entamer la phase du calcul du stock de sécurité .

La méthode de prévision appropriée à ce modèle est le lissage double qui a la possibilité de faire des prévisions de  $m$  périodes à l'avance . Le modèle en est le suivant :

$$\hat{X}(t+m) = a(t) + m b(t)$$

tel que :

$$\begin{cases} a(t) = \hat{X}(t) + (\hat{X}(t) - X''(t)) \\ b(t) = \frac{\alpha}{1-\alpha} * (\hat{X}(t) - X''(t)) \end{cases}$$

[7]

NB :  $X''$  est la prévision donnée par le lissage simple .

La constante  $k$  (cf chap 2) appelée " FACTEUR DE SECURITE " est donnée par :  $\text{PROBABILITE ( demande } < k ) = \mu$  ( ie :  $\mu$  taux de service ) .

En fonction de l'expérience , la demande est supposée suivre la loi normale et le taux de service peut être choisi par l'entreprise . La quantité optimale à approvisionner , basée sur le stock de sécurité , se formule alors comme suit :

$$q^* = SS(t) - SS(t-1) + \hat{X}(t)$$

### III-3 METHODOLOGIE

L'ensemble des constatations précédentes reflètent les différents problèmes dans le magasin et le service approvisionnement, et révèlent particulièrement la nécessité d'accorder une attention accrue à la gestion rationnelle des stocks notamment la disposition des pièces de rechange .

Sachant que l'ordinateur est le moyen de calcul le plus puissant, son utilisation semble évidente pour mener à bien cette gestion . En premier lieu , nous allons donner les principales fonctions du programme que nous avons élaboré .

#### III-3-1 ALGORITHME DE RESOLUTION

##### III-3-1-1 DEFINITION DES DIFFERENTES PROCEDURES

PROCEDURE LISSAGE ;

DEBUT

I = 1 ;

( \* m : nombre d'articles \* )

( \* nb : nombre de données \* )

tantque non fin donnée

faire

lire (article I) ;

pour j = 1 à nb faire

lire ( consommation ) ;

X(j) = consommation ;

fait ;

$\alpha = 0,05$  ;

tantque  $\alpha \leq 1$

faire

$\hat{X} = X(1)$  ;

pour j = 1 à nb faire

$\hat{X}(j) = \hat{X}(j-1) + \alpha ( X(j) - \hat{X}(j-1) )$  ;

erreur<sup>2</sup> = ( X(j) -  $\hat{X}(j)$  )<sup>2</sup> ;

fait ;

S (  $\alpha$  ) =  $\sum$  erreur<sup>2</sup> ;

$\alpha = \alpha + 0,05$  ;

(1) (2) (3)



a b c d e

```

Faire
  Landa = -0.5+lk;
  pour J = 1 à m
    faire
      som1(lk) =  $\sum_{j=1}^m (Cr(j) * \hat{X}(j))^{1/2}$  ;
    fait ;
    som1(lk) = som1(lk) - budget ;
    pour j = 1 à m
      faire
        opt(j) =  $\left[ \frac{2 * \hat{X}(j) * A}{2 * landa * C(j) - Ce} \right]^{1/2}$  ;
      fait ;
      si (som1(lk) > 0) et som1(lk) < 0) alors
        optimum=true
      finsi ;
    fait ;
  fait ;
fin ;
sinon ( * sans contrainte * )
faire
  pour j = 1 à m
    faire
      opt(j) =  $\left[ \frac{2 * \hat{X}(j) * A}{Ce} \right]^{1/2}$  ;
    fait ;
  fait ;
fins ;
AFFICHAGE DES RESULTATS ;
FON ;
```

PROCEDURE LISSAGE DOUBLE ;

DEBUT

pour t = 1 à m

(1)

(1)

```
faire
  appel " PROCEDURE LISSAGE " ;
  pour j = 1 à nb+1 faire X(j) =  $\hat{X}(j)$  fait ;
  appel " PROCEDURE LISSAGE " ;
  A(t) = 2 * X(nb+1) -  $\hat{X}(nb+1)$  ;
  B(t) =  $\frac{\alpha}{1-\alpha}$  * [ X(nb+1) -  $\hat{X}(nb+1)$  ] ;
   $\hat{X}(t)$  = A(t) + B(t) ;
fait ;
FIN ;
```

PROCEDURE SECURITE ;

```
DEBUT
  (* determination du stock de securité *) ;
  pour j = 1 à m
  faire
    calcul de TICF ;
    calcul du stock de securité ( SS ) ;
    AFFICHAGE DES RESULTATS CORRESPONDANTS;
    (* opt(j) : quant opt à approuvi à la période t *)
    opt(j) = SS (t) +  $\hat{X}(t)$  + SS (t-1) ;
  fait ;
FIN ;
```

III-3-1-2 ALGORITHME

DEBUT

```
( * AFFICHAGE DE L'ECRAN " MENU " * )
lire (choix) ;
si choix = '1' alors lecture des données
  |
  a
  sinon
  si choix = '2' alors ALLER AU MENU MINI-MAX
    |
    b
    sinon
    si choix = '3'
      |
      alors
      |
      c e
```





# Chapitre IV

## APPLICATIONS



#### IV-1 INTRODUCTION

Au cours des chapitres précédents , nous avons essayé de montrer l'importance de la fonction économique , en donnant la méthode de résolution conçue ainsi que l'importance du stock de sécurité . Nous entamons maintenant , la phase de concrétisation de notre travail, mentionné auparavant , qui portera sur l'élaboration d'un programme d'approvisionnement optimal en informatisant le système de gestion .

Pour atteindre cet objectif , nous avons collecté puis traité les données pour les mettre sous la même forme que celle des problèmes standards , puis nous aurons à dérouler les programmes que nous avons conçu .

#### IV-2 PROBLEMES TESTS

Au préalable , l'application des deux modèles est réalisée sur des problèmes tests afin de pouvoir les évaluer , puis ils seront adoptés au problème réel posé par le magasin de l'U.E.M.M.

#### PROBLEME 1 ( modèle de WILSON )

| Article | demande annuelle<br>$D_j$ | coût d'achat<br>$C_r(j)$ (DA) | coût de lancement<br>$A(j)$ (DA) | quantité EOQ<br>$Q^*j$ |
|---------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| 1       | 10000                     | 0.25                          | .5                               | 447                    |
| 2       | 6000                      | 0.20                          | 0.50                             | 387                    |
| 3       | 3000                      | 0.40                          | 0.50                             | 194                    |
| 4       | 2000                      | 0.15                          | 0.50                             | 258                    |

De combien faut-il approvisionner sachant que le capital investi dans le renouvellement du stock est de 260 DA et le taux de tenu de stock est de 20% ?

En premier , essayons de nous assurer que le capital investi pour les quantités mentionnées au tableau ci-dessus  $Q^*j$ , excèdent 260 DA .

$$\sum_{j=1}^4 Q(j) * Cr(j) = 305.44 \text{ DA}$$

Appliquons la formule pour  $\bar{E} = 0.038$

$$( \text{NB} : \sum ( Cr(j) * D(j) )^{1/2} = 136.6 ) .$$

Alors les quantités optimales  $Q^*j$  à approvisionner sont respectivement : 380 , 329 , 165 and 220 .

$$\text{D'où } \sum_{j=1}^4 Q^*(j) * Cr(j) = 259.8 \text{ DA} .$$

[3]

### PROBLEME 2 (modèle du stock de sécurité)

#### les données

soit la serie " demande " sur 24 mois ; ( voir TABLEAU I )

#### les resultats :

determination de la quantité optimale à approvisionner , basée sur le stock de sécurité .

Le facteur de sécurité k est pris egal à 2 (avec un niveau de service de 95% ) .

| MOIS | PREVISION | ACTUEL | $ 1 - X(i) / \hat{X}(i) $ | TICF  |
|------|-----------|--------|---------------------------|-------|
| 1    | 85        | 81     | 0.047                     | -     |
| 2    | 90        | 99     | 0.100                     | -     |
| 3    | 92        | 87     | 0.054                     | -     |
| 4    | 95        | 102    | 0.074                     | -     |
| 5    | 99        | 88     | 0.111                     | -     |
| 6    | 100       | 113    | 0.130                     | -     |
| 7    | 102       | 112    | 0.098                     | -     |
| 8    | 104       | 89     | 0.144                     | -     |
| 9    | 105       | 106    | 0.010                     | -     |
| 10   | 95        | 74     | 0.221                     | -     |
| 11   | 108       | 95     | 0.120                     | -     |
| 12   | 120       | 138    | 0.150                     | 0.105 |
| 13   | 110       | 121    | 0.100                     | 0.109 |
| 14   | 110       | 116    | 0.055                     | 0.106 |
| 15   | 115       | 102    | 0.113                     | 0.111 |
| 16   | 117       | 131    | 0.120                     | 0.115 |
| 17   | 119       | 128    | 0.076                     | 0.111 |
| 18   | 122       | 97     | 0.205                     | 0.118 |
| 19   | 125       | 146    | 0.168                     | 0.128 |
| 20   | 127       | 132    | 0.039                     | 0.115 |
| 21   | 130       | 151    | 0.162                     | 0.127 |
| 22   | 121       | 109    | 0.099                     | 0.117 |
| 23   | 132       | 117    | 0.114                     | 0.117 |
| 24   | 135       | 47     | 0.098                     | 0.112 |

- TABLEAU I -

Les résultats auxquels nous avons abouti sont résumés dans le tableau suivant :

| MOIS              | 25  | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-------------------|-----|----|----|----|----|----|
| DEMANDE PREVUE    | 120 | 95 | 60 | 25 | 0  | 0  |
| STOCK DE SECURITE | 21  | 13 | 6  | 0  | 0  | 0  |
| BESOINS NETS      | 114 | 87 | 53 | 19 | 0  | 0  |

remarque : TICF = 0.112

le besoin net à la période t est donné par :

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

exemple : à la période 26 ,  $\hat{X} = 87 = 95 - 21 + 13$

[8]

#### IV-3 COLLECTE DES DONNEES

Nous donnons dans cette partie quelques informations sur les données qui ont été mises à notre disposition .

Elles ont été recueillies de deux sources :

- le magasin général ( de L'U.E.M.M. ) ;
- le service d'approvisionnement ( de L'U.A.D. ) .

Toutes les informations sont récoltées sur les documents suivants :

- les fiches de stocks ;
- les fiches d'approvisionnement ;
- Inventaire de fin d'année ;
- Bons de factures ( résultants des approvisionnements ) .

#### \* LES FICHES DE STOCKS

Ce sont des fiches qui enregistrent les mouvements des articles ou famille d'articles pendant une période .

#### \* LES FICHES DE DEMANDES DE REAPPROVISIONNEMENTS

Ce sont des fiches qui enregistrent les quantités à approvisionner données par la formule théorique et les quantités réellement approvisionnées ainsi que les informations nécessaires à la détermination de ces quantités (i.e.: stock existant, consommations mensuelles , périodicité , etc...) ;

Nous donnerons un exemple du document utilisé en Annexe 8.

\* INVENTAIRE DE FIN D'ANNEE

L'inventaire de fin d'année contient les niveaux de stock de chaque période ainsi que les coûts d'approvisionnements associés .

\* BONS DE FACTURES

Les informations contenues dans les bons de facture , nous permettrons de prendre connaissance des différents frais resultants de l'approvisionnement , à noter les prix d'achat , les frais de CNAN , douane , transport , etc...

IV-4 LES COUTS DE GESTION

L'optimisation économique nécessite la connaissance précise des différents couts des articles . Comme l'information sur ces couts n'existait pas au niveau de l'unité U.E.M.M. , qui se prive ainsi d'un des outils les plus indispensables à la prise de decisions , et le resultat obtenu n'est jugé que par rapport au passé , et non pas selon ce qu'il pourrait etre ; nous étions alors contraintes , avant tout traitement de faire l'estimation de tous les paramètres pour le bon déroulement de notre modèle . Nous avons conçu des procédures de calcul des différents coûts .

procedure determinant le coût d'entretien (Ce)

Ce cout englobe les frais de gardiennage, d'éclairage, les charges de contrôle, l'inventaire, etc ...

Ces informations sont communes aux cinq magasins de la S.N.T.F. La seule information qui diffère est les salaires des employés du magasin de l'U.E.M.M.

Le coût pour garder le stock est donné par :

$$C_e = \frac{(M / S + S)}{N} \quad ( DA / ARTICLE / AN )$$

où

M : les frais totaux pour garder le stock ;

S : la somme des salaires des employés ;

N : le nombre de pièces en stock au magasin de l'U.E.M.M.

procédure déterminant le coût de lancement (C1)

On intègre les frais suivants :

- 1- les salaires majeures des charges sociales des agents du service approvisionnement chargés de l'étude du marché , de la négociation de la rédaction des bons de commande , de la surveillance du respect des délais et de la réception, de la vérification et de l'ordonnancement des factures;
- 2- les salaires majeures des charges sociales des agents du service comptabilité chargés de l'enregistrement et du paiement des factures;
- 3- les frais nécessaires au fonctionnement de ces services ( loyer , fourniture de bureau, etc... ) ;
- 4- les frais de déplacement des agents ;
- 5- les frais d'essai et de réception des articles achetés .

Généralement dans les entreprises , le total des frais de lancement de commande atteignent 1 à 2% de la valeur de la commande elle même .

#### IV-5 APPLICATION ET DEFINITION DU LOGICIEL

Rappelons que dans le chapitre 1 , nous avons mentionné que l'informatisation de la gestion des stocks se base sur des moyens efficaces . Nous insisterons, également, sur l'importance que joue l'outil informatique dans la gestion scientifique des approvisionnements car nous arrivons à un stade où l'usage de l'informatique se justifie de plus en plus . [5]

#### Définition du logiciel

Le logiciel représente l'ensemble des programmes qui seuls permettront l'exécution des différents travaux confiés à l'ordinateur .

Le programme est une suite ordonnée d'instructions qui commandent l'exécution du travail de la machine . Les programmes sont entrés dans la machine comme des données et y restent pendant toute la durée d'exécution du travail . L'exécution de n'importe quel travail suppose l'elaboration préalable du programme correspondant .

" Un ordinateur sans programme ne peut rien faire . "

[4]

#### IV-5-1 LOGICIEL DES DIFFERENTES METHODES DE PRECONISATION

Ce logiciel aura la possibilité de nous renseigner sur les quantités optimales à approvisionner en optimisant le coût global de gestion et le revenu total .

A l'entrée de notre logiciel , nous avons conçu le menu suivant :

|                                                                                     |                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--|
|  |                             |  |
|                                                                                     | METHODE DE TRAVAIL          |  |
| << 1 >>                                                                             | LECTURE DES CONSOMMATIONS   |  |
| << 2 >>                                                                             | METHODE DU MINI-MAX         |  |
| << 3 >>                                                                             | MODELE DE WILSON            |  |
| << 4 >>                                                                             | MODELE DU STOCK DE SECURITE |  |
| << 5 >>                                                                             | FIN DU TRAITEMENT           |  |
| FAITES VOTRE CHOIX    -----> < >                                                    |                             |  |

- \* L'instruction '1' affichera l'historique des consommations des pièces de rechange ;
- \* L'instruction '2' piontera vers le menu " METHODES DU MINI-MAX " ;
- \* L'instruction '3' permet d'aller au menu " MODELE DE WILSON " ;
- \* L'instruction '4' affichera les resultats obtenus par la méthode du stock de sécurité .

Présentation de menu " METHODE DU MINI-MAX "

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>METHODE DU MINI-MAX</u>                                                                          |
| « 1 » DELAI DE LIVRAISON<br>« 2 » COUT D'APPROVISIONNEMENT GLOBAL<br>« 3 » RETOUR AU MENU PRINCIPAL |

FAITES VOTRE CHOIX << >>

- \* L'instruction 1 donnera le délai de livraison de chaque article ;
- \* L'instruction 2 affichera les coûts d'approvisionnement de chaque article ainsi que les quantités approvisionnées calculées par cette méthode .
- \* L'instruction 3 permettra de retourner au menu principal .

Présentation du menu " MODELE DE WILSON "

|                                                                                                                                             |                         |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | <u>MODELE DE WILSON</u> |  |
| <p>* 1 * CALCUL DE COUT DE GESTION<br/>* 2 * MODELE SANS CONTRAINTE<br/>* 3 * MODELE AVEC CONTRAINTE<br/>* 4 * RETOUR AU MENU PRINCIPAL</p> |                         |                                                                                       |
|                                                          | SELECT -----> < >       |  |

- \* L'instruction '1' : donnera le coût d'entretien et le coût de lancement .

En ce qui concerne l'application du modèle de Wilson (sans contrainte) nous avons abouti à des résultats que nous présentons dans le

tableau I .

Les résultats concernant le modèle avec contrainte seront présentés en annexe 9.

Les quantités données par le modèle de Wilson sont présentées dans le tableau I .

Remarque1

Nous donnerons dans :

- \* la troisième colonne , les quantités optimales qui devraient être en stock ;
- \* la quatrième colonne , le stock restant  
( stock restant = prévision - consommation ) .

Remarque2

Le modèle élaboré vise à minimiser les pénuries et non pas de les éliminer .

Les résultats obtenus par la méthode du Mini-Max appliquée au magasin sont présentés dans le tableau II .

\*\*\* COMPARAISON DES RESULTATS PREVUS POUR L'ANNEE 89 \*\*\*

### MODELE SANS CONTRAINTE ###

| CODE      | DESIGNATION                | QUANTITE OPTIMALE<br>PREVUE | STOCK RESTANT |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 428-92-08 | POCHETTE JOINT DE CULASSE  | 1054                        | 521           |
| 428-02-75 | PLONGEUR DE CORPS          | 1373                        | PENURIE       |
| 428-24-18 | ELEMENT DE FILTRE CAOU     | 859                         | 350           |
| 428-78-95 | JOINT                      | 523                         | 467           |
| 428-01-86 | JOINT DE REGARD            | 1279                        | 25            |
| 428-30-04 | ELEMENT DE FILTRE A FILTRE | 2665                        | PENURIE       |
| 428-02-80 | RESSORT DE REGLEUR DE PONT | 412                         | PENURIE       |
| 428-72-58 | ROBINET DE FREIN AUTOMATI  | 167                         | 159           |
| 428-81-10 | ELEMENT DE FILTRE          | 616                         | 361           |
| 428-72-98 | POCHETTE DE JOINT          | 358                         | 280           |
| 428-63-04 | GRAISSEUR D'AXE D'ESSIEU   | 594                         | 264           |
| 428-60-33 | COURONNE (FERRODO) DE 1    | 490                         | 318           |
| 428-60-24 | RESSORT HELICOIDAL DE BOLS | 346                         | 130           |
| 428-04-38 | COUSSINET D'AXE DE PISTON  | 810                         | 529           |
| 428-02-73 | PLONGEUR DE CORPS DE REGLE | 1468                        | PENURIE       |
| 428-01-50 | ECROU INDESSERABLE 1227    | 172                         | 144           |
| 428-04-50 | JEU COMPLET DE SEGMENT     | 792                         | 302           |
| 428-03-04 | ROULEMENT                  | 393                         | 351           |
| 428-95-74 | ECROU POUR RECORD          | 526                         | 301           |
| 428-72-40 | AXE DE GAME AVEC CIRCLIPS  | 203                         | 199           |

\*\*\* COMPARAISON DES RESULTATS REELS POUR L'ANNEE 89 \*\*\*

| CODE      | DESIGNATION                | QUANTITE REELLE | STOCK RESTANT |
|-----------|----------------------------|-----------------|---------------|
| 428-92-08 | POCHETTE JOINT DE CULASSE  | 0               | PENURIE       |
| 428-02-75 | PLONGEUR DE CORPS          | 0               | PENURIE       |
| 428-24-18 | ELEMENT DE FILTRE CAOU     | 3456            | 3200          |
| 428-78-95 | JOINT                      | 0               | PENURIE       |
| 428-01-86 | JOINT DE REGARD            | 582             | PENURIE       |
| 428-30-04 | ELEMENT DE FILTRE A FILTRE | 217             | PENURIE       |
| 428-02-80 | RESSORT DE REGLEUR DE PONT | 0               | PENURIE       |
| 428-72-58 | ROBINET DE FREIN AUTOMATI  | 0               | PENURIE       |
| 428-81-10 | ELEMENT DE FILTRE          | 160             | 5             |
| 428-72-98 | POCHETTE DE JOINT          | 54              | 2             |
| 428-63-04 | GRAISSEUR D'AXE D'ESSIEU   | 147             | PENURIE       |
| 428-60-33 | COURONNE (FERRODO) DE 1    | 102             | PENURIE       |
| 428-60-24 | RESSORT HELICOIDAL DE BOLS | 30              | PENURIE       |
| 428-04-38 | COUSSINET D'AXE DE PISTON  | 0               | PENURIE       |
| 428-02-73 | PLONGEUR DE CORPS DE REGLE | 0               | PENURIE       |
| 428-01-50 | ECROU INDESSERABLE 1227    | 98              | 98            |
| 428-04-50 | JEU COMPLET DE SEGMENT     | 176             | PENURIE       |
| 428-03-04 | ROULEMENT                  | 0               | 0             |
| 428-95-74 | ECROU POUR RECORD          | 166             | PENURIE       |
| 428-72-40 | AXE DE GAME AVEC CIRCLIPS  | 0               | PENURIE       |

### Commentaire

Nous avons constaté que :

- le nombre de pénuries rencontrées au niveau de l'unité est de 15 sur un échantillon de 20 articles , alors que le nombre rencontré par la formule de Wilson est de 4.
- Le nombre de pièces à entretenir au niveau du magasin arrive jusqu'à 3305 , alors que ce nombre atteint 4701 pièces pour la prévision .

Ce qui résulte alors :

|             | Penuries | coût d'entretien |
|-------------|----------|------------------|
| Réalisation | 15       | 808072.5         |
| Prévision   | 4        | 1149394.5        |

### Complément sur le modèle du stock de sécurité

Ce modèle fait intervenir le stock de sécurité dans la détermination de la quantité optimale à approvisionner .

En premier , il est indispensable de faire une prévision des consommations en nous basant sur le lissage exponentiel double .

Pour minimiser l'écart entre la réalisation et la prévision , il est nécessaire de trouver un critère de choix du facteur de lissage .La méthode choisie est celle qui minimise le carré moyen des erreurs ( erreur = real - prév ) (cf chapitre 3) .

Le taux de pénurie est pris égal à 5 % ; ce qui résulte en un taux de service de 95 % . Le facteur de sécurité déduit de la loi normale est de 1.96 .Au niveau de notre programme ce facteur peut être donné par l'utilisateur .

Les résultats associés sont présentés en annexe .

Nous avons mentionné au chapitre 3 qu'il est nécessaire de faire une amélioration de la méthode Mini-Max ; les résultats auxquels nous avons abouti ainsi que les commentaires associés , sont donnés en annexe 9.

# CONCLUSION



## SUGGESTIONS

Le problème formulé dans le chapitre III est réellement non linéaire ( modèle de Wilson ) en utilisant le LAGRANGIEN .

Bien que les deux modèles proposés ( Wilson et stock de sécurité ) ont produit des résultats satisfaisants en se basant sur la comparaison avec les résultats réels du magasin, on peut ajouter qu'il existe d'autres techniques plus proches de la réalité que ces deux modèles, une de ces techniques est la simulation.

Mais l'utilisation de ces modèles nécessite, au préalable une classification judicieuse de l'ensemble des articles visant un ordre basé sur leur importance respective.

Ceci exige dans un premier lieu une collecte de données concernant le mouvement de sortie de chaque article, une analyse rigoureuse de l'ensemble de ces données permettra par la suite de les classer et d'appliquer pour chaque classe d'articles une méthode convenable. En effet, lorsqu'on se trouve devant un stock composé de milliers d'articles, on ne peut consacrer autant d'attention à chacun des articles; du reste ceux-ci ne présentent pas tous le même risque de surstock ou de pénurie .

Les articles les plus importants présentent des risques graves de surstock ou de pénurie .

Le réapprovisionnement se fait à des périodes rapprochées et l'on se demande constamment s'il faut ou non réapprovisionner.

Ces articles demandent donc une attention très fréquente et soutenue pour les gérer le plus finement possible . A l'inverse, les articles ayant peu de mouvements sont réapprovisionnés pour une durée de plusieurs mois; il n'est besoin de les surveiller que de loin

On peut donc consacrer moins de temps à chacun des articles et les gérer de façon plus automatique, car ayant choisi le mode de gestion le plus adéquat, on ne gagnerait pas grand chose en essayant encore d'améliorer la gestion .

L'application de ce principe à la gestion des stocks est universellement connue sous le nom de " méthode ABC " qui fût mise au point aux ETATS UNIS vers l'année 1950 où :

A : classe des articles les plus important

B : classe des articles importants;

C : classe des articles à faible valeur de consommation  
annuelle .[11]

Ce présent travail aura porté sur un élément de la gestion des stocks. Notre objectif a été de présenter une méthodologie d'approche devant aboutir à l'élaboration d'un modèle d'approvisionnement optimal des pièces de rechange .

Les applications présentées dans l'étude ont permis de vérifier la validité du modèle proposé .

Pour une meilleure gestion des pièces de rechange , le traitement informatique au niveau de l'unité de l'U.E.M.M. se révèle indispensable .

A travers les résultats obtenus , nous pensons que le modèle est applicable au cas de l'U.E.M.M.

Dans notre étude , nous avons essayé de voir les problèmes pouvant contribuer à faire une bonne gestion des stocks ; nous n'avons pas la prétention de dire que nous avons résolu tous les problèmes , mais du moins nous avons essayé de les lister et d'entrevoir leurs solutions . Nous ne doutons pas que beaucoup reste à faire pour l'amélioration de ce travail que nous espérons voir un jour profiter à d'autres .

# BIBLIOGRAPHIE



- [1] : Mr C-FERGANI DE L'U.A.D de la SNTF  
 " approvisionnement dans la S.N.T.F. "
- [2] : PIERRE ZERMATI -INGENIEUR ENSEM, DOCTEUR en economie et  
 gestion d'entreprise  
 " pratique de la gestion des stocks ",  
 2<sup>e</sup>ed, DUNOD
- [3] : NOTES DE COURS, D.CHAABANE et D SALHI  
 " gestion des stocks "
- [4] : LUC BOYER, MICHEL POIREE, ELIE SALIN  
 " precis d'organisation et gestion de la production "  
 ed D'ORGANISATION
- [5] : ROBERT. FAURE  
 " precis de recherche operationnelle "  
 3<sup>e</sup> ed, DUNOD, 1978(ch VII)
- [6] : MAURICE SASIENI, ARTHUR YASPAN, LAWRENCE FRIEDMAN  
 " operation research methodes and problems "  
 WIRLY INTERNATIONAL EDITION
- [7] : D. ZAJDEN WEBER.  
 " la prevision à court terme "
- [8] : D.CHAABANE  
 " A survey of safty stocks in M.R.P. systems " ,  
 MANAGEMENT SCHOOL OF LANCASTER UNIVERSITY 1986
- [9] : L . KILLEEN  
 " Techniques de gestio des stocks ", BORDAS  
 edition : DUNOD ECONOMIE -paris- 1969
- [10] : S.C. WHEELWRIGHT et S.MAKRIDAKIS.  
 " methodes de prevision pour la gestion " -paris- 1983

[11] : J BENASSY, R PLOIX RATRON

" La gestion informatisée des stocks ", AFNOR 1982 .

\* JAMES A.G. KRUPP

" Effective safty stock planning "

PRODUCTION AND INVENTORY MANAGMENT, 3<sup>RD</sup> QTR, 1982

\* MICHEL.CROLAIS

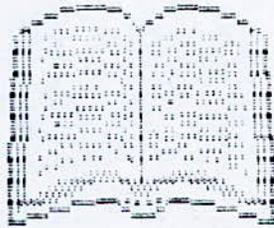
"Gestion des stocks et approvisionnement "

edition ' HOMMES ET TECHNIQUES ',1973

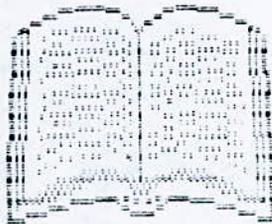
\* L. GAVault & A.LAURET

" technique et pratique de la gestion des stocks "

2<sup>e</sup>ed, J.DELMAS ET C<sup>te</sup> 1980

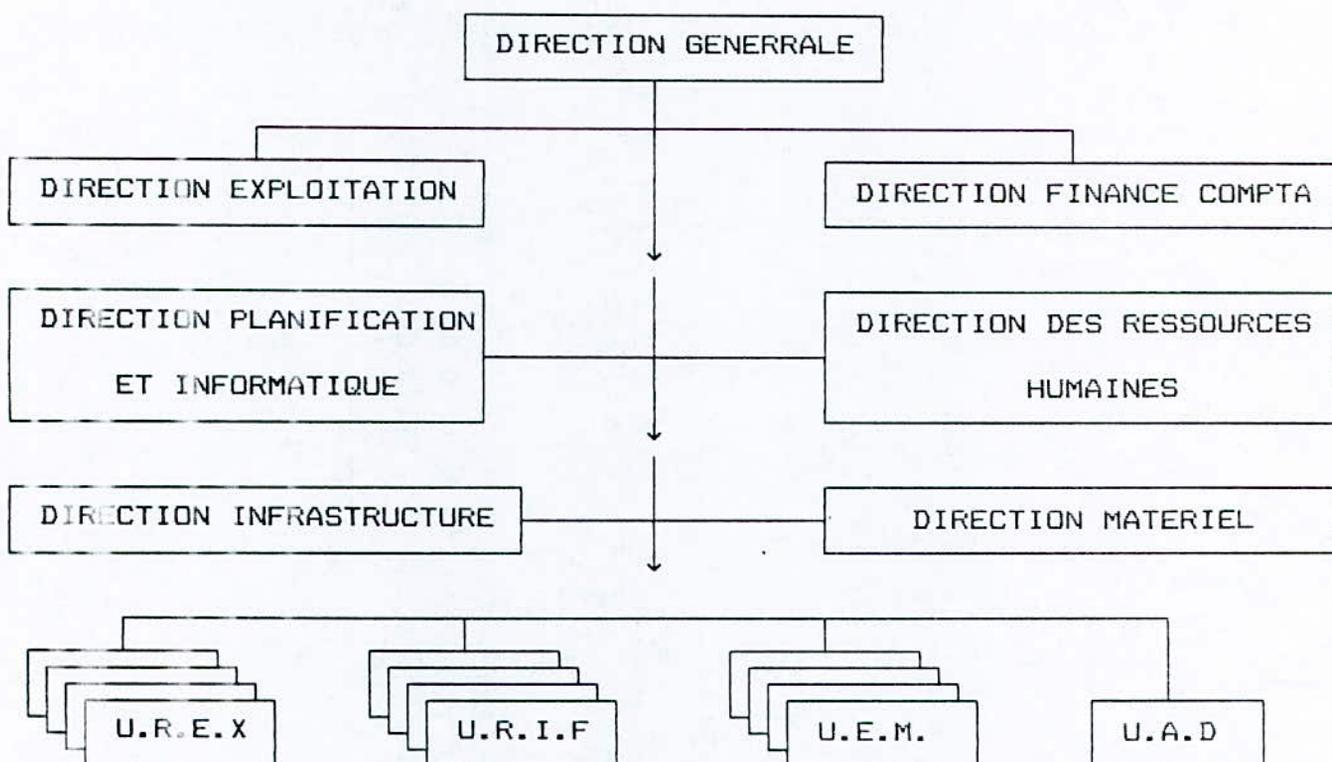


# ANNEXE



ANNEXE I

ORGANIGRAMME DE LA SNTF

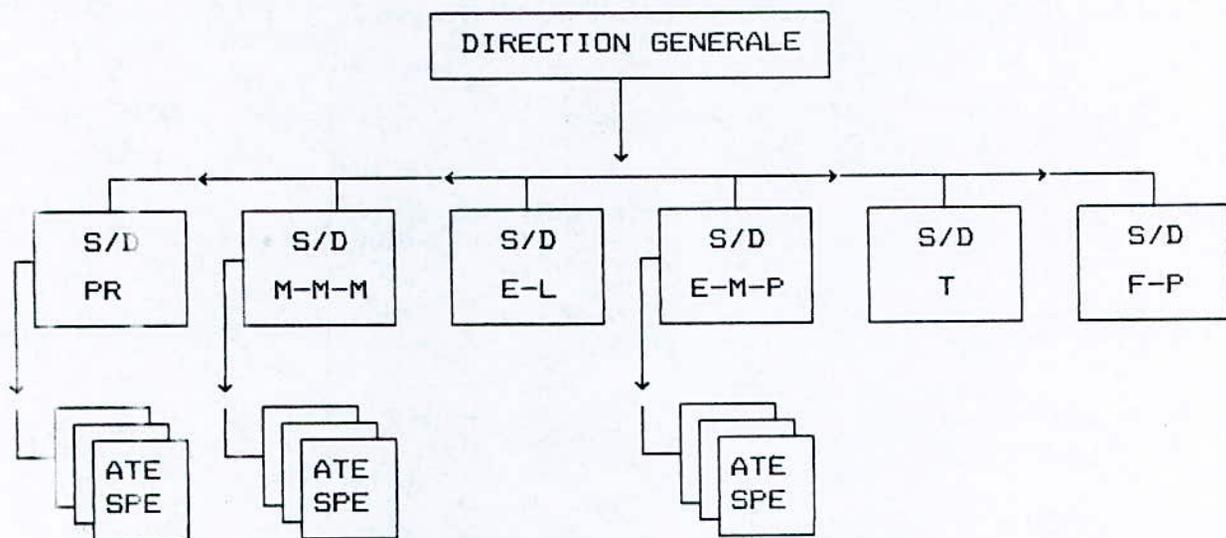


LEGENDE

- U.R.E.X : unité régionale exploitation ,
- U.R.I.F : unité régionale des infrastructures ,
- U.E.M : unité d'entretien du matériel ,
- U.A.D : unité d'approvisionnement et de distribution .

ANNEXE II

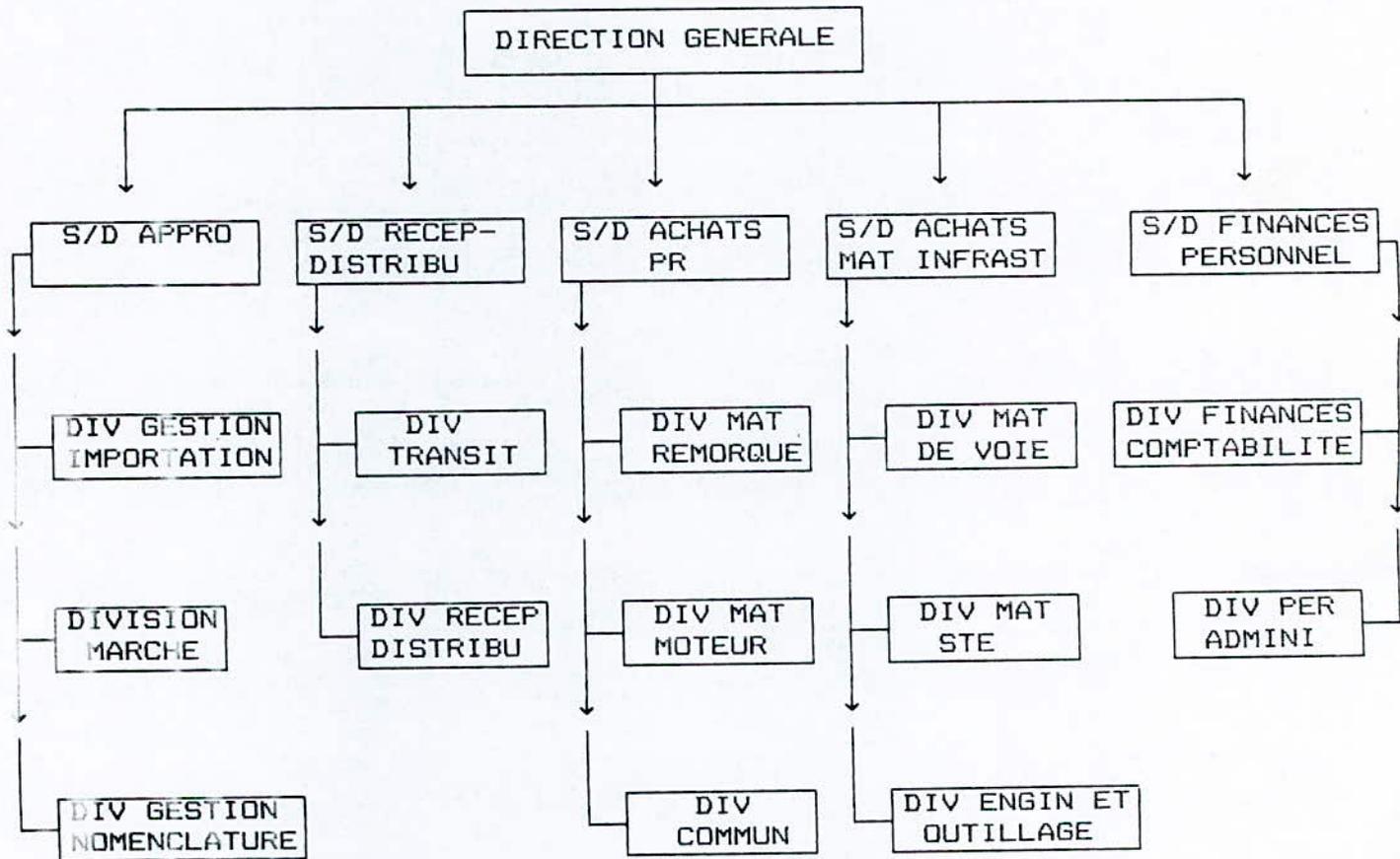
ORGANIGRAMME DE L'U.E.M.M



LEGENDE

- PR : production ;
- M-M-M : maintenance matériel moteur ;
- E-L : entretien en ligne ;
- E-M-P : entretien moyen production ;
- T : technique ;
- F-P : finance , personnel ;
- ATE SPE : ateliers spécialisés .

ORGANIGRAMME DE L'U.A.D



ROLE DES MAGASINS GENERAUX

- Les magasins généraux reçoivent des fournisseurs extérieurs par l'intermédiaire de l'U.A.D , les objets et matières d'approvisionnement nécessaires aux besoins des divers services ;
- Ils sont chargés des livraisons à faire directement sur production des pièces régulières :
  - \* aux services du réseau ;
  - \* aux étrangers du réseau sur instruction spéciale du chef du service des approvisionnements -magasins ;
- Ils alimentent les magasins locaux ;
- Un article donné ne peut être prévu que dans un seul magasin général ;
- Les magasins généraux suivent directement les articles dont ils ont la charge et proposent au service central .

ROLE DES MAGASINS LOCAUX

- Les magasins locaux sont placés au près de certains établissements du service matériel et traction ( atelier , dépôt etc ... ) .
- Ils sont spécialement affectés à la distribution des objets et matières nécessaires aux établissements qu'il desservent .
  - Ils peuvent également être chargé de la gestion des parcs aux pièces de rechange de ces établissements ;
  - Ils reçoivent les objets et matières constituant leurs stocks d'approvisionnement des magasins généraux .

- Ils doivent permettre le ravitaillement rapide des établissements auprès des quels ils sont placés et exercer un contrôle permanent sur les consommations ; à cet effet , ils doivent pouvoir débiter à la demande des utilisateurs les matières qu'ils reçoivent suivant les unités de livraisons prévues pour les magasins généraux ;
- Ces magasins ne ravitaillent que les établissements au près des quels ils sont placés ;
- Ils adressent directement aux magasins généraux leur bons de demandes de réapprovisionnement .

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX MODELES DE  
GESTION DE STOCKS P ET Q

Nous donnerons dans cette partie quelques compléments sur les deux types de gestion de stock. en effet, leurs avantages et leurs inconvénients sont donnés pour différencier les types de situations auxquels ils sont appliqués .

MODELE DE GESTION DE TYPE P

\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*-\*

Ces avantages et ces inconvénients sont :

1 : AVANTAGES

\*\*\*\*\*

- Permet une bonne organisation administrative ;
- Permet de réaliser un planning des approvisionnements ;
- Permet de réguler la charge de travail ;
- Detecte les ralentissements de consommation et les articles qui ne tournent pas ;
- Permet le regroupement des commandes chez un même fournisseur ;
- S'apprête bien à l'informatisation de la gestion

2 : INCONVENIENTS

\*\*\*\*\*

- Ne détecte pas l'accroissement de la consommation sur une période : d'où le risque de rupture augmente ;
- Il faut à chaque fois calculer la quantité à approvisionner ;
- le stock de sécurité est plus grand que dans le système de gestion Q

\* REMARQUE \*

~~~~~

Ce type de gestion s'adapte aux articles à consommations stables, ou à prévision faciles et fiables

MODELE DE GESTION DE TYPE Q

--*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*

Ces avantages et les inconvénients sont :

1 : AVANTAGES

- suit de très près l'évolution de stock ;
- Minimise le risque de rupture ;
- réalise un réapprovisionnement réflexe ;
- détecte les fluctuations de consommation ;
- Enregistre un stock de sécurité fiable .

2 : INCONVENIENTS

- Impose un enregistrement de tous les mouvements au fur et à mesure ou très fréquemment ;
- Impose de calculer le disponible théorique à chaque mouvement ;
- Rend difficile le regroupement des commandes chez un même fournisseur ;
- Ne détecte pas les stocks morts ;

* remarque *
~~~~~

Ce type de gestion s'adapte aux articles à variation de consommation assez important .

## ANNEXE VI

### RESOLUTION DU MODELE EN AVENIR CERTAIN

Deux cas peuvent se présenter :

#### Fonction coût sans contrainte

la fonction objective à minimiser est :

$$\text{Min } T(Q_j) = A \sum_{j=1}^N \frac{D_j}{Q_j} + C_e * \frac{Q_j}{2}$$

La dérivée par rapport à  $Q_j$  est donnée par :

$$\frac{\delta T}{\delta Q_j} = - \frac{A * D_j}{Q_j^2} + \frac{C_e}{2}$$

La quantité optimale  $Q_j^*$  est donnée par :  $\frac{\delta T}{\delta Q_j} = 0$

$$\text{D'où : } Q_j^* = \sqrt{\frac{A * D_j * 2}{C_e}}$$

#### Fonction coût avec contrainte

$$\begin{cases} \sum_j C_j * Q_j \leq S & Q_j \geq 0 \quad (S : \text{budget}) \\ T = \sum_j \left( \frac{D_j * A}{Q_j} + \frac{C_e * Q_j}{2} \right) \end{cases}$$

Notre objectif est de minimiser cette expression sous la contrainte budgétaire en utilisant la méthode LAGRANGIENNE.

La fonction de Lagrange se formule comme suit :

$$L(Q_j, \lambda) = T(Q_j) + \lambda \left( \sum_j C_j * Q_j - S \right).$$

Les dérivées associées sont :

$$\begin{cases} \frac{\delta L}{\delta Q_j} = - \frac{A * D_j}{Q_j^2} + \frac{C_e}{2} + \lambda C_j = 0 & (1) \\ \frac{\delta L}{\delta \lambda} = \sum_j C_j * Q_j - S = 0 & (2) \end{cases}$$

De la première équation, on tire :

$$Q_j^* = \sqrt{\frac{2 A D_j}{C_e + 2 \lambda C_j}} \quad (1')$$

$Q_j^*$  dépend de  $\lambda^*$ , nous aurons alors, à donner des valeurs successives à  $\lambda^*$ , nous vérifierons la condition  $\sum_j C_j * Q_j^* - S = 0$

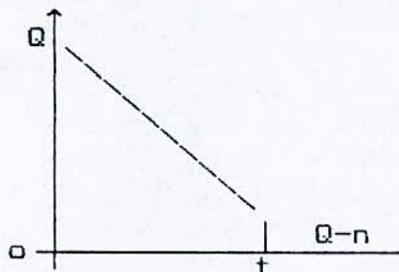
\*

ANNEXE VII

EVOLUTIONS POSSIBLES D'UN STOCK  
EN AVENIR INCERTIAN

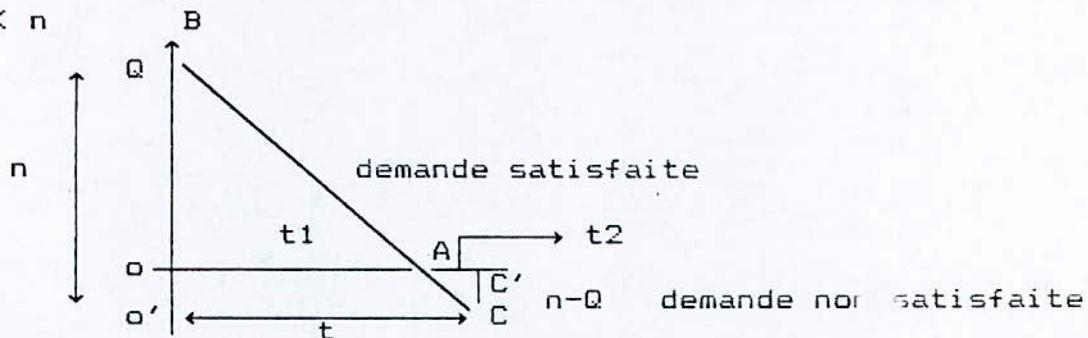
GRAPHES REPRESENTATIFS

1)  $Q \geq n$



Q : stock  
d : demande durant t

2)  $Q < n$



1/ RESOLUTION ANALYTIQUE

Deux situations peuvent se présenter :

S1 : le stock  $Q$  est supérieur à la demande  $n$ , nous aurons à entretenir un stock moyen  $(Q - n/2)$  durant  $t$ , soit une dépense égale à :

$$T1 = Ce \sum_{n=0}^Q (Q - n/2) * t * P(n)$$

$P(n)$  est la probabilité de réalisation de la demande  $n$ , et toute demande inférieure ou égale à  $Q$  doit être prise en considération.

S2 : le stock  $Q$  est inférieur à la demande  $n$ , nous aurons à entretenir, pour une demande de  $n$  articles dans la période  $t$ , le stock :

$$S = \frac{Q}{n+1} * t + \frac{Q-1}{n+1} * t + \dots + \frac{1}{n+1}$$

$$= \frac{t}{n+1} \sum_{i=1}^Q i = \frac{(Q+1)Q}{2(n+1)}$$

Soit une dépense égale à :

$$T2 = C_e \sum_{n=Q+1}^{inf} \frac{Q(Q+1)}{2(n+1)} * t * P(n)$$

Et la demande non satisfaite sera  $(n - Q)$ , dont la dépense est égale à :

$$T3 = C_p * (n - Q) * P(n).$$

Ceci avec la probabilité  $P(n)$  pour toute demande supérieur à  $Q$  ou égale à la demande maximale, d'où un coût total se montant à :

$$T4 = T3 + T2$$

Finalement, pour un stock  $Q$ , le coût moyen global s'élève à :

$$F_t(Q) = \sum_{n=0}^Q C_e * t * (Q - n/2) * P(n) + \sum_{n=Q+1}^{inf} \left[ C_e * \frac{Q(Q+1)}{2(n+1)} * t + C_p(n-Q) \right] P(n)$$

## II/ RESOLUTION GRAPHIQUE

Deux situations peuvent se présenter :

premier cas :  $Q \geq n$

Nous entretenons le stock moyen  $(Q - n/2)$ , dont le coût moyen durant  $t$  est :  $T1 / t$

Deuxième cas :  $Q < n$

Les triangles  $(OAB, O'BC)$  sont des triangles semblables .

Donc nous pourrons écrire  $(OA / o'c) = (OB / O'B)$

$$(OA / t) = (Q / n) , OA = Q * t / n$$

Nous devons entretenir, alors, un stock égal à  $Q / n$  .

\* L'aire de triangle  $(OBA)$  est  $Q * Q / 2 * n$  ;

le coût d'entertien est :

$$T1 = C_e \sum_{n=0}^Q \frac{Q^2}{2n} * P(n)$$

$$* \text{ L'aire de } (ACC') = CC' * AC'/2 = (t-0A)(n-Q)/2 = (t-Q * t/n)(n-Q) \\ = t(n-Q)^2/2*n$$

On déduit un coût moyen de pénurie de

$$T'2 = C_p \frac{(n-Q)^2}{2n} P(n)$$

$P(n)$  : probabilité que la demande  $n$  est supérieure à  $Q$ .

Le coût moyen global est :

$$F_t(Q) = \sum_{n=0}^Q C_e (Q - n/2) * P(n) + \sum_{n=Q+1}^{in} \left[ C_e * \frac{Q^2}{2n} + C_p \frac{(n-Q)^2}{2n} \right] P(n)$$



## ANNEXE IX

### AMELIORATION DE LA METHODE MINI-MAX ET COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LE CAS REEL

Nous présenterons ci-après des résultats pris aléatoirement sur 5 pièces parmi l'échantillon de 20 .

Les trois tableaux qui vont être présentés contiennent respectivement :

- tableau I :

les consommations mensuelles réelles en pièces de rechange de l'année 79 à l'année 89 ; ainsi que les codes et designations associés à chaque article ;

- tableau II :

huit colonnes :

- \* au niveau la première, nous présentons les consommations annuelles ;
- \* la deuxième représente la consommation prévue calculée au niveau du magasin de l'U.E.M.M. par la formule précitée au chapitre 1 ;
- \* la troisième présente la prévision de la consommation donnée par notre étude ;
- \* la quatrième ainsi que la cinquième nous donne l'erreur entre la consommation réelle et prévue ;
- \* la sixième colonne, nous donne les quantités approvisionnées par la formule Mini-Max amélioré ;
- \* la septième nous donne les quantités approvisionnées par la formule théorique Mini-Max ;
- \* la huitième colonne présente les quantités achetées réellement au niveau du magasin .

- tableau III :

remarque :

stock restant = stock en debut de période - consommation réelle de la période ;

- \* la première colonne contient le stock restant résultant du cas théorique ;
- \* la deuxième colonne contient le stock restant résultant du cas amélioré ;
- \* la troisième contient le stock restant résultant du cas réel ;

||||| LES CONSOMMATIONS |||||

||||| CODE ||||| 428-92-08

||||| DESIGNATION ||||| POCHETTE JOINT DE CULASSE

|    | 79 | 80 | 81  | 82  | 83 | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  |
|----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 48 | 62 | 53  | 104 | 48 | 46  | 24  | 102 | 114 | 66  | 28  |
| 2  | 21 | 56 | 19  | 53  | 34 | 16  | 48  | 2   | 11  | 78  | 24  |
| 3  | 67 | 82 | 84  | 28  | 24 | 4   | 31  | 66  | 162 | 127 | 66  |
| 4  | 16 | 48 | 123 | 32  | 52 | 89  | 124 | 63  | 30  | 67  | 80  |
| 5  | 24 | 38 | 36  | 36  | 34 | 0   | 26  | 65  | 154 | 63  | 8   |
| 6  | 70 | 49 | 34  | 36  | 45 | 119 | 92  | 0   | 59  | 69  | 104 |
| 7  | 16 | 35 | 70  | 18  | 52 | 62  | 1   | 33  | 74  | 7   | 21  |
| 8  | 82 | 64 | 4   | 54  | 58 | 4   | 23  | 88  | 53  | 3   | 23  |
| 9  | 37 | 27 | 0   | 33  | 60 | 14  | 99  | 9   | 115 | 3   | 16  |
| 10 | 48 | 24 | 14  | 56  | 56 | 96  | 0   | 95  | 0   | 61  | 35  |
| 11 | 75 | 52 | 44  | 48  | 72 | 69  | 102 | 32  | 0   | 120 | 68  |
| 12 | 55 | 72 | 2   | 42  | 43 | 44  | 6   | 0   | 30  | 20  | 60  |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 111               | 26                 | 111                | 0           | 0           | 130                | 190                | 200                |
| 80 | 232               | 24                 | 111                | 208         | 121         | 130                | 42                 | 100                |
| 81 | 268               | 49                 | 117                | 219         | 151         | 334                | 525                | 300                |
| 82 | 199               | 47                 | 266                | 152         | -67         | 417                | 404                | 500                |
| 83 | 311               | 92                 | 202                | 219         | 109         | 294                | 822                | 600                |
| 84 | 280               | 39                 | 286                | 241         | -6          | 322                | 473                | 400                |
| 85 | 134               | 22                 | 282                | 112         | -148        | 409                | 56                 | 0                  |
| 86 | 224               | 40                 | 185                | 184         | 39          | 185                | 0                  | 0                  |
| 87 | 277               | 31                 | 212                | 246         | 65          | 322                | 895                | 540                |
| 88 | 186               | 78                 | 245                | 108         | -59         | 443                | 276                | 100                |
| 89 | 330               | 86                 | 216                | 244         | 114         | 0                  | 372                | 450                |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 1933.00  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU 51.92

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | 97      | 27      | penurie |
| 81 | penurie | penurie | penurie |
| 82 | 164     | 198     | penurie |
| 83 | 189     | 106     | penurie |
| 84 | 320     | 14      | penurie |
| 85 | 318     | 240     | penurie |
| 86 | penurie | 185     | penurie |
| 87 | penurie | penurie | penurie |
| 88 | 354     | 136     | penurie |
| 89 | penurie | 113     | penurie |

|||| LES CONSOMMATIONS ||||

|||| CODE |||| 428-63-04

|||| DESIGNATION |||| GRAISSEUR D'AXE D'ESSIEU

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 24 | 25 | 18 | 31 | 63 | 12 | 20 | 0  | 36 | 0  | 8  |
| 2  | 0  | 32 | 5  | 22 | 34 | 24 | 36 | 0  | 35 | 0  | 48 |
| 3  | 12 | 20 | 36 | 12 | 24 | 0  | 0  | 0  | 18 | 41 | 9  |
| 4  | 12 | 0  | 12 | 24 | 48 | 48 | 12 | 0  | 22 | 38 | 82 |
| 5  | 1  | 0  | 48 | 24 | 26 | 12 | 0  | 0  | 56 | 21 | 30 |
| 6  | 24 | 25 | 4  | 0  | 36 | 12 | 12 | 0  | 14 | 2  | 44 |
| 7  | 12 | 0  | 40 | 0  | 0  | 76 | 30 | 60 | 60 | 16 | 2  |
| 8  | 0  | 1  | 12 | 0  | 68 | 36 | 12 | 46 | 0  | 29 | 1  |
| 9  | 12 | 28 | 12 | 52 | 0  | 12 | 0  | 22 | 0  | 0  | 14 |
| 10 | 12 | 44 | 12 | 0  | 0  | 24 | 0  | 24 | 12 | 29 | 13 |
| 11 | 0  | 9  | 27 | 0  | 0  | 12 | 12 | 72 | 0  | 8  | 60 |
| 12 | 2  | 48 | 42 | 34 | 12 | 12 | 0  | 0  | 24 | 2  | 19 |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 53                | 9                  | 53                 | 0           | 0           | 0                  | 13                 | 50                 |
| 80 | 59                | 12                 | 53                 | 47          | 6           | 105                | 48                 | 100                |
| 81 | 78                | 11                 | 53                 | 67          | 25          | 20                 | 20                 | 50                 |
| 82 | 61                | 8                  | 77                 | 53          | -16         | 77                 | 0                  | 50                 |
| 83 | 77                | 23                 | 64                 | 54          | 13          | 73                 | 225                | 0                  |
| 84 | 77                | 8                  | 71                 | 69          | 6           | 78                 | 257                | 250                |
| 85 | 85                | 24                 | 75                 | 61          | 10          | 193                | 136                | 0                  |
| 86 | 45                | 16                 | 82                 | 29          | -37         | 0                  | 13                 | 0                  |
| 87 | 136               | 15                 | 65                 | 121         | 71          | 64                 | 157                | 0                  |
| 88 | 64                | 34                 | 87                 | 30          | -23         | 178                | 246                | 50                 |
| 89 | 78                | 21                 | 78                 | 57          | -0          | 8                  | 99                 | 120                |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 588.00  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU -22.80

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | 90      | 40      | 40      |
| 81 | 41      | 46      | penurie |
| 82 | 1       | penurie | penurie |
| 83 | 29      | 56      | penurie |
| 84 | penurie | penurie | penurie |
| 85 | 182     | 10      | penurie |
| 86 | penurie | 148     | penurie |
| 87 | penurie | penurie | penurie |
| 88 | 25      | 89      | 25      |
| 89 | penurie | 100     | penurie |

|||| LES CONSOMMATIONS ||||

|||| CODE |||| 428-72-98

|||| DESIGNATION |||| POCHETTE DE JOINTS

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0  | 0  | 2  | 7  | 20 | 1  | 24 | 0  | 32 | 17 | 0  |
| 2  | 0  | 4  | 5  | 4  | 1  | 12 | 10 | 2  | 4  | 0  | 0  |
| 3  | 9  | 2  | 13 | 12 | 8  | 2  | 6  | 0  | 8  | 4  | 3  |
| 4  | 4  | 17 | 5  | 0  | 14 | 12 | 18 | 4  | 0  | 1  | 23 |
| 5  | 3  | 6  | 6  | 4  | 5  | 0  | 6  | 0  | 20 | 10 | 3  |
| 6  | 9  | 10 | 1  | 1  | 18 | 2  | 4  | 10 | 2  | 11 | 4  |
| 7  | 4  | 3  | 14 | 0  | 5  | 0  | 2  | 2  | 25 | 7  | 3  |
| 8  | 0  | 0  | 4  | 19 | 2  | 0  | 6  | 8  | 16 | 0  | 7  |
| 9  | 5  | 4  | 0  | 10 | 0  | 0  | 0  | 8  | 2  | 0  | 0  |
| 10 | 3  | 8  | 17 | 0  | 0  | 32 | 5  | 4  | 2  | 2  | 13 |
| 11 | 10 | 0  | 5  | 2  | 4  | 16 | 0  | 2  | 3  | 7  | 7  |
| 12 | 6  | 5  | 6  | 2  | 0  | 0  | 4  | 5  | 4  | 5  | 15 |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 19                | 30                 | 19                 | 0           | 0           | 0                  | 144                | 300                |
| 80 | 64                | 9                  | 19                 | 55          | 45          | 4                  | 0                  | 0                  |
| 81 | 109               | 0                  | 21                 | 109         | 88          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 82 | 123               | 0                  | 107                | 123         | 16          | 103                | 102                | 400                |
| 83 | 149               | 31                 | 122                | 118         | 27          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 84 | 191               | 48                 | 148                | 143         | 43          | 285                | 0                  | 0                  |
| 85 | 262               | 43                 | 189                | 219         | 73          | 0                  | 97                 | 0                  |
| 86 | 268               | 75                 | 258                | 193         | 10          | 278                | 467                | 150                |
| 87 | 194               | 77                 | 268                | 117         | -74         | 299                | 529                | 200                |
| 88 | 234               | 68                 | 198                | 166         | 36          | 196                | 139                | 200                |
| 89 | 255               | 92                 | 232                | 163         | 23          | 186                | 330                | 400                |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 1406.00  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU 33.86

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | 352     | 52      | 52      |
| 81 | penurie | penurie | penurie |
| 82 | 182     | 182     | 182     |
| 83 | 397     | 100     | penurie |
| 84 | 187     | 187     | 187     |
| 85 | penurie | 83      | penurie |
| 86 | 155     | 155     | 155     |
| 87 | 281     | 409     | 131     |
| 88 | 77      | 176     | penurie |
| 89 | penurie | penurie | penurie |

▄▄▄ LES CONSOMMATIONS ▄▄▄

▄▄▄ CODE ▄▄▄ 428-81-10

▄▄▄ DESIGNATION ▄▄▄ ELEMENT DE FILTRE

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0  | 15 | 12 | 2  | 5  | 10 | 35 | 2  | 46 | 31 | 65 |
| 2  | 0  | 12 | 4  | 0  | 7  | 4  | 22 | 8  | 40 | 17 | 5  |
| 3  | 0  | 1  | 1  | 18 | 33 | 15 | 55 | 56 | 21 | 3  | 20 |
| 4  | 0  | 4  | 17 | 9  | 7  | 1  | 11 | 58 | 17 | 15 | 10 |
| 5  | 0  | 5  | 5  | 23 | 1  | 50 | 1  | 11 | 2  | 9  | 0  |
| 6  | 0  | 18 | 2  | 6  | 27 | 11 | 1  | 0  | 45 | 3  | 15 |
| 7  | 0  | 3  | 10 | 2  | 10 | 1  | 41 | 40 | 6  | 4  | 50 |
| 8  | 2  | 0  | 16 | 9  | 16 | 30 | 5  | 10 | 5  | 43 | 15 |
| 9  | 1  | 0  | 11 | 43 | 1  | 0  | 45 | 6  | 7  | 28 | 4  |
| 10 | 0  | 0  | 2  | 7  | 1  | 0  | 5  | 0  | 1  | 61 | 39 |
| 11 | 4  | 0  | 2  | 1  | 29 | 30 | 41 | 69 | 0  | 0  | 0  |
| 12 | 12 | 6  | 27 | 3  | 12 | 39 | 0  | 8  | 4  | 20 | 32 |

|||| LES CONSOMMATIONS ||||

|||| CODE |||| 428-81-10

|||| DESIGNATION |||| ELEMENT DE FILTRE

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0  | 15 | 12 | 2  | 5  | 10 | 35 | 2  | 46 | 31 | 65 |
| 2  | 0  | 12 | 4  | 0  | 7  | 4  | 22 | 8  | 40 | 17 | 5  |
| 3  | 0  | 1  | 1  | 18 | 33 | 15 | 55 | 56 | 21 | 3  | 20 |
| 4  | 0  | 4  | 17 | 9  | 7  | 1  | 11 | 58 | 17 | 15 | 10 |
| 5  | 0  | 5  | 5  | 23 | 1  | 50 | 1  | 11 | 2  | 9  | 0  |
| 6  | 0  | 18 | 2  | 6  | 27 | 11 | 1  | 0  | 45 | 3  | 15 |
| 7  | 0  | 3  | 10 | 2  | 10 | 1  | 41 | 40 | 6  | 4  | 50 |
| 8  | 2  | 0  | 16 | 9  | 16 | 30 | 5  | 10 | 5  | 43 | 15 |
| 9  | 1  | 0  | 11 | 43 | 1  | 0  | 45 | 6  | 7  | 28 | 4  |
| 10 | 0  | 0  | 2  | 7  | 1  | 0  | 5  | 0  | 1  | 61 | 39 |
| 11 | 4  | 0  | 2  | 1  | 29 | 30 | 41 | 69 | 0  | 0  | 0  |
| 12 | 12 | 6  | 27 | 3  | 12 | 39 | 0  | 8  | 4  | 20 | 32 |

|||| LES CONSOMMATIONS ||||

|||| CODE |||| 428-72-58

|||| DESIGNATION |||| ROBINET DE FREIN AUTOMATIQUE

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 10 | 0  | 0  |
| 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  |
| 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 5  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 9  | 0  |
| 7  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  | 4  | 0  |
| 8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 8  |
| 10 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  |
| 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 12 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

▄▄▄ LES CONSOMMATIONS ▄▄▄

▄▄▄ CODE ▄▄▄ 428-72-58

▄▄▄ DESIGNATION ▄▄▄ ROBINET DE FREIN AUTOMATIQUE

|    | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 10 | 0  | 0  |
| 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  |
| 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 5  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 9  | 0  |
| 7  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  | 4  | 0  |
| 8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 8  |
| 10 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  |
| 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 12 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 322               | 18                 | 322                | 0           | 0           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 80 | 951               | 151                | 322                | 800         | 629         | 478                | 1568               | 2000               |
| 81 | 865               | 163                | 353                | 702         | 512         | 993                | 859                | 2000               |
| 82 | 618               | 149                | 864                | 469         | -246        | 388                | 0                  | 0                  |
| 83 | 1010              | 219                | 683                | 791         | 327         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 84 | 1058              | 239                | 897                | 819         | 161         | 500                | 900                | 1000               |
| 85 | 1126              | 388                | 1014               | 738         | 112         | 1526               | 2332               | 1000               |
| 86 | 850               | 304                | 1101               | 546         | -251        | 1185               | 1354               | 1000               |
| 87 | 1224              | 358                | 923                | 866         | 301         | 502                | 1357               | 2000               |
| 88 | 927               | 358                | 1122               | 569         | -195        | 1173               | 1810               | 500                |
| 89 | 1254              | 420                | 1000               | 834         | 254         | 78                 | 1351               | 1500               |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 7134.00  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU 451.8

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | penurie | penurie | penurie |
| 81 | 1247    | penurie | penurie |
| 82 | 1481    | 474     | penurie |
| 83 | penurie | penurie | penurie |
| 84 | 1180    | 1180    | 1180    |
| 85 | 1046    | 546     | 46      |
| 86 | 150     | 676     | penurie |
| 87 | penurie | penurie | penurie |
| 88 | 1093    | penurie | penurie |
| 89 | penurie | 616     | penurie |

||||| LES CONSOMMATIONS |||||

||||| CODE ||||| 428-01-86

||||| DESIGNATION ||||| JOINT DE REGARD

|    | 79 | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 0  | 96  | 32  | 64  | 54  | 10  | 24  | 112 | 242 | 53  | 84  |
| 2  | 0  | 104 | 54  | 102 | 104 | 80  | 162 | 16  | 194 | 57  | 110 |
| 3  | 32 | 86  | 126 | 32  | 46  | 44  | 128 | 82  | 78  | 72  | 93  |
| 4  | 16 | 24  | 67  | 46  | 116 | 124 | 128 | 156 | 48  | 136 | 238 |
| 5  | 12 | 120 | 97  | 50  | 118 | 24  | 32  | 116 | 50  | 106 | 0   |
| 6  | 12 | 44  | 0   | 68  | 110 | 176 | 42  | 16  | 155 | 97  | 122 |
| 7  | 20 | 86  | 84  | 40  | 104 | 146 | 96  | 32  | 0   | 92  | 120 |
| 8  | 0  | 64  | 52  | 16  | 32  | 136 | 156 | 32  | 107 | 48  | 106 |
| 9  | 32 | 16  | 32  | 32  | 52  | 58  | 112 | 20  | 144 | 57  | 76  |
| 10 | 32 | 27  | 117 | 48  | 72  | 50  | 50  | 126 | 0   | 145 | 162 |
| 11 | 98 | 146 | 98  | 72  | 144 | 162 | 64  | 142 | 124 | 5   | 134 |
| 12 | 68 | 138 | 106 | 48  | 58  | 48  | 132 | 0   | 82  | 59  | 9   |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 1098              | 133                | 1098               | 0           | 0           | 669                | 530                | 1000               |
| 80 | 240               | 73                 | 1098               | 167         | -858        | 426                | 0                  | 0                  |
| 81 | 1066              | 122                | 1055               | 944         | 11          | 553                | 0                  | 2000               |
| 82 | 632               | 97                 | 1056               | 535         | -424        | 927                | 0                  | 0                  |
| 83 | 512               | 144                | 855                | 368         | -343        | 0                  | 536                | 1000               |
| 84 | 192               | 38                 | 700                | 154         | -508        | 62                 | 0                  | 0                  |
| 85 | 250               | 69                 | 444                | 181         | -194        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 86 | 128               | 26                 | 331                | 102         | -203        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 87 | 916               | 228                | 210                | 688         | 706         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 88 | 1418              | 568                | 537                | 850         | 881         | 963                | 20506              | 2500               |
| 89 | 1754              | 557                | 1152               | 1197        | 602         | 2756               | 21271              | 1000               |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 5186.0  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU -2018.

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | 760     | 429     | penurie |
| 81 | penurie | 4       | penurie |
| 82 | 2060    | 613     | 60      |
| 83 | penurie | 415     | penurie |
| 84 | 2000    | 1000    | 1000    |
| 85 | 718     | 780     | 718     |
| 86 | 712     | 712     | 712     |
| 87 | 566     | 566     | 566     |
| 88 | penurie | penurie | penurie |
| 89 | 826     | penurie | penurie |

|||| LES CONSOMMATIONS ||||

|||| CODE |||| 428-02-75

|||| DESIGNATION |||| PLONGEUR DE CORPS

|    | 79  | 80 | 81  | 82  | 83 | 84 | 85 | 86 | 87  | 88  | 89  |
|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 1  | 0   | 0  | 20  | 0   | 96 | 64 | 0  | 64 | 0   | 384 | 0   |
| 2  | 0   | 96 | 128 | 0   | 64 | 0  | 64 | 0  | 0   | 0   | 265 |
| 3  | 150 | 96 | 0   | 192 | 0  | 0  | 0  | 0  | 96  | 128 | 244 |
| 4  | 0   | 48 | 0   | 0   | 64 | 0  | 0  | 0  | 100 | 0   | 429 |
| 5  | 128 | 0  | 194 | 24  | 64 | 0  | 0  | 0  | 192 | 20  | 128 |
| 6  | 192 | 0  | 64  | 32  | 64 | 64 | 10 | 0  | 0   | 72  | 2   |
| 7  | 128 | 0  | 208 | 0   | 32 | 0  | 64 | 0  | 0   | 198 | 8   |
| 8  | 0   | 0  | 0   | 128 | 32 | 0  | 48 | 0  | 0   | 12  | 320 |
| 9  | 32  | 0  | 0   | 128 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   |
| 10 | 0   | 0  | 192 | 0   | 0  | 64 | 0  | 0  | 0   | 592 | 216 |
| 11 | 468 | 0  | 132 | 64  | 96 | 0  | 64 | 64 | 528 | 0   | 118 |
| 12 | 0   | 0  | 128 | 64  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 12  | 24  |

|    | CONSOMM<br>REELLE | CONSOMM<br>PREVUE1 | CONSOMM<br>PREVUE2 | ERREUR<br>1 | ERREUR<br>2 | QUANTIT<br>APPROV2 | QUANTIT<br>APPROV1 | QUANTIT<br>APPROV3 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 79 | 559               | 110                | 559                | 0           | 0           | 184                | 572                | 600                |
| 80 | 609               | 98                 | 559                | 511         | 50          | 917                | 454                | 800                |
| 81 | 483               | 80                 | 562                | 403         | -79         | 0                  | 0                  | 500                |
| 82 | 540               | 92                 | 558                | 448         | -18         | 0                  | 0                  | 500                |
| 83 | 578               | 116                | 557                | 462         | 21          | 0                  | 0                  | 500                |
| 84 | 563               | 114                | 558                | 449         | 5           | 435                | 383                | 0                  |
| 85 | 576               | 94                 | 558                | 482         | 18          | 0                  | 590                | 200                |
| 86 | 555               | 193                | 559                | 362         | -4          | 632                | 1208               | 1000               |
| 87 | 802               | 22                 | 559                | 780         | 243         | 0                  | 1092               | 500                |
| 88 | 689               | 308                | 571                | 381         | 118         | 1287               | 2370               | 1100               |
| 89 | 533               | 219                | 678                | 314         | -145        | 0                  | 1676               | 500                |

ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS REEL 4592.0  
ERREUR RESULTANTE DES 11 DERNIERES ANNEES APPLIQUEE AU CAS PREVU -377.0

|    | STOCK1  | STOCK2  | STOCK3  |
|----|---------|---------|---------|
| 80 | 439     | 23      | penurie |
| 81 | 317     | 434     | penurie |
| 82 | 973     | 473     | 473     |
| 83 | 1068    | 568     | 568     |
| 84 | 1003    | 503     | 503     |
| 85 | penurie | 354     | penurie |
| 86 | 190     | penurie | penurie |
| 87 | 498     | 130     | penurie |
| 88 | 242     | penurie | penurie |
| 89 | 627     | 814     | penurie |

### Commentaire

Nous constatons que le nombre de pénuries mentionnées au tableau III est généralement plus grand dans le cas réel que prévu ; ceci n'est pas valable pour tous les articles , mais du moins nous pouvons dire que la pénurie est nettement limitée grâce à l'amélioration de la méthode Mini-Max .

En ce qui concerne les résultats des deux méthodes "stock de sécurité et wilson avec contrainte " sont présentés dans les tableaux suivants: ainsi que le tableaux du délai de livraison

««« COMPARAISON DES RESULTATS PREVUS POUR L'ANNEE 89 »»»

### MODELE AVEC CONTRAINTE ###

| CODE      | DESIGNATION                | QUANTITE OPTIMALE<br>PREVUE | STOCK RESTANT |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 428-92-08 | POCHETTE JOINT DE CULASSE  | 1038                        | 505           |
| 428-02-75 | PLONGEUR DE CORPS          | 929                         | PENURIE       |
| 428-24-18 | ELEMENT DE FILTRE CAOU     | 470                         | PENURIE       |
| 428-78-95 | JOINT                      | 333                         | 277           |
| 428-01-86 | JOINT DE REGARD            | 978                         | PENURIE       |
| 428-30-04 | ELEMENT DE FILTRE A FILTRE | 2588                        | PENURIE       |
| 428-02-80 | RESSORT DE REGLEUR DE PONT | 408                         | PENURIE       |
| 428-72-58 | ROBINET DE FREIN AUTOMATI  | 43                          | 35            |
| 428-81-10 | ELEMENT DE FILTRE          | 161                         | PENURIE       |
| 428-72-98 | POCHETTE DE JOINT          | 49                          | PENURIE       |
| 428-63-04 | GRAISSEUR D'AXE D'ESSIEU   | 137                         | PENURIE       |
| 428-60-33 | COURONNE (FERRODO) DE 1    | 84                          | 318           |
| 428-60-24 | RESSORT HELICOIDAL DE BOLS | 33                          | 130           |
| 428-04-38 | COUSSINET D'AXE DE PISTON  | 118                         | 529           |
| 428-02-73 | PLONGEUR DE CORPS DE REGLE | 808                         | PENURIE       |
| 428-01-50 | ECROU INDESSERABLE 1227    | 169                         | 144           |
| 428-04-50 | JEU COMPLET DE SEGMENT     | 489                         | 302           |
| 428-03-04 | ROULEMENT                  | 47                          | 351           |
| 428-95-74 | ECROU POUR RECORD          | 220                         | 301           |
| 428-72-40 | AXE DE GAME AVEC CIRCLIPS  | 97                          | 199           |

««« COMPARAISON DES RESULTATS PREVUS POUR L'ANNEE 89 »»»

MODELED DU STOCK DE SECURTE

| CODE      | DESIGNATION                | QUANTITE OPTIMALE<br>PREVUE | STOCK RESTANT |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 428-92-08 | POCHETTE JOINT DE CULASSE  | 2230                        | 1697          |
| 428-02-75 | PLONGEUR DE CORPS          | 6820                        | 5066          |
| 428-24-18 | ELEMENT DE FILTRE CAOU     | 470                         | PENURIE       |
| 428-78-95 | JOINT                      | 905                         | 849           |
| 428-01-86 | JOINT DE REGARD            | 633                         | PENURIE       |
| 428-30-04 | ELEMENT DE FILTRE A FILTRE | 15044                       | 8803          |
| 428-02-80 | RESSORT DE REGLEUR DE PONT | 187                         | PENURIE       |
| 428-72-58 | ROBINET DE FREIN AUTOMATI  | 35                          | 27            |
| 428-81-10 | ELEMENT DE FILTRE          | 2555                        | 2300          |
| 428-72-98 | POCHETTE DE JOINT          | 235                         | 157           |
| 428-63-04 | GRAISSEUR D'AXE D'ESSIEU   | 216                         | PENURIE       |
| 428-60-33 | COURONNE (FERRODO) DE 1    | 329                         | 157           |
| 428-60-24 | RESSORT HELICOIDAL DE BOLS | 93                          | PENURIE       |
| 428-04-38 | COUSSINET D'AXE DE PISTON  | 401                         | 120           |
| 428-02-73 | PLONGEUR DE CORPS DE REGLE | 8672                        | 6863          |
| 428-01-50 | ECROU INDESSERABLE 1227    | 126                         | 98            |
| 428-04-50 | JEU COMPLET DE SEGMENT     | 773                         | 275           |
| 428-03-04 | ROULEMENT                  | 264                         | 222           |
| 428-95-74 | ECROU POUR RECORD          | 220                         | PENURIE       |
| 428-72-40 | AXE DE GAME AVEC CIRCLIPS  | 0                           | PENURIE       |

