

2 ex



GÉSTION INTÉGRÉE de la PRODUCTION et des STOCKS

CAS DU ROND A BETON EN ALGERIE



PAR
BATEL
AIT GHEZALA

DIRIGÉE PAR
Mr THIERRY

UNIVERSITE D'ALGER

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

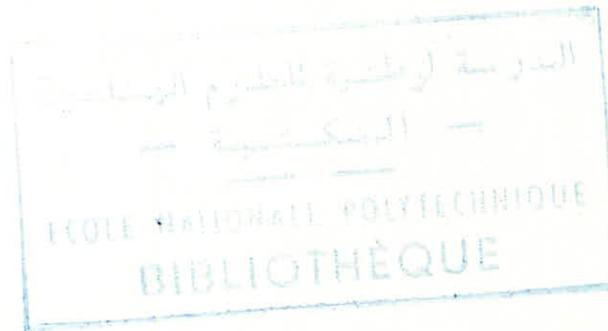
DEPARTEMENT ECONOMIE

PROJET DE FIN D'ETUDES

EXCLU DU PRÊT

GÉSTION INTEGRÉE de la PRODUCTION et des STOCKS

CAS DU ROND A BETON EN ALGERIE



ETUDIÉE PAR

Mr BATEL
Mr AIT GHEZALA

DIRIGÉE PAR

Mr THIERRY

ANNÉE 1975

Nos remerciements vont à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à faciliter l'élaboration de ce travail en particulier à M. THIERRY Simon Pierre pour avoir accepté de diriger ce projet malgré ses nombreuses préoccupations à M. DOUADI pour l'aide précieuse qu'il nous a prodigué et à Melle BELKACEM qui a eu la patience d'assumer la frappe du projet.

GESTION INTEGREE DE LA PRODUCTION
ET DES STOCKS

Cas du Rond à béton en Algérie

PLAN DU SUJET /

1. - Présentation du problème

- 1-1.-Description de l'usine d'Oran
- 1-2.-Description du réseau de distribution commercial
- 1-3.-Les produits considérés: rond à béton lisse et haute adhérence
- 1-4.-Gestion intégrée de la production et des stocks

2. - Simulation de la demande et gestion des stocks

- 2-1.-Modèle de prévision de la demande
 - Présentation des modèles possibles
 - Test de performance des modèles
- 2-2.-Statistiques de délai d'approvisionnement
 - Analyse effectuée
 - Résultats statistiques
- 2-3.-Modèle de gestion des stocks sans liason avec la programmation de la production;
 - Présentation du modèle ;
 - Test de performance : la qualité de service au client ;

3. - Gestion intégrée de la production et des stocks

- 3.1.-Les contraintes de production de l'usine d'Oran ;
- 3.2.-Les cas possibles du point de vue de la gestion des stocks commerciaux ;
- 3.3.-Formulation du problème de programmation à Moyen Terme de la production ;
- 3.4.-Formulation du problème de programmation à court Terme des commandes commerciales.

4. - CONCLUSION /

Annexe → Programme GPSS
+ Organigramme
+ listing
→ Résultats chiffrés.

INTRODUCTION

Deux raisons majeures peuvent justifier le choix du travail que nous entreprenons et qui ont un dénominateur commun : plonger dans la réalité des problèmes quotidiens de l'industrie en cette dernière Année d'étude à l'E.N.P.

1. - L'importance du problème ;

La SNS commercialise 240.000 Tonnes/An de Rond à béton dans toute l'Algérie ce qui représente environ 50% des Ventes sur Stock avec 52.000 T. pour la Région d'Oran.

Ces 240.000 Tonnes proviennent pour 40.000 Tonnes de l'usine de Rond à béton d'Oran (O/DU) et 200.000 Tonnes importées de l'Etranger en attendant la mise en marche du laminoir à filet rond (LFR) de Annaba pour 1977.

2. - Adapter nos connaissances théoriques à des problèmes pratiques se posant à nos industries naissantes et essayer d'apporter notre modeste contribution à ce processus de développement de notre pays.

1. - P R E S E N T A T I O N

D U

P R O B L E M E

1.1. - Description de l'usine d'Oran ;

La S.N.S. dispose d'une unité semi-intégrée pour la production de Rond à Béton, à Oran.

Cette usine a été construite en 1940 et sa capacité actuelle est d'environ 45.000 Tonnes par an.

Les différentes sections de l'usine sont les suivantes :

1.1.1. - Section de Stockage

L'usine comprend un parc de stockage de ferraille provenant de la récupération sur le marché local. Dans ce parc, des grues et d'autres équipements sont utilisés pour la préparation de ferraille homogène. L'enfournement de cette dernière se fait par une machine de chargement.

1.1.2. - Section Acierie

L'acier se fait dans un four SIEMENS-MARTIN de 30 Tonnes utilisant un mélange de mazout et de gaz naturel, le four fonctionne avec des charges de ferraille locale et de fonte provenant du Complexe d'El-Hadjar. La composition de la charge pour chaque coulée et comme suit :

- Ferraille 25 Tonnes
- Fonte 10 Tonnes
- Manganèse 0,560 Tonnes
- Ferro-Silicium 0,150 Tonnes

On ajoute 10 Kgs par coulée, d'aluminium dans la poche de coulée pour la production d'acier calmé.

Le four donne 3 coulées par 24 Heures, une par poste de travail de 8 heures. Il est, cependant, possible d'arriver à 4 coulées par jour, à la fin de chaque série de 3 jours.

Un arrêt de four d'environ 4 mois a lieu tous les 18 mois pour effectuer le gros entretien.

1.1.3. - Section coulée ;

La coulée a lieu dans une poche de 30 Tonnes. Cette poche alimente des lingotières destinées à produire des lingots de 155 Kgs environ ayant pour dimension 120 mm X 120 mm.

1.1.4. - Section laminoir ;

Cette section comprend un four de chauffage d'une capacité de 10 Tonnes/Heure, et un train de laminage produisant des ronds à béton de 10 à 25 mm de diamètre.

Le train de laminage comprend 12 cages réparties ainsi :

- a) - Une cage (N°1) trio avec un diamètre de cylindre de 450mm. L'opération se fait ici en cinq passes afin de réduire les lingots aux dimensions suivantes : 18X58mm. La puissance du moteur est de 425cv. Pour le laminage des billettes de 80X80mm une seule passe suffit.
- b) - Une cage (N°2) trio avec un diamètre de cylindre de 375mm.
L'opération se fait ici en trois passes afin de produire des billettes de 46X46mm² destinées à la fabrication des ronds de 12 à 20mm.
Avec cinq passes, l'opération conduit à des billettes 37X37mm² destinées à la fabrication des ronds de 10mm de diamètre. La puissance du moteur de cette cage est de 550cv.
- c) - Un train continu, comprend 6 cages duo avec un diamètre de cylindre de 260mm. La puissance du moteur est de 1000 cv. Ce dernier est équipé de réducteur et de changement de vitesse pour chaque cage.
- d) - Quatre cages finisseuses avec un diamètre de cylindre de 260mm. Chaque deux cages disposent d'un moteur de 325cv.
L'axe des cages est perpendiculaires à la direction du laminage. Les cages sont à une seule passe disposées en zig-zag.

L'entrée des Ronds se fait par guide entre la première, la deuxième et la troisième cage. Entre la troisième et la quatrième celle est effectuée à la main.

D'autre part, la section laminoir comprend un lit pour le refroidissement du produit et une scie coupant des longueurs de 36 mètres. Une autre scie permet d'avoir des longueurs de 12 mètres ou des longueurs suivant demande du Client.

1.2. - Le Circuit de distribution ;

Le Département Ventes Intérieures (V.E.I) du Groupe Commercial comprend :

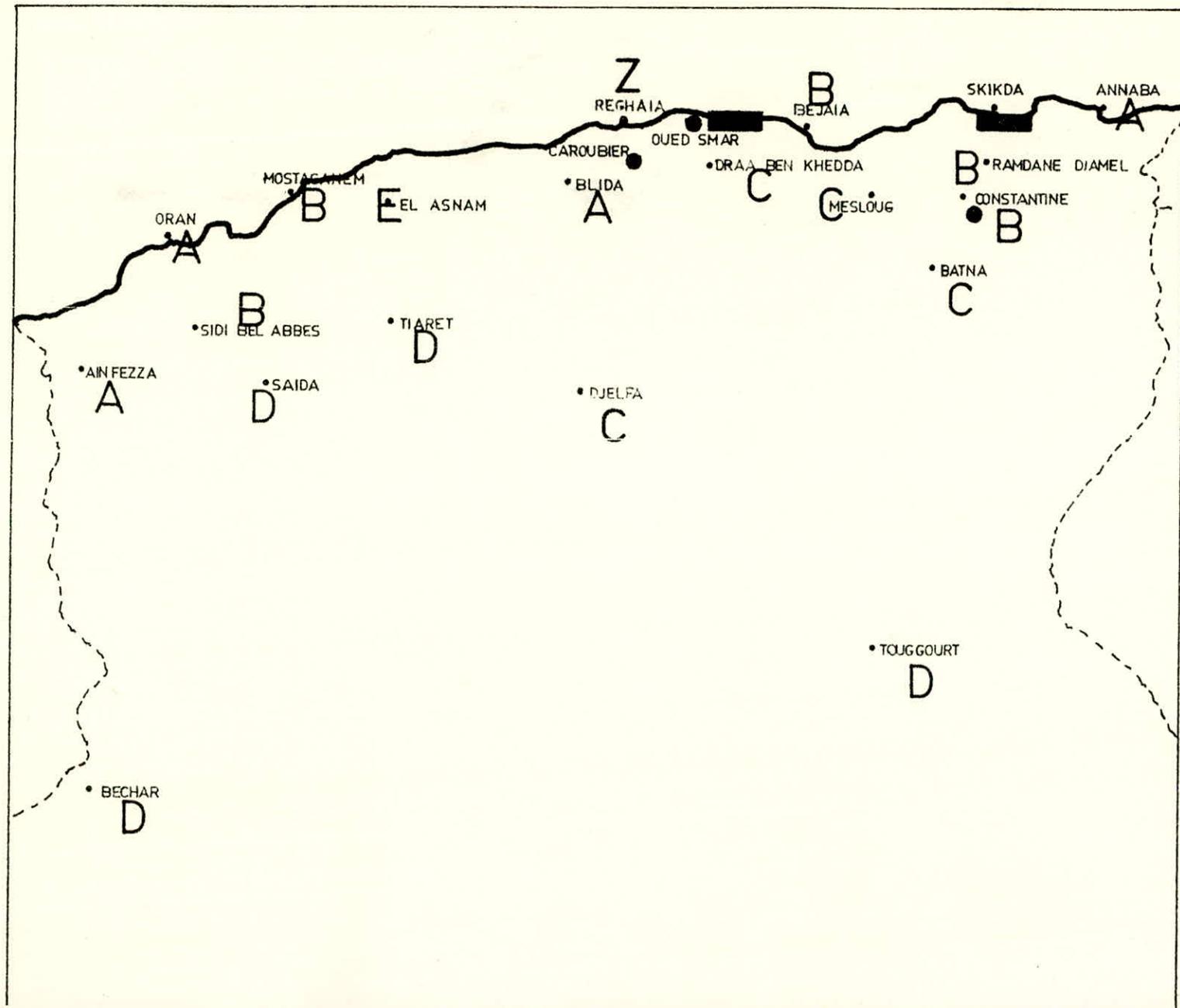
Trois directions régionales à travers le pays - EST-OUEST-CENTRE est chargé de la satisfaction de la demande intérieure en produits Sidérurgiques. Structure interlocutrice de la clientèle nationale, elle en prévoit, en saisit et en discute les besoins, pour les satisfaire de deux manières principales :

- Sur stock pour tous les produits sidérurgiques qui sont tenus en stock dans les trois dépôts centraux et les dépôts locaux du réseau de distribution ;
- Sur commandes : directes pour le reste ;
- La commercialisation du Rond à béton.
Elle se fait à partir des stocks soit à partir des parcs locaux ou centraux sauf pour des commandes massives ou on établit une commande directe.
- Circuit de commande.

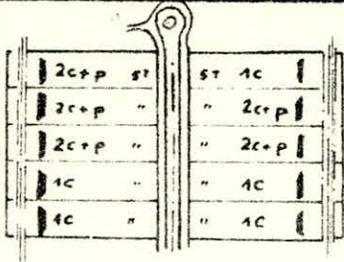
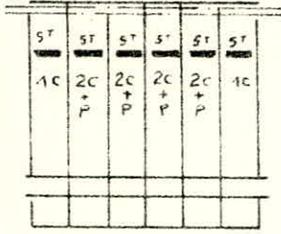
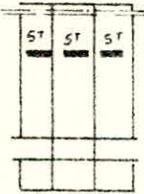
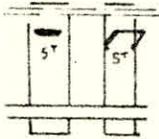
La commande stock établie au niveau de la région est transmise au Service Central de Gestion Commerciale qui la transmet au Service Programme. Ce dernier décide si elle doit aller à l'usine ou à l'Importation. Le programme de l'usine étant établie suffisamment à l'avance.

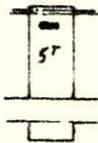
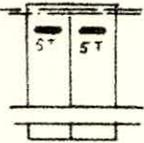
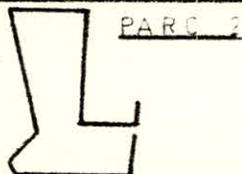
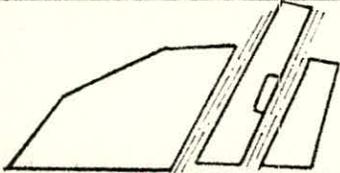
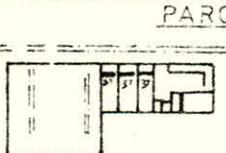
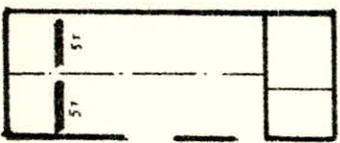
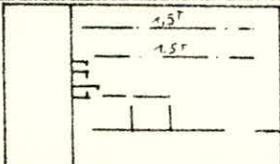
6

RESEAU DE DISTRIBUTION S.N.S





Type	Structure	Caractéristiques.Lieu	Capacité
 DEPOT CENTRAL		<u>REGHAIA</u> 5 Halls de 255 x 24 = <u>30 600 m²</u>	58600T
 DEPOTS ENTRAUX		<u>ORAN ANNABA</u> <u>BLIDA</u> 6 Halls de 150 x 24 = <u>21 600 m²</u>	38000T
 DEPOTS LOCAUX		<u>CONSTANTINE</u> <u>RAMDANE DJAMEL</u> <u>SIDI BEL ABBES</u> <u>BEJIA MOSTAGANEM</u> de 150 x 24 = 3 halls <u>10 800 m²</u>	19000T
 DEPOTS LOCAUX		<u>DRAA B. KHEDDA</u> <u>MESLOUG</u> <u>DJELFA - BATNA</u> <u>A. FEZZA</u> 1 Hall de 90 x 24 1 Surf Ext de 90 x 20 <u>39 60 m²</u>	8700T

TYPE	Structure	Caractéristiques.Lieu	Capacité
D DEPOTS LOCAUX		BECHAR TIARET SAIDA TOUGGOURT 1 hall de $90 \times 24 =$ <u>$2160 m^2$</u>	3240T
E DEPOTS LOCAUX		EL ASNAM 2 Halls de $90 \times 24 =$ <u>$4320 m^2$</u>	6480T
PARCS CONVENTION		<u>OUED SMAR</u> Surface $40\ 000 m^2$	20 000T
		<u>SKIKDA</u> Surface Couv <u>$1000 m^2$</u> Surface Découverte <u>$57\ 250 m^2$</u>	35200T
PARCS SPECIAUSES		<u>OUED SMAR</u> Surf Couv <u>$4230 m^2$</u> Surf Découv <u>$10\ 000 m^2$</u>	25000T
		<u>CAROUBIER</u> Surf Couv <u>$5800 m^2$</u> Surf Découverte <u>$450 m^2$</u>	7600T
		<u>CONSTANTINE</u> Surf Couv <u>$637 m^2$</u> Surf Découv <u>$164 m^2$</u>	480T

Pour l'importation, le placement fait, la commande réalisée, embarquée, elle arrive au port de destination ou on établit un Bon d'entrée au Port de la marchandise. Après quoi elle transite au Port ou elle est prise en charge pour le Shipping jusqu'à livraison vers la région.

1.3.- Les Produits considérés : Rond à béton lisse et Haute Adhérence ;

1.3.1. - Rond à béton lisse ;

a) - Def : Confusion à éviter.

Le Terme "acier pour béton armé" désigne l'acier utilisé en liaison avec le béton, de manière à supporter en commun des forces intervenant dans la construction. Des Ronds lisses laminés à chaud peuvent se présenter en barres droites ou en couronnes (pour les diamètres $\leq 8\text{mm}$) qui sont désignés sous le Nom de "Fil machine".

b) - Etat Final

Les Ronds lisse pour Béton armé sont livrés bruts de laminage en barres droites de longueur commerciale courante de 6 à 12m environ à préciser à la commandes. Leur conditionnement pour le transport peut-être demandé soit :

- en paquets de 100 à 200 Kg ;
- en paquets assemblés en fardeaux de 1-2 ou 3 T. ou plus l'échantillon lui-même est indiqué simplement par le diamètre nominal.

c) - Dimenssions ;

Les diamètres nominaux normalisés par SNS sont :

5-6-8-10-12-14-16-20-25-32-40mm.

- d) - Nuances qualités ; Les qualités d'acier intéressant ce produit est définie par la norme :
-----NFA 35015
sous les appellations Fe E22 - Fe E22 - Fe E34.
Ses tolérances sur diamètre et longueur sont également définies par la norme ci-dessus :
- e) - Unités-Poids. Les catalogues indiquant le poids au mètre. L'unité d'achat est la Tonne , et l'unité de Vente le Kilo.
- f) - Principales utilisations. Utilisé pour l'armature des poteaux, portes et planches en béton armé dans le bâtiment, et dans l'armature de tous les ouvrages autres-ponts, barrages etc... également en béton armé.

CODE SNS		PRIX
----------	--	------

1.3.2. - Rond à béton Haute adhérence ;

Généralités :

Code SNS 07 H02

Désignation commerciale : Acier créal ;

Nature : Acier matériellement dur laminé à chaud ;

Elaboration : Acier élaboré au four martin basique
(semi-clamé)

a) - Caractères géométriques ;

Aspect :

L'acier créal se présente sous la forme d'un Rond muni de deux (2) nerves longitudinales et de deux (2) séries de $\frac{1}{2}$ nervue, munies de verrous, perpendiculaires à l'axe de la barre qui viennent mourir sur les nervues longitudinales.

Diamètres nominaux, sections nominales, poids au mètre.

NUMERO	546 T	547 U	549 W	551 Z	554	556 E
Diamètre nominal mm	10	12	14	16	20	25
Section nominale cm ²	0,785	1,131	1,539	2,011	3,142	4,909
Masse métrique Kg/m						
Minimal	0,556	0,810	1,135	1,480	2,340	3,700
Nominal	0,617	0,880	1,208	1,578	2,466	3,854
Maximal	0,680	0,960	1,285	1,680	2,590	4,00

b) - Caractères mécaniques ;

Caractères quantitatifs :

Diamètre nominal mm	$d \leq 20$	$d=25$
Limite d'élasticité σ'_{eg} Kgf/cm ² *	4.200	4.000
Resistance à la traction σ'_{arg} Kgf/cm ² *	4.850	4.850
Allongement, minimum de : rupture ϵ'_{arg} %	14	14

• 1 Kgf/cm² = 0,98 bar

σ'_{eg} et σ'_{arg} sont déterminés en prenant en considération la section nominale.

σ'_{arg} est mesuré sur la longueur initiale égale à cinq fois le diamètre nominal de la barre.

Caractères qualitatifs :

Diamètre nominal du Rond mm	$\phi \leq 12$	$12 < \phi \leq 16$	$16 < \phi \leq 25$
Diamètre minimal du mandrin pour essai de pliage à 180° effectué à 20°C	2,5 ϕ	3 ϕ	3,5 ϕ
Diamètre minimal du mandrin pour essai de pliage, dépliage effectué à 20°C	5 ϕ	6 ϕ	8 ϕ

Caractères d'adhérence :

Coeff. de fissuration : $\pi = 1,6$

Coeff. de scillement $\pi d = \sqrt{2}$

Limite d'élasticité : (à prendre en compte dans les calculs de résistance :

$\phi \leq 20$: $\sigma'_{ak} = 4.200$ Kgf/cm²

$\phi > 25$: $\sigma'_{ak} = 4.000$ Kgf/cm²

- c) - Longueurs courantes ;

6 à 12 mètre en barres droites, la tolérance de longueur étant de ± 100 mm pour des longueurs différentes de celles indiquées ci-dessus sur commandes après consultation.

d) - Conditionnement ;

Les barres à haute adhérence se présente en fardeaux de trois (3) tonnes munis d'étiquettes métalliques indiquant :

- » Le diamètre nominal des barres ;
- » L'origine ;
- » La date et le Numéro de la coulée ;
- » Le poids du fardeau.

1.4. - Gestion Intégrée de la production et des Stocks ;

Le but de notre étude peut se résumer de la manière suivante :

- 1° - gérer les stocks d'une manière optimale en fonction de la qualité de Service rendue au Client ;
- 2° - lier cette gestion à la programmation de l'usine en essayant d'adapter réapprovisionnement du stock avec production de l'usine ;
- 3° - étudier les coût qu'engendrerait un changement du programme de fabrication de l'usine et ceci, si à un certain moment et pour un échantillon on risque de tomber en rupture avant l'arrivée de la commande de réapprovisionnement; alors on envisage d'agir sur l'usine en l'amenant à ce diamètre avant date (c'est-à-dire avant la date à laquelle il était programmé) et ceci à la place d'un autre échantillon pour lequel on est, sinon en surstock, du moins couvert pour une certaine période.

- Pour cela, on doit avoir : un modèle de prévision des Ventes avec si possible pour chaque mois T la demande prévue d_m et l'écart sur la demande σ_m ;
- Un délai moyen d_m avec un écart σ_d servant pour le réapprovisionnement ;
- Un modèle de Gestion des Stocks avec ses formules de calcul et ceci en fonction de la qualité de service requise ;
- Les contraintes de Production de l'Usine d'Oran et le Programme de Laminage optimal en fonction de ces contraintes.

2. - SIMULATION DE LA DEMANDE
ET
GESTION DES STOCKS SIMPLE .

2.1. - DETERMINATION D'UN
MODELE DE PREVISION
DE LA DEMANDE

Modèles de Prévisions;

Il existe plusieurs modèles de prévision cependant, le principe reste 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 $\hat{x}_{t,t+\theta}$ faite en t pour les dates à venir $t+\theta$ ($\theta = 1, \dots, n$) est trouvée par extrapolation des informations contenues dans la chronique.

Le modèle peut-être Stationnaire, Linéaire ou Saisonnier.

2.1.1. - Prévision à l'aide de la moyenne mobile

La moyenne mobile à n mois consiste à faire la moyenne pondérée des n derniers mois et de considérer cette moyenne comme la prévision pour le mois $(n + \theta)$.

L'âge de cette moyenne est égale au nombre de mois pris en compte + le nombre de mois sur lesquels on projette cette moyenne le tout divisé par deux (2).

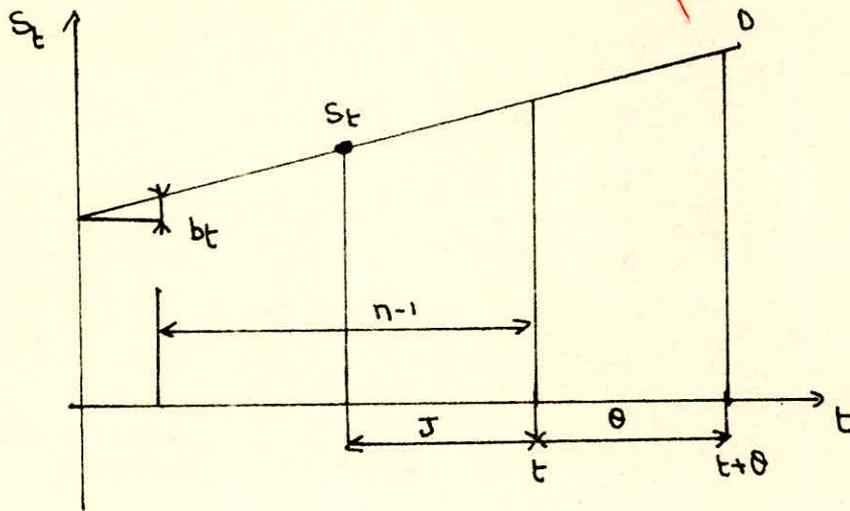
C'est-à-dire dans notre cas, l'âge de $S_{t, t+\theta}$ est égal à $\frac{n+\theta}{2}$ pris à partir du temps $t+\theta$ et est égal à

$\frac{n-\theta}{2}$ pris à partir du temps t .

d'où une moyenne mobile sur 12 mois et où $\theta = 1$ à un un âge moyen de 5,5 mois.

Lorsqu'on peut dégager une tendance générale, il faut : Exprimer cette tendance dans le calcul de la prévision

On aura :



D: droite de tendance b_t

J: âge de la moyenne mobile S_t

Il faut exprimer de $\hat{x}_{t,t+\theta}$ appartient à la droite de tendance

$$\hat{x}_{t,t+\theta} = S_t + (\theta + \delta) b_t.$$

On calcule b_t par la formule :

$$b_{t,t+1} = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{\frac{n}{2}+1}^n v_i - \sum_n^{n/2} v_i \right)$$

$$S_{t,t+1} = \frac{1}{12} \sum_{i=t-n+1}^t v_i$$

$$\hat{x}_{t,t+1} = S_{t,t+1} + (5,5 + \theta) b_{t,t+1}$$

A1. Modèle Stationnaire (Sans Variation Saisonnière, Sans Tendance)

C'est le modèle le plus simple, il suffit de conserver les 12 dernières ventes et la vente prévue pour le 13^{ème} mois sera:

$$\hat{X}_{12,13} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} V_i = \frac{1}{12} V_{t-11} + \dots + \frac{1}{12} V_t$$

$$\hat{X}_{t,t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t V_i \quad (\text{on donne le même poids aux ventes passées})$$

V_i : vente du mois i

$\hat{X}_{t,t+1}$: prévision faite le mois t pour le mois $t+1$.

A2. Modèle Linéaire (avec Tendance, Sans Variation)

Le problème revient à extraire la tendance générale, pour cela il faut considérer les 12 derniers mois de vente.

La tendance sera:

$$b_{t,t+1} = \frac{1}{36} \left(\sum_{i=7}^{12} V_i - \sum_{i=1}^6 V_i \right) \quad \text{: c'est la tendance à } t-5,5$$

$$\hat{X}_{t,t+1}^* = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} V_i$$

$$\hat{X}_{t,t+1} = \hat{X}_{t,t+1}^* + 5,5 b_{t,t+1}$$

A3. Modèle Linéaire avec Tendance + Variations Saisonnières

Le problème est en premier lieu de déterminer les variations saisonnières si elles existent; pour cela on a besoin de 24 mois d'historique.

a. Calcul des Coefficients saisonniers de départ.

Pour cela, on a besoin de 24 mois d'Histoire.

On prend les 12 premiers mois. $t = 1, \dots, 12$, $i = 1$ (1^{ère} année)

On a la moyenne des ventes de l'année m_1 .

$$m_1 = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} V_t$$

et on calcule pour chaque mois, le coefficient correspondant en faisant le rapport = $\frac{\text{vente du mois}}{\text{moyenne des ventes de l'année}} = \frac{V_t}{m_1} = C_t$

On a donc 12 coefficients saisonniers avec

$$\frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} C_{t,1} = 1$$

idem pour la 2^{ème} Année et on a : $\frac{1}{12} \sum_{t=13}^{24} C_{t,2} = 1$

et on calcule les 12 coefficients de départ en faisant la moyenne deux par deux des coefficients. d'où :

$$C_1 = \frac{C_{t,1} + C_{t,2}}{2}$$

⋮

$$C_{12} = \frac{C_{t,1} + C_{t,2}}{2}$$

b. Calcul de la Préviation :

- On a en mémoire 12 coefficients saisonniers et les 12 dernières Ventes.

• Calcul de la Préviation désaisonnalisée :

- Calcul de la Tendance :

$$b_{t,t+1} = \frac{1}{36} \left(\sum_{t-5}^t v_t - \sum_{t-11}^{t-6} v_t \right)$$

- Préviation

$$\hat{X}_{t,t+1}^* = \frac{1}{12} \sum_{t-11}^t v_t + 5,5 b_{t,t+1}$$

• Calcul de la Préviation avec Variations Saisonnières :

$$X_{t,t+1} = \hat{X}_{t,t+1}^* \cdot C_t$$

c. Mise à jour des coefficients Saisonniers -

- Calcul du nouveau Coefficient Saisonnier :

$$C_{t+12} = \frac{v_{t+1}}{\hat{X}_{t,t+1}}$$

- Correction d'autres Coefficients :

$$\text{Nouveau } C_t = \text{Ancien } C_t \times \frac{12 - C_t}{12 - C_{t+12}}$$

2.1.2. - Prévision par lissage Exponentiel des données :

- L'utilisation de la moyenne mobile est très pratique pour un calcul manuel mais elle devient très difficile avec l'emploi d'un ordinateur car il faudrait conserver toujours en mémoire les douzes dernières ventes alors que dans le cas du lissage il n'est nécessaire de conserver que la dernière moyenne lissée.
- La méthode consiste à pondérer l'observation la plus récente par le coefficient (α) et la moyenne pondérée précédente par le coef. $(1-\alpha)$ ayant de faire la somme de ces deux (2) quantités.
- La prévision par moyenne mobile revient à donner le même poids à tous les mois pris pour calculer cette moyenne. Alors que pour le lissage exponentiel, les poids seront fonction de la valeur de (α) et la pondération se fera comme suit :

M O I S	POIDS CORRESPONDANT
Mois courant (M_t)	α
$M_t - 1$	$\alpha(1 - \alpha)$
$M_t - 2$	$\alpha(1 - \alpha)^2$
$M_t - h$	$\alpha(1 - \alpha)^h$

ce qui revient à pondérer chaque mois M_{t-i} par le poids $\alpha_i = (1-\alpha)^i$

de même que l'on diminue la sensibilité de la prévision devant des variations aléatoires en augmentant le nombre de mois rentrant dans la moyenne mobile, de même en sera-t-il avec le lissage en exponentiel en diminuant la valeur de α ; l'expérience prouve qu'il existe une relation entre α et N (nombre de mois entrant dans le calcul de la moyenne mobile correspondants).

Cette relation est donnée par les valeurs de α et N conduisant aux mêmes erreurs.

la relation est : $\alpha = \frac{2}{N+1}$, $N = \frac{2-\alpha}{\alpha}$

C'est-à-dire qu'un lissage avec $\alpha = 0,5$ correspond à prendre à prendre une moyenne mobile sur 3 mois.

$\alpha = 0,5$, $N = 3$

$\alpha = 0,4$, $N = 4$ moyenne mobile sur 4 mois

$\alpha = 0,1$, $N = 18$ moyenne mobile sur 18 mois

2.1.3. - Modèle stationnaire (sans var. sais. sans tendance)

Le problème revient à fixer une valeur de α et de faire la prévision comme suit :

$$\hat{X}_{t,t+1} = \alpha V_t + (1-\alpha) \hat{X}_{t-1,t}$$

avec :

$\hat{X}_{t,t+1}$ = Prévision faite le mois t pour le mois $t+1$
 V_t = Vente enregistrée à la fin du mois t .

L'amorçage des prévisions se fera en prenant comme première prévision la moyenne mobile des 12 premiers mois de l'historique et la prévision commencera à partir du 13ème mois.

C'est-à-dire

$$\hat{X}_{12,13} = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} V_t$$

2.1.4. - Modèle Linéaire avec tendance sans variation saisonnières

Dans ce cas, la prévision se fera en tenant compte de la tendance générale des Ventes.

Formules de Prévision :

$$S_{t,t+1} = \alpha V_t + (1-\alpha) S_{t-1,t}$$

$$b_{t+1} = \alpha (S_{t,t+1} - S_{t-1,t}) + (1-\alpha) b_t$$

$$\hat{X}_{t,t+1} = S_{t,t+1} + b_{t+1} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} + 1 \right)$$

Avec :

$S_{t,t+1}$ Moyenne lissée faite le mois t pour le M/t

V_t Vente enregistrée à la fin du mois t .

b_t Tendance prévue pour le mois t .

$\hat{X}_{t,t+1}$ Prévision faite le mois t pour le mois $t+1$

$\frac{1-\alpha}{\alpha}$ Age moyen de la moyenne lissée.

α

On commencera les prévisions en prenant comme valeurs de départ :

$$b_{12} = \frac{1}{36} \left(\sum_{t=7}^{12} V_t - \sum_{t=1}^6 V_t \right)$$

$$S_{12} + \frac{1-\alpha}{\alpha} b_{12} = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} V_t + \frac{11}{2} b_{12}$$

- Calcul de l'âge moyen de la moyenne S_t obtenue par un lissage (α).

Donnons à chaque information D_i , un âge j / date t de calcul de S_t ($i = t - j$)

Calculons les coefficients a_i pondérant les informations D_i en fonction du coefficient de lissage α .

$$a_i = \alpha (1 - \alpha)^j$$

l'âge moyen sera donc égal à :

$$\hat{\text{age}} = \frac{\sum_0^{\infty} j \cdot \alpha (1 - \alpha)^j}{\sum_0^{\infty} \alpha (1 - \alpha)^j} = 1$$

$$= \sum_0^{\infty} j (1 - \alpha)^j$$

$$= \alpha (1 - \alpha) \sum_1^{\infty} j (1 - \alpha)^{j-1}$$

Posons: $\beta = 1 - \alpha$

$$= (1 - \beta) \beta \sum_1^{\infty} j (\beta)^{j-1}$$

$$= \beta (1 - \beta) \frac{\partial (\sum_1^{\infty} \beta^j)}{\partial \beta}$$

$$= \beta (1 - \beta) \frac{1}{(1 - \beta)^2} = \frac{\beta}{1 - \beta}$$

$\hat{\text{age}} = \frac{1 - \alpha}{\alpha}$
--

2.1.5. - Modèle linéaire avec tendance et variations saisonnières

Sur des produits comme le Rond à béton, on devrait s'attendre à des variations saisonnières très prononcées car la Vente du Rond est liée à l'activité du bâtiment qui est elle même liée aux conditions climatiques mais ce n'est pas le cas en Algérie car :

- Les statistiques que nous avons sont insuffisantes (encore trop de rupture de stock, et variabilités des ventes trop fortes).
- La "saisonnalité" doit être variable et dépendre comme nous l'avons dit des conditions climatiques : On risque de commettre de graves erreurs en repositionnant les périodes de "creux" et de "basses" telles que, d'une année sur l'autre.

Cependant, dans le cas de Ventes stabilisées, on pourrait déceler un semblant de Variations Saisonnières. Pour prévoir les Ventes Futures dans le cas d'un (1) modèle avec variations saisonnières, il faut dans un premier temps se fixer des coefficients saisonniers, (voir modèle avec un moyen mobile) puis voir comment varient ces coefficients saisonniers d'une année à l'autre et les corriger.

2.1.6. - Lissage avec Tendance + Variations Saisonnières;

C'est le cas le plus général où les Ventes sont sujettes à une tendance générale et à des variations périodiques.

Pour faire des prévisions dans ce cas-là, il faut disposer d'un historique assez large d'au moins 24 mois pour amorcer les Prévisions.

Amorçage des Prévisions ;

On considère nos 24 mois d'historiques et on essaie de déterminer une tendance, une saisonnalité (12 coefficients) et une moyenne désaisonnalisée.

On notera

- M_{12} Moyenne des 12 premiers mois de l'historique
- M_{24} Moyenne des 12 derniers mois de l'historique.
- C_t Coefficient Saisonniers ($t = 1,12$)
- \hat{X}_t^* Prévision désaisonnalisée
- b_{24} Tendance à 5,5mois du mois 24.
- S_{24} Prévision désaisonnalisée et détrendisée.

d'où on a

$$S_{24} = \frac{1}{2} (M_{12} + M_{24})$$

$$b_{24} = \frac{1}{12} (M_{24} - M_{12})$$

$$\hat{X}_{24,25}^* = S_{24} + (5,5) b_{24}$$

reste à connaître les douze coefficients saisonniers de départ il faut procéder de la même façon que celle employée pour les trouver à l'aide de la moyenne mobile, donc on aura nos douze coefficients;

C_{t+i} avec $i = 1,12$

FORMULES DE PREVISIONS ;

$$* \hat{X}_{t,\theta} = \hat{X}_{t,\theta}^* \cdot C_{t+\theta-12}$$

$$* \hat{X}_{t,\theta}^* = S_t + \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} + \theta \right) b_t$$

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

$$* b_t = (1-\alpha) b_{t-1} + \frac{\alpha (S_t - S_{t-1})}{C_t}$$

LISSAGE DES COEFFICIENTS SAISONNIERS ;

à (t-1) on a 12 moyennes lissées pour les coef. Saisonniers ;

à t une nouvelle valeur de la consommation X_t est connue.

on calcule nouvelle valeur (al.) du coefficient saisonnier du mois t.

$$V_t = \frac{X_t}{\hat{X}_{t-1,1}^*} \quad (\text{à } t-1 \text{ le coef. Sais. de mois } t \text{ avait une valeur lissée } C_{t-12})$$

D nouvelle valeur lissée C_t : $C_t = (1-\alpha) C_{t-12} + \alpha V_t$.

et on rectifie les onzes autres coef.

$$\text{Nveaux } C_{t-i} = \text{Ancien } C_{t-i} \left\{ \frac{12 - C_t}{12 - C_{t-12}} \right\}$$

Mais en pratique on ne réactualise pas chaque mois mais on réactualise les 12 coefficients une (1) fois par année.

TESTS DE PERFORMANCE DES MODELES ;

a) - Mesure de la qualité d'une (1) prévision : centrage et dispersion;

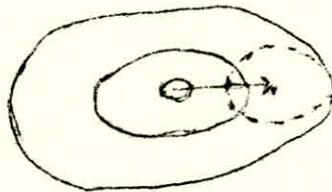
La valeur réelle de la grandeur étudiée diffère de la prévision d'où les écarts :

$$e_t = x_t - \hat{x}_{t-1,t}$$

qui forment à leur tour une chronique que l'on peut caractériser statistiquement par :

- Une moyenne
- Un écart type

La moyenne des écarts mesure le "Centrage" de la prévision et l'écart type sa "Dispersion".



faible dispersion
mauvais centrage

Une dispersion élevée conduit à maintenir un stock de Sécurité important pour obtenir une bonne qualité de service.

Un mauvais Centrage conduit soit à des ruptures nombreuses si l'on "vise trop bas", soit à des stocks importants si l'on a visé "trop haut".

ECART ALGEBRIQUE MOYEN ET ECART ABSOLU MOYEN ;

a) - Moyenne Algébrique des Ecarts ;

$$\bar{e}_{Alg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

En principe si le modèle est bien adapté, cette moyenne doit être nulle ou très faible, c'est-à-dire que les écarts se compensent.

b) - La dispersion se mesure par l'écart-type de la série constituée par les écarts e_t dont l'estimation est fournie par la formule :

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{n-1} \sum (e_i - \bar{e})^2$$

c) - Le calcul d'un (1) écart type est assez lourd, aussi une méthode couramment employée consiste à employer l'écart moyen absolu de la série :

$$E_{\text{absolu}} = \frac{1}{n} \sum |e_i|$$

Cependant il est nécessaire de relier l'écart moyen absolu à l'écart type σ qui est l'un des paramètres les plus importants intervenant dans les calculs du Stock de sécurité et on démontre que :

$$\sigma_e = 1,25 E_{\text{absolu}}$$

il faut bien voir que dans les différents modèles de la loi de demande, l'erreur :

$$e_t = \hat{x}_{t-1,t} - \hat{x}_{t-1,t} \text{ est la réalisation d'une (1)}$$

valeur dont on admet la disposition normale de moyenne \bar{e} ALG (10) et l'écart type σ_e

PREVISION DES ECARTS ;

Il est important de faire une prévision, en fonction des écarts passés, de l'écart futur entre prévision et réalisation de la demande.

L'utilité de la prévision de cet écart est double :

- Calcul de l'écart type ;
- En tirer les indicateurs qui vont servir de filtres et d'éléments d'appréciation de la plus ou moins bonne adéquation du modèle, permettant de décider s'il ya lieu d'en charger.

- Ecart moyen Absolu lissé ;

$$EAML = \frac{1}{n} \sum |e_i|$$

$$EAML_t = \alpha |e_t| + (1-\alpha) EAML_{t-1} \quad (\text{Dispersion})$$

- Ecart Algébrique moyen lissé ;

$$EAL ML = \frac{1}{n} \sum e_i$$

$$EAL ML_t = \alpha e_t + (1-\alpha) EAL ML_{t-1} \quad (\text{Centrage})$$

Cette valeur sera prise comme prévision de l'écart algébrique faite à l'instant t.

UTILISATION DU LISSAGE AUTO-ADAPTATIF

• Tracking signal;

C'est l'indicateur de décentrage du modèle de prévision par rapport à la réalité :

$$T_s = \frac{EALML_t}{EAML_t}$$

avec:

$EALML_t$ = Prévission de l'écart Algébrique moyen lissé faite le mois t pour le mois $t+1$.

$EAML_t$ = Prévission de l'écart absolu moyen lissé faite le mois t pour le mois $t+1$.

$EAML_t$ correspond à la dispersion autour du Centrage ($EALML_t$) et on admet que pour certaines valeurs de T_s ($0,15 \leq T_s \leq 0,22$); le modèle est satisfaisant sinon on change la valeur de α intervenant dans le lissage comme suit :

UTILISATION DU TRACKING-SIGNAL, LISSAGE AUTO-ADAPTATIFS

Pour $T_s < 0,15$: On calcule une nouvelle valeur de α jusqu'au minimum de 0,2 :

$$\alpha_1 = \frac{\alpha}{1 + 1,25\alpha}$$

Pour $0,15 \leq T_s \leq 0,22$: On garde α inchangé

Pour $0,22 < T_s < 0,3$

On calcule une nouvelle valeur de
jusqu'au maximum de 0,4

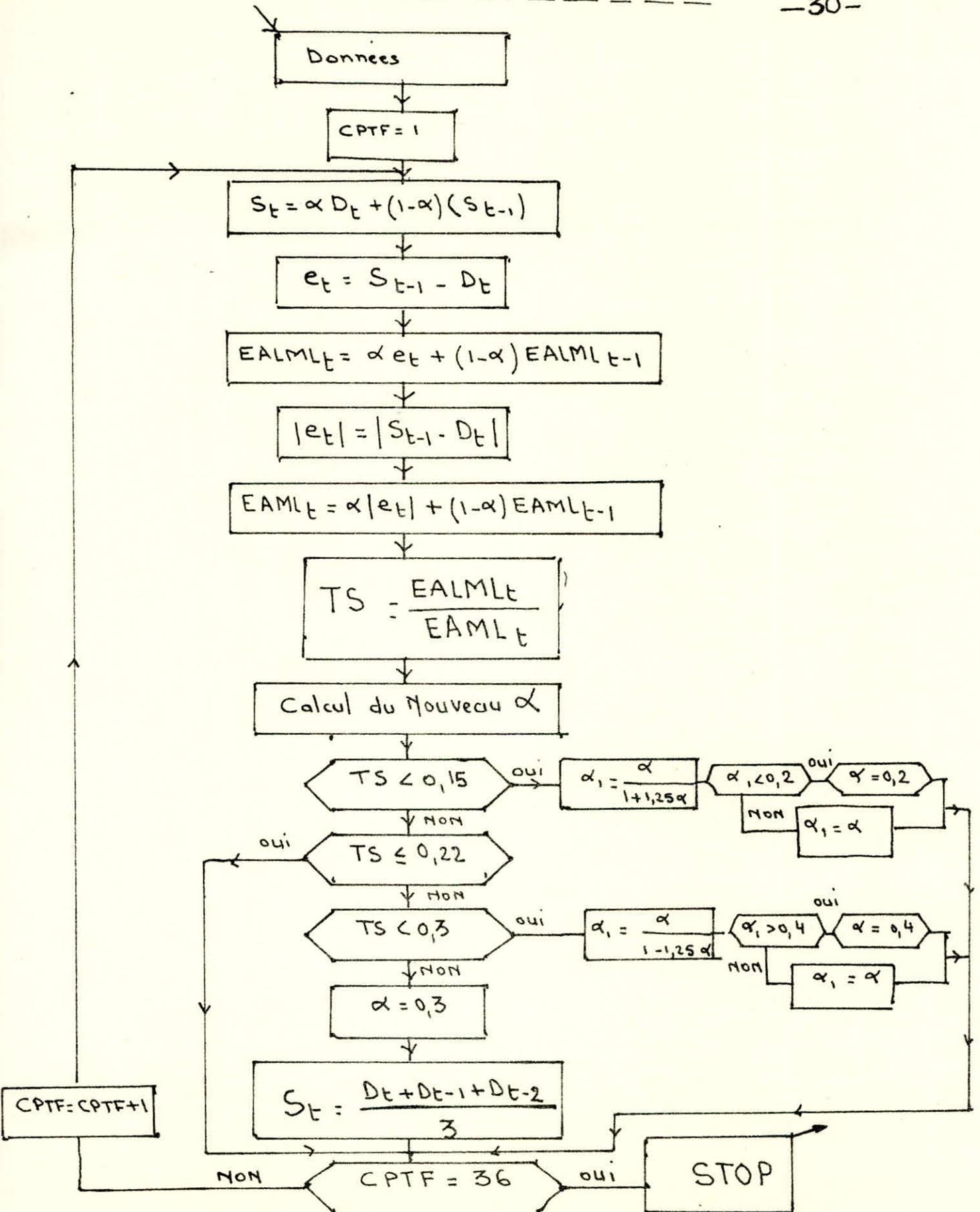
$$\alpha_{1,} = \frac{\alpha}{1-1,25\alpha}$$

Pour $T_s \geq 0,3$

Prendre $\alpha = 0,3$

Prendre pour
$$S_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2}}{3}$$

C'est-à-dire qu'on réinitialise sur le passé récent, T_s indiquant un changement significatif. Ce qui veut dire que pour le lissage auto-adaptatif il faut se fixer un α de départ puis les autres α servant pour la Préviation seront calculés automatiquement par la méthode du tracking-signal.



CAS DU ROND A BETON EN ALGERIE

Pour choisir un modèle de Prédiction de Vente pour le Rond à béton et ce pour la région d'Oran, on a utilisé les lois de prévisions décrites précédemment à savoir :

- Moyenne mobile sans tendance ;
- Moyenne mobile avec tendance ;
- Lissage avec α fixe sans tendance | $\alpha = 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ;$
- Lissage avec α fixe avec tendance | $0,5 ; 0,7 ; 0,8 ; 0,9 ;$

Lissage autoadaptif avec filtrage des valeurs α avec et sans tendance.

- Le cas des variations saisonnières n'a pas été retenu et cela à cause de la trop grande variabilité des Ventes.

Le critère de choix utilisé a été :

- 1°) - Moyenne des Ecartés relatifs ;
- 2°) - Moyenne des Ecartés absolus ;

et on choisit la méthode qui donne la plus faible écart absolu avec le plus faible écart relatif.

L'échantillon utilisé a été le 16 HA. avec 44 chiffres de Ventes représentant les Ventes réelles des 4 dernières années (71-74).

On remarquera que les Ventes ne sont pas stabilisées et qu'elles varient de 0 jusqu'à un maximum de 1.368 Tonnes.

On ne fera pas de correction des Ventes quoique les ventes à une époque (\underline{t}) ne correspondent pas obligatoirement à la demande de la même époque (\underline{t}) et ceci pour plusieurs raisons :

- a) - un client peut demander un échantillon i et on lui propose un échantillon j car en i on est en rupture de stock (ou presque en rupture) ou bien qu'on soit en surstock en j .
- b) - Il peut y avoir des Ventes perdues ou différées pour une autre époque si à ce moment (\underline{t}) on est en rupture pour un certain échantillon.

- c) - Mauvaise connaissance des besoins par le client lui-même car le client (ou l'Architecte, Entrepreneur etc...) ne voulant pas prendre de risque demande un diamètre plus gros que celui dont il a besoin.
- d) - Un client peut acheter plus que ce dont il a besoin et ceci pour se prémunir contre d'éventuelles ruptures de stock du Vendeur et ceci en cas de fréquentes ruptures.

Donc pour corriger les Ventes et essayer de connaître ce qu'aurait pu être la demande normalement, il faut tenir compte de tous ces aléas et pouvoir dire quand-est-ce qu'un client demandait un produit et on lui a donné un autre produit ou bien de voir quand le stock à $t-1$ était nul, la part de Ventes en t qui viennent de l'état de fait à $t-1$ et la part des Ventes dues à une augmentation conjonctuelle des Ventes (Lancement d'une (1) compagnie de construction etc...).

Devant l'impossibilité de pouvoir déterminer à tout moment la cause réelle d'un (1) changement dans les Ventes, on a pris comme hypothèse de départ que :

- VENTE = DEMANDE -

• Voir résultats de la simulation sur tableaux Annexes.

Cependant, on peut faire une synthèse de ces résultats et ceci en ne considérant que les méthodes utilisées avec les Ecartés Absolus et Relatifs correspondants.

On a les résultats suivants :

./././.

PREVISION AVEC TENDANCE :

VALEUR DU COEFFICIENT DE LIS-SAGE.	α fixe		Adaptif		Moyenne Mobile	
	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.
$\alpha = 0,1$	55	188	150	243	- 8	203
$\alpha = 0,2$	18	195				
$\alpha = 0,3$	13	206				
$\alpha = 0,5$	11	251				
$\alpha = 0,7$	7	320				
$\alpha = 0,8$	—	—				
$\alpha = 0,9$	2	391				

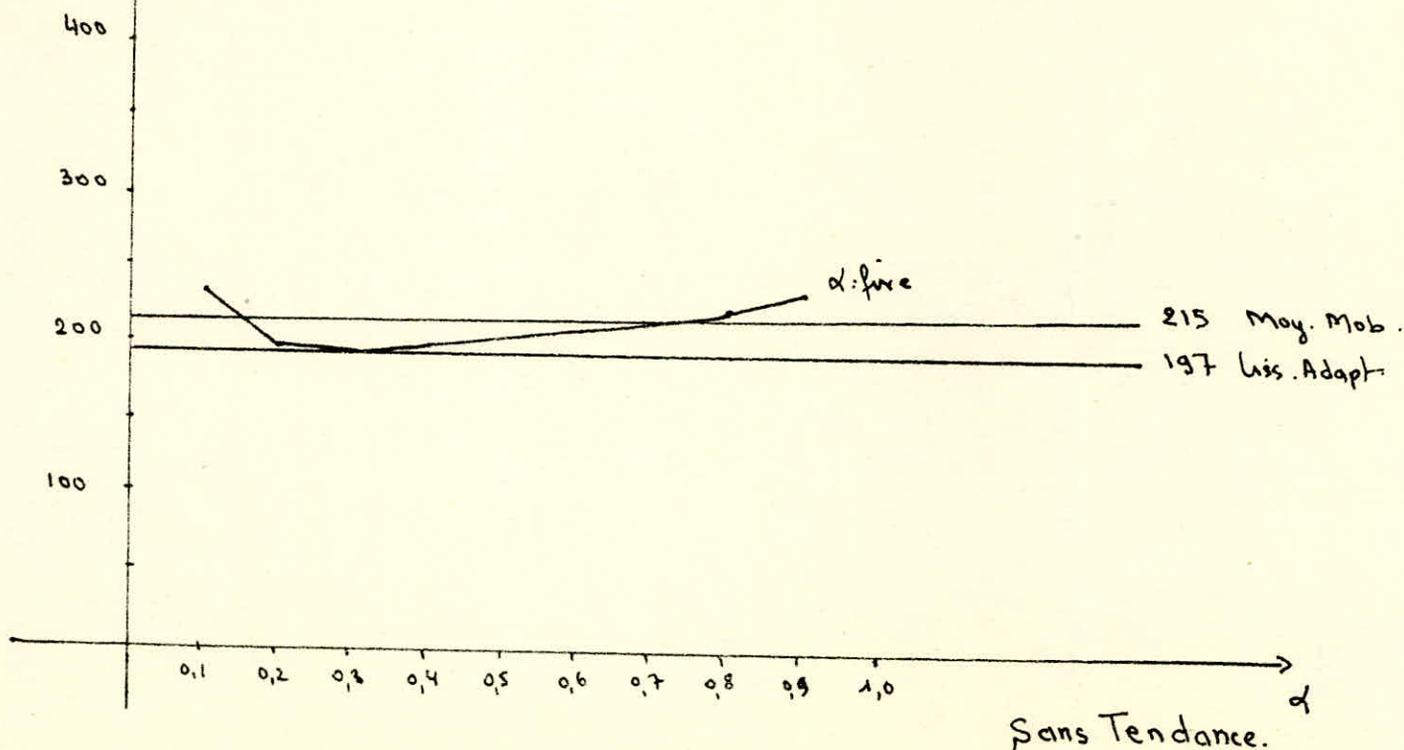
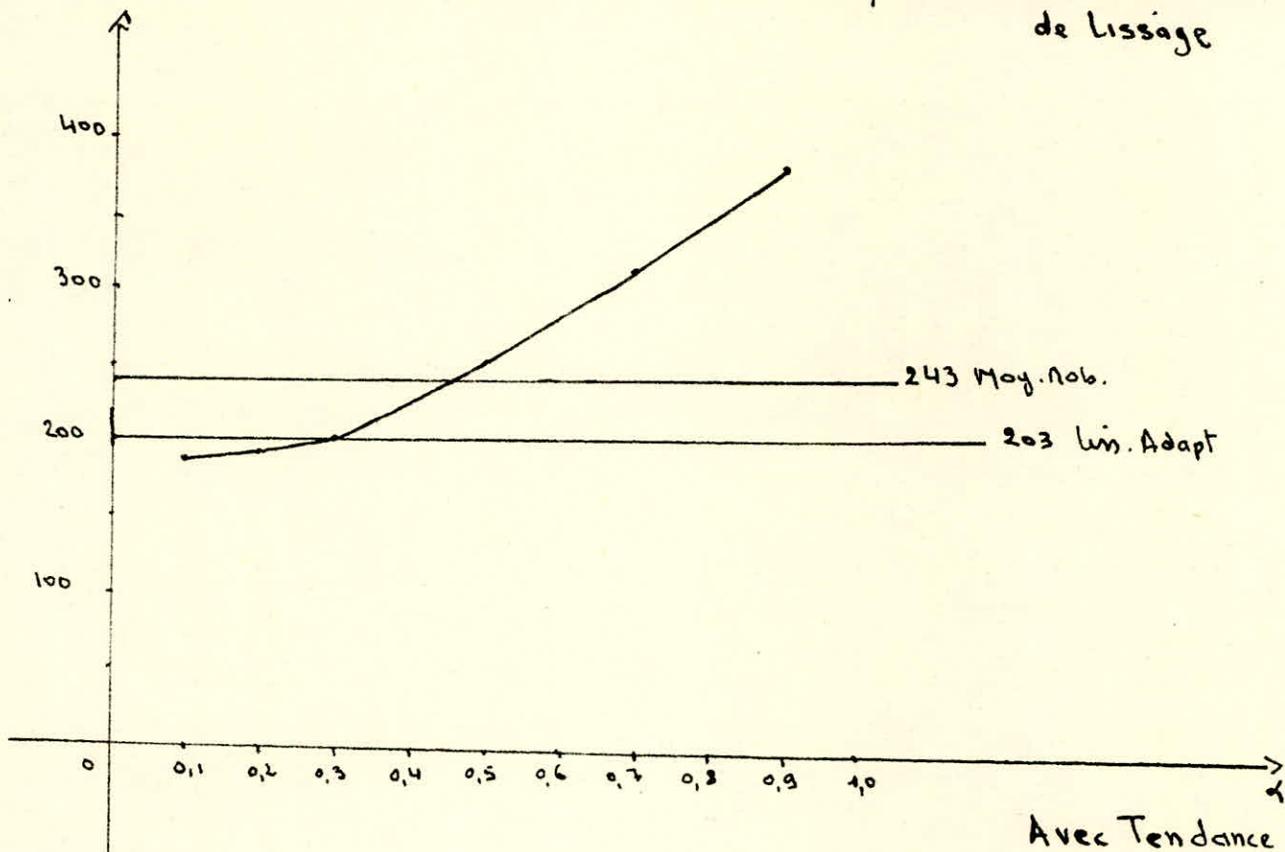
PREVISION SANS TENDANCE :

VALEUR DU COEFFICIENT DE LIS-SAGE.	fixe		Adaptif		Moyenne Mobile	
	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.	Ecart Relatif.	Ecart Absolu.
$\alpha = 0,1$	150	235	103	215	- 62	197
$\alpha = 0,2$	83	199				
$\alpha = 0,3$	57	194				
$\alpha = 0,5$	35	199				
$\alpha = 0,7$	—	—				
$\alpha = 0,8$	24	224				
$\alpha = 0,9$	21	236				

En conclusion, on peut dire que la meilleure méthode de prévision pour l'échantillon considéré est celle qui se base sur le lissage Exponentiel Autoadaptif.

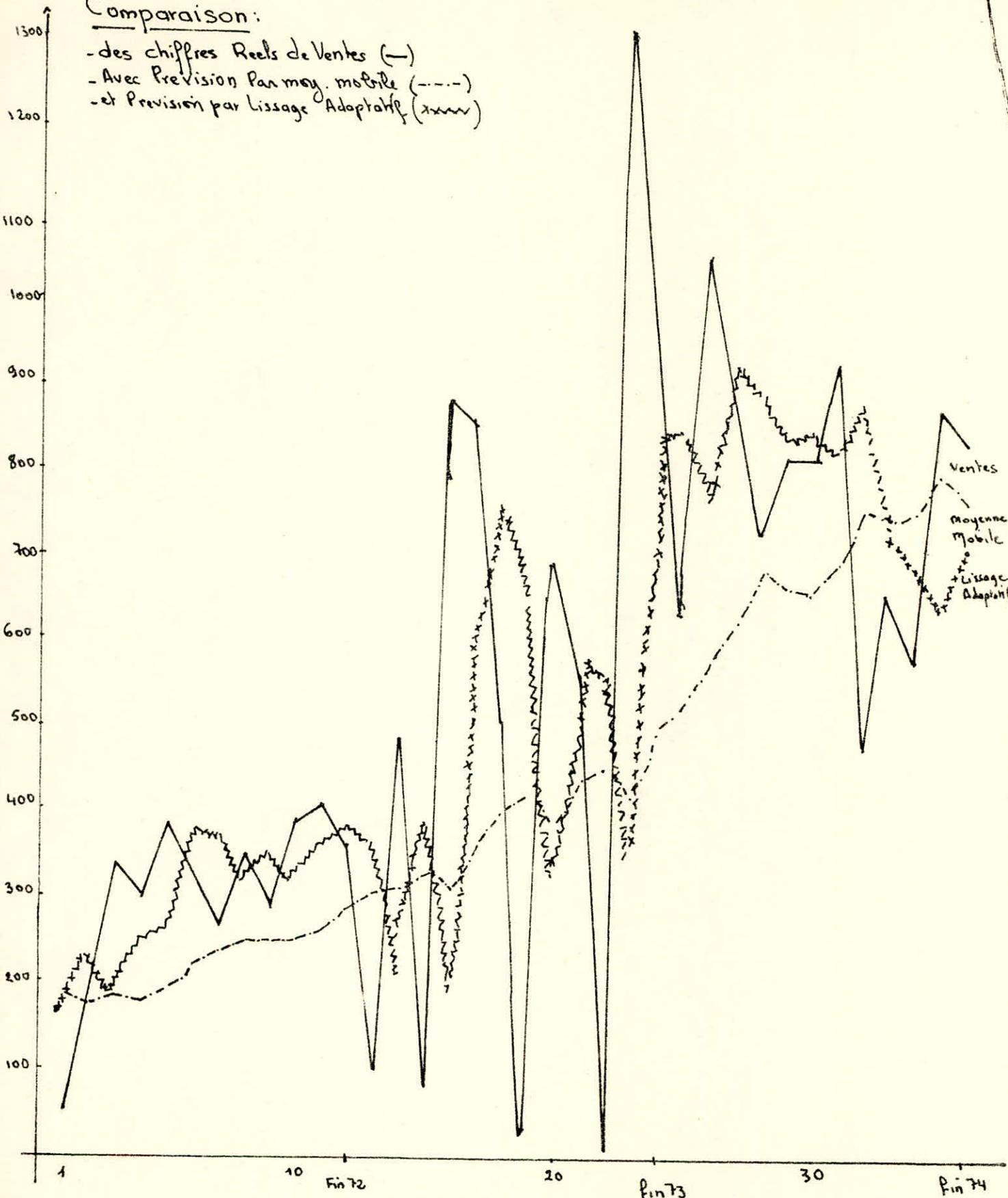
Et donc c'est la méthode qui sera utilisée pour faire les prévisions dans le modèle de fonctionnement d'une (1) région.

Variations de la moyenne des écarts absolus en fonction du choix initial du coefficient de lissage



Comparaison:

- des chiffres Reels de Ventes (—)
- Avec Prevision Par moy. mobile (-----)
- et Prevision par Lissage Adaptatif (x x x x)



2.2. - STATISTIQUE DE DELAI D'APPROVISIONNEMENT

ANALYSE EFFECTUEE

Pour déterminer le délai à l'importation nous avons préféré prendre la région d'Alger à celle d'Oran, vu que pour cette dernière le nombre de commandes à l'importation étant très faible la grosse partie de ces commandes sont réalisées à l'Usine d'Oran (O/DU).

L'échantillon pris se compose de 174 Commandes arrivées au Port d'Alger entre Juin 73 et Décembre 1974.

Il représente un tonnage global de 64.500 Tonnes environ ;

Il comprend du Rond lisse et HA et dans les différents diamètres habituellement importés.

(Voir tableau des données statistiques 1 et suite 2)

./././.

/ RESULTATS STATISTIQUES /

1. - Délai de réalisation d'une (1) commande.

Chaque commande considérée est caractérisée par un délai qui est le temps qui s'écoule entre la date de prise de commande et la date d'entrée au Port du Bateau.

On obtient un délai moyen entre ces deux (2) dates

$$\bar{d} = 8 \text{ mois}$$

Auquel il faut ajouter environ un (1) mois entre la date d'entrée au port et la réception de la commande au parc. Le délai sera pris en compte :

$$d = 9 \text{ mois}$$

2. - Influence du Tonnage sur le Délai ?

Pour l'étudier s'il ya une influence du tonnage sur le délai on va prendre le délai par le tonnage de la commande considérée on a :

• Poids moyen d'une commande $T = 366$ Tonnes

• Ecart type entre les tonnages.

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (T_i - \bar{T})^2} = 360 \text{ tonnes}$$

ECART TYPE ENTRE LES DELAIS

$\bar{d} = 8 \text{ mois}$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (d_i - \bar{d})^2} = 3 \text{ mois}$$

Coefficient de corrélation:

$$P = \frac{1}{N} \frac{\sum (d_i - \bar{d})(T_i - T)}{\sigma_d \sigma_T} = 0,57$$

Le coefficient de corrélation $f = 0,57$ donc la corrélation si elle existe n'est pas très importante.

./././.

Tableau des données Statistiques. (1)

Delai	Tonnage en Tonnes	Delai	Tonnage en Tonnes	Delai	Tonnage en Tonnes
9m	152	6m+20	80	6m+13j	499
6m+8j	367	4m+8j	311	8m+2j	205
6m+22j	864	6m+24j	588	7m+18j	451
7m+17j	654	8m+13j	50	8m+21j	1369
7m+7j	501	6m+29j	2208	6m+13j	298
7m+7j	501	5m+5j	171	5m+1j	1196
7m+9j	115	8m+18j	409	5m+2j	1008
7m+9j	492	6m+29j	41	9m+13j	493
4m+19j	915	6m+28j	122	10m+9j	1410
7m+26j	233	6m+29j	292	16m+7j	160
9m+3j	1195	8m+19j	83	10m+7j	180
5m+19j	459	8m+27j	104	7m+20j	558
5m+12j	451	5m+27j	306	11m+21j	514
5m+23j	274	6m+6j	709	8m+22j	994
7m+22j	511	12m+22j	80	9m+2j	219
5m+24j	251	11m+27j	125	9m+2j	120
4m+8j	70	6m+14j	500	13m+7j	220
7m+22j	969	6m+14j	500	5m+25j	380
6m+1j	132	6m+15j	500	5m+25j	940
4m+18j	398	4m+2j	500	13m+28j	85
4m+18j	520	4m+2j	466	12m+27j	39
4m+23j	452	4m+2j	153	13m+23j	470
4m+28j	82	8m+3j	39	20m+11j	60
8m+27j	540	6m+14j	1116	11m+12j	545
9m+13j	113	6m+18j	100	13m+18j	580
2m+22j	83	5m+24j	383	8m+7j	84
3m+15j	1055	6m+20j	249	7m+8j	28
7m+26j	140	6m+20j	887	8m+7j	409
5m+14j	438	5m+24j	92	7m+10j	650
5m+17j	716	6m+5j	361	5m+19j	1080
3m+9j	128	6m+5j	250	9m+2j	1060
6m+11j	239	10m+13j	294	13m+19j	25
5m+20j	279	8m+13j	204	14m+3j	86
3m+8j	449	5m+28j	400	8m+22j	63
13m+24j	801	8m+13j	237	6m+4j	475

Suite (2)

Delai	Tonnage en Tonnes	Delai	Tonnage en Tonnes	Delai	Tonnage. en Tonnes
10m + 24j	84	9m + 20j	52	5m + 18j	220
11m + 8j	99	9m + 27j	488	6m + 23j	180
8m + 26j	448	8m + 2j	15	4m + 20j	26
12m + 27j	209	9m + 25j	39	8m + 5j	820
8m + 26j	130	7m + 13j	181	8m + 12j	148
11m + 9j	382	7m + 25j	224	6m + 16j	668
11m + 16j	72	5m + 20j	162	7m + 3j	578
10m + 12j	152	11m + 26j	398	5m + 8j	19
7m + 1j	890	9m + 12j	30	8m + 3j	102
11m + 14j	1396	9m + 12j	50	8m + 5j	186
7m + 28j	625	4m + 27j	132	5m + 21j	119
12m + 19j	110	3m + 28j	41	6m + 4j	395
12m + 19j	51	10m + 8j	42	5m + 22j	720
9m + 25j	95	10m + 8j	42	13m + 8j	174
5m + 27j	183	12m + 6j	154	8m + 12j	80
12m + 9j	1959	6m + 21j	126	7m + 12j	135
7m + 23j	237	6m + 22j	167	7m + 17j	625
10m + 7j	787	6m + 27j	210	7m + 19j	190
8m + 8j	250	14m + 15j	651	14m + 10j	10
6m + 23j	150	5m + 20j	100	15m + 16j	65
7m + 24j	180	6m + 7j	25	14m + 21j	85
5m + 14j	114	9m + 2j	200	8m + 19j	429
8m + 28j	468	14m + 20j	130	15m + 9j	231

m = mois = 30j
j = jour

**2.3. - MODELE DE GESTION DES STOCKS SANS
LIAISON AVEC LA PROGRAMMATION DE
LA PRODUCTION**

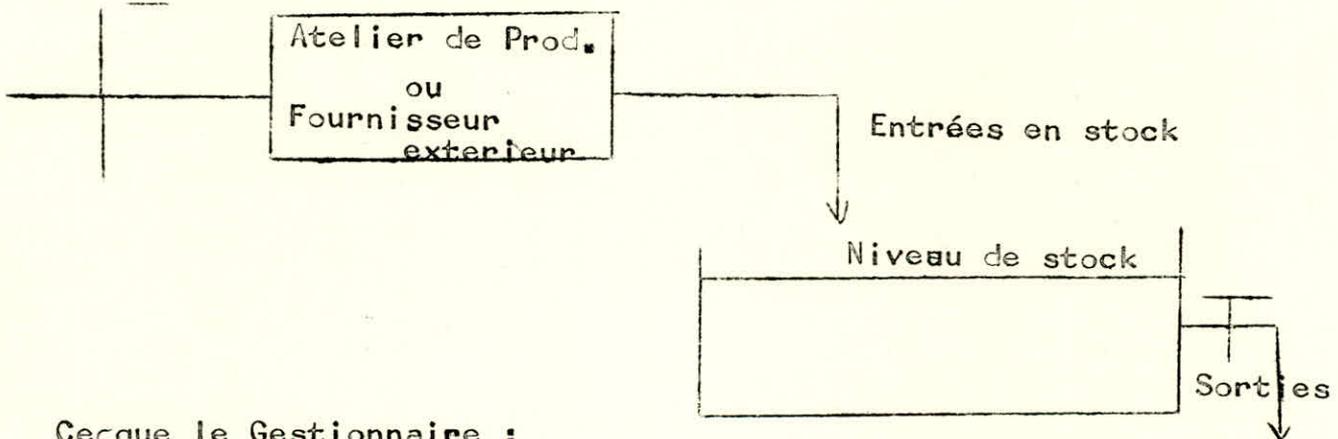
Deux (2) problèmes essentiels ont été traités à savoir délai de livraison d'une commande de réapprovisionnement et modèle de prévision des Ventes le 3eme Problème à traiter sera de relier entre eux d'un délai et Prévision de Vente dans un modèle de Gestion des Stocks et de ce fait on simulera le fonctionnement d'un (1) point de Vente sur 3 années.

2.3.1. - Généralités sur la Gestion des Stocks,

Généralités sur la G.S.

Un Schema de l'équilibre d'un stock pour nous donner une idée de ce qui est la G.S.

Décisions de réapprovisionnement



Cerque le Gestionnaire :

- doit controler : Niveau de stock (Imobilisation)
ruptures de Stock (qualité de service)
- subit : Sorties
contraintes de prod. ou du fournisseur,
(délais de réapprovisionnement, périodi-
cité et mini de commande, groupage...).
- décide : réapprovisionnement (dates et/ou quantités.)
Système d'informations (délai et périodi-
cité de connaissance de stock ; prévisions...)

Objectifs de la Gestion des Stocks

C'est concilier deux (2) points de vue contradictoires ;

- réduire les immobilisations (financier) ;
- réduire les ruptures de stock (utilisateur).

Différents modèles de G.S.

a) - Syst. ème. de réapprovisionnement sur Seuil.

Les méthodes de G.S. appartenant à cette catégorie sont caractérisées par un déclenchement d'une commande chaque fois que le stock atteint une certaine valeur minimum qu'on appelle Seuil.

Dans un tel syst. ème, une partie des fluctuations de la demande est absorbée par les variations de la périodicité des commandes. Il reste cependant à prendre en compte les fluctuations de la demande pendant le délai de livraison.

Deux (2) méthodes fréquentes :

1° - La méthode de /S, Q /

- lorsque le stock disponible (stock en magasin + reste à livrer) atteint un seuils on commande :
 - La quantité commandée Q EST une quantité fixe souvent appelée lot économique.

2° - La méthode s, S

- lorsque le stock disponible tomber en dessous d'un seuil / s / on commande :
 - La quantité commandée est une quantité variable qui fait remonter le stock disponible au niveau S :

$$Q = (S - \text{Stock disponible})$$

La différence entre ces deux (2) méthodes porte sur la variabilité de la commande : dans le premier cas cette commande est de taille fixe dans le second elle ne l'est pas.

SYSTEME DE REAPPROVISIONNEMENT PERIODIQUE

Les méthodes de gestion de stock appartenant à cette catégorie sont caractérisées par la périodicité constante des contrôles du niveau de stock.

Dans certaines méthodes, on déclenche systématiquement une commande après un contrôle, dans d'autres méthodes au contraire on ne passe une commande que si le stock disponible est, au moment de l'examen du niveau des stocks, au dessous d'un certain seuil.

1.- La méthode S,T

- on inspecte le stock à intervalles réguliers (aux dates $t, t+T, t+2T, \dots$) ;
- La quantité à commander Q est égale à la différence entre le niveau (S) de réapprovisionnement et le stock potentiellement disponible.

2.- Méthodes d'approvisionnement par lots (k, nQ, T)

- On examine le stock à intervalles réguliers $(t, t+T, t+2T, \dots)$
- si le stock disponible est supérieur ou égal à un seuil k , on ne commande rien.
- Si le stock disponible est inférieur au seuil on commande n lots (n entier) de taille Q tel que le nouveau stock disponible soit compris entre k et $k+Q$.

$$k \leq (SPD + nQ) < k+Q$$

3.- Méthode périodique à seuil (s, S, T)

- On examine le seuil à intervalles réguliers $(t, t+T, t+2T, \dots)$
- Si le stock disponible est supérieur ou égal à un seuil (s) on ne commande rien.

- Si le stock disponible est inférieur au seuil (s) en commande une quantité Q égale à la différence entre le niveau S de recombplètement et le stock potentiellement disponible.

NOTION DE STOCK DE SECURITE ;

La constitution de S.Sec. résulte de la conjonction:

- de fluctuations aléatoires (c.à.d. "imprévisibles" mais dont la distribution de probabilité est connue par l'expérience) tant de la demande des clients que des conditions d'approvisionnement des matières et des délais de fabrication.
- de la nécessité pour l'entreprise d'assurer malgré cela une certaine qualité de service à la clientèle c'est-à-dire la satisfaction de ses demandes dans un délai jugé raisonnable.
- des impératifs de bonne gestion et de trésorerie qui viennent imposer des contraintes au volume du stock ainsi constitué.
- on prendra comme formule de calcul du Stock de Sécurité :

$$S.S. = k \cdot \sigma_D \sqrt{L}$$

avec k : nombre d'écart quadratiques choisis en fonction de la qualité de Service requise.

σ_D : écart quadratique moyen entre prévision et réalisation.

$L=d+tp$: délai de livraison + Période de réapprovisionnement.

On suppose que le mois 1 on a un écart σ_1 entre prévision et réalisation

mois 2 σ_2

⋮

mois n σ_n

Si le délai était égal à 1 mois le stock de sécurité serait égal à :

$$SS = K \sigma_1$$

Or le délai est égal à L mois donc on aura

$$SS = K \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_L^2}$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 + \varepsilon_1$$

⋮

$$\sigma_L = \sigma_1 + \varepsilon_{L-1}$$

ε_1 : variation de l'écart du mois 1 au mois 2

ε_L : variation de l'écart du mois 1 au mois L

On prendra comme première estimation sur L les ε_i qui sont voisins de 0 d'où :

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_L^2$$

d'où

$$SS = K \sqrt{\underbrace{\sigma_1^2 + \sigma_1^2 + \dots + \sigma_1^2}_{L \text{ fois}}} = K \sqrt{L \sigma_1^2}$$

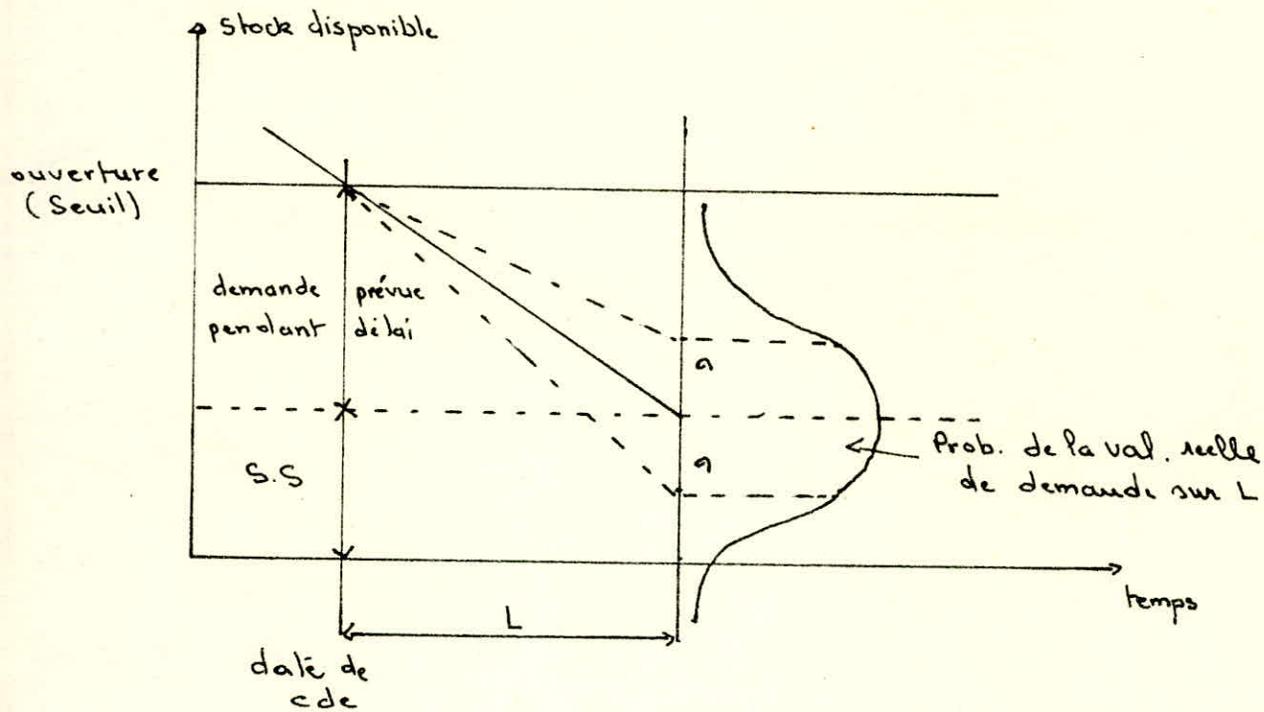
Comme $\sigma_1 \geq 0$ on aura

$$SS = K \sigma_1 \sqrt{L}$$

Notion de Couverture et Stock de Sécurité

La Couverture permet de:

- Satisfaire la demande sur L
- répondre aux aléas de demande sur L



$$S = \hat{V}_m \cdot L + K \cdot \sigma_D \sqrt{L}$$

\hat{V}_m : Prévion de vente au mois m

K : nombre d'écartz quadratiques, choisis en fonction de la qualité de service requise.

σ_D : écart quadratique moyen entre prévision et réalisation

$L = d + P$: délai de livraison + période de réapprovisionnement.

CONSTRUCTION DU MODELE DE SIMULATION
FONCTIONNEMENT D'UN POINT DE
VENTE

La "Simulation" est une technique qui fournit un moyen de tester, d'évaluer les performances, de manipuler un système proposé. Dans le cas qui nous concerne le système est un modèle de gestion intégrée de la production et des stocks. L'utilisation de l'ordinateur permet de par la rapidité d'obtention des résultats de modifier les règles et paramètres de gestion qui constituent ce modèle ; l'analyse des résultats permet d'apporter un support de démonstration aux recommandations proposées. Pour réaliser une simulation, il faut écrire le "Programme" c'est-à-dire la suite des instructions que doit exécuter le calculateur. Il existe deux langages généraux de simulation aptes à traduire à peu près tous les modèles de simulation :

S'INSCRIPT et GPSS

(package disponible à la S.N.S.).

L'avantage de l'utilisation des langages de simulation sur les langages scientifiques usuels (FORTRAN, ALGOL) est qu'on rencontre très souvent une condition difficile à exprimer dans les langages scientifiques usuels. La condition temporelle, les langages de simulations fournissent une méthode d'organisation de la mémoire qui répond à cette nécessité.

./././.

On a pris dans notre étude l'exemple de la région d'Oran et on a essayé de simuler son fonctionnement avec dans une première phase, l'hypothèse qu'il n'ya qu'un seul fournisseur.

La Vente pour la région d'Oran est donnée sous une forme de liste de 36 valeurs représentant les Ventes réelles des 36 derniers mois écoulés et le délai de réapprovisionnement est celui étudié dans le chapitre 2-2.

Le modèle utilisé s'appuie sur une gestion avec réapprovisionnement périodique (1mois) et de taille variable.

Le programme peut se décomposer en trois (3) modules assurant chacun les trois (3) fonctions suivantes :

- 1° - Ventes et Réapprovisionnement du Point de Vente ;
- 2° - Calcul de la Prévision de Vente ;
- 3° - Calcul des quantités à commander et simulation du délai de réapprovisionnement ;

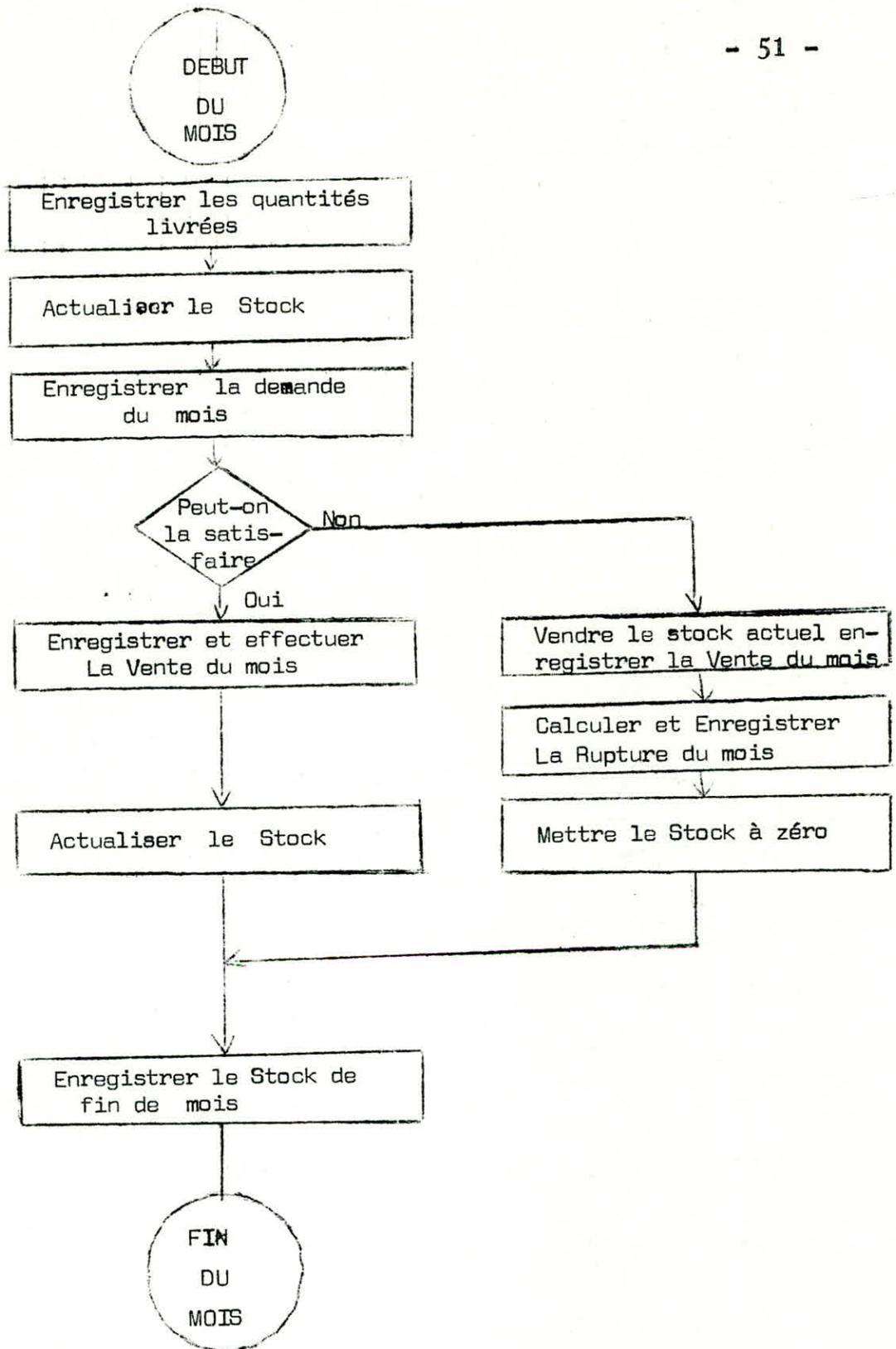
Pour l'exécution de la simulation on peut faire les hypothèses suivantes :

- 1° - l'unité de temps est le mois ;
- 2° - Il existe une demande mensuelle qui est la "Demande du mois" ;
- 3° - La Vente réalisée est la "Vente du mois" ;
- 4° - S'il ya une rupture : "Rupture du mois" ;
- 5° - Si le stock disponible ne satisfait pas à la "Demande du mois" il est quand même vendu, donc :
 - * Le stock disponible est dans ce cas le "Vente du mois" ;
 - * La différence entre la "Demande du mois" et le stock disponible chiffre la "Rupture du mois" ;

- 6° - Les "Livraisons du mois" sont disponibles à la Vente au début du mois (le 01er) à l'ouverture du magasin.
- 7° - Le "Stock Initial" représente la somme du stock fin du mois précédent et des quantités livrées ce mois ;
- 8° - Le "Stock Final" est le stock enregistré en Fin de mois (le 30) après la dernière Vente. Il est utilisé dans les calculs de réapprovisionnement ;
- 9° - Les "Attendus" représentent la somme des quantités commandées et non encore livrées à l'instant où l'on fait les calculs de réapprovisionnement ;
- 10° - Le délai dont on tient compte dans les calculs de réapprovisionnement est constitué, pour une part du délai de réapprovisionnement et pour une autre part de la période de réapprovisionnement ;
- 11° - La Prévision de Vente pour le mois t est issue directement de la méthode de prévision.

•/•/•/•

1. - MODULE DE VENTES ET REAPPROVISION-
NEMENT DU POINT DE VENTE.



1. - Pour l'exécution de ce module, il suffit en entrée de deux données externes au modèle :

- Le Stock initial du premier mois de la simulation ;
- Une Série de Ventes Passées qu'on prend dans notre cas comme la demande estimée.

et notre objectif de minimiser le stock final sans qu'il y' est à déplorer de ruptures de stock.

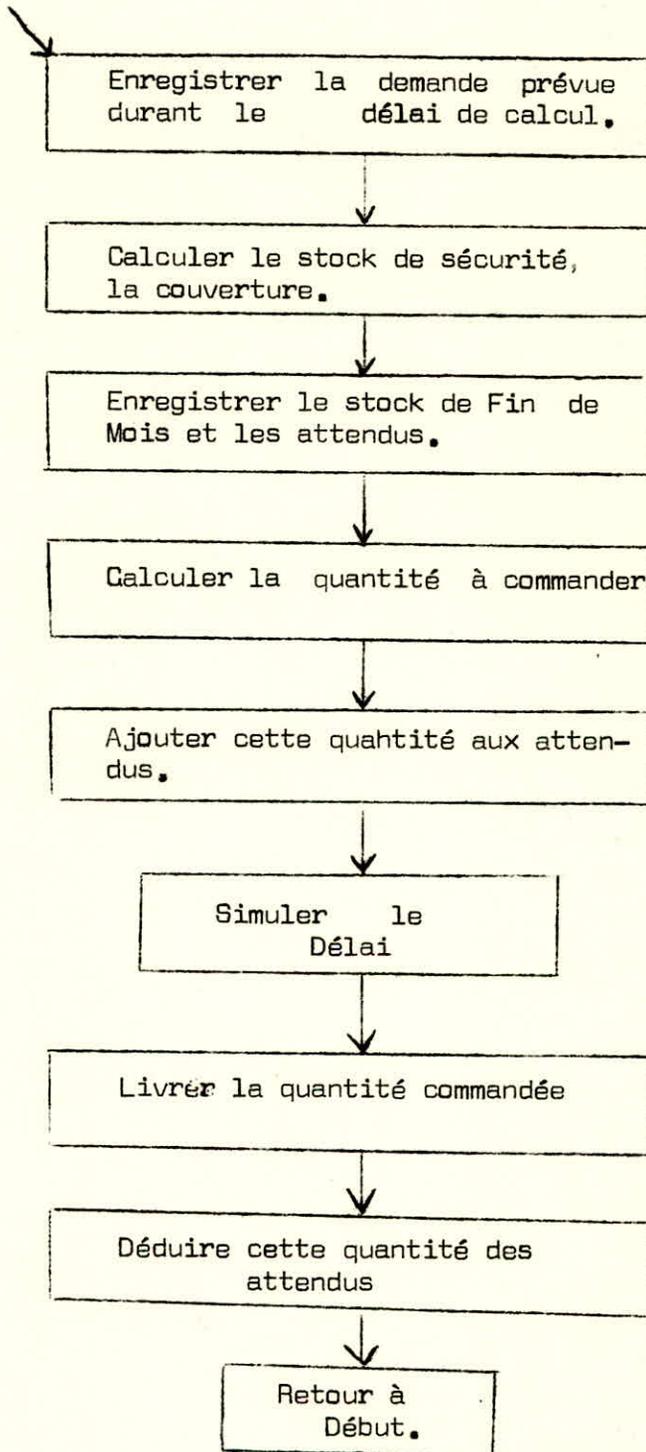
2. - Calcul de la Prévision de Vente :

Dans le paragraphe 2-1, on a adopté une loi de prévision selon certains critères, cette loi va être utilisée pour le calcul de la Prévision de Vente du mois Prochain dans le modèle.

3. - Calcul de réapprovisionnement :

././././

EXECUTION DU PROGRAMME



FORMULE DE CALCUL

$$Q = C - (\Delta + S_{\text{sta}})$$

Decomposition des éléments de calcul

S = Stock Fin de Mois

A = Attendus

C = Couverture Totale

$$C_{\text{mois}} = D_m + \delta \sigma_D + S_{\text{sec}}$$

$C = \Delta + S_{\text{sec}} =$

$$S_{\text{sec}} = \delta \sigma_m \sqrt{L} \text{ avec } \delta = 1, 2, 3$$

$\Delta =$ Demande prévue durant le délai de calcul ;

S_{sec} Stock de Sécurité

D_m = Demande prévue ce mois (Moyenne)

$\Delta = D_m \times L$

$\sigma_m =$ Ecart de Demande $i = 1, 2, 5$ EAML

L = Délai utilisé dans les calculs de réapprovisionnement ;

L = d + p

P = Période de réapprovisionnement = 1 mois

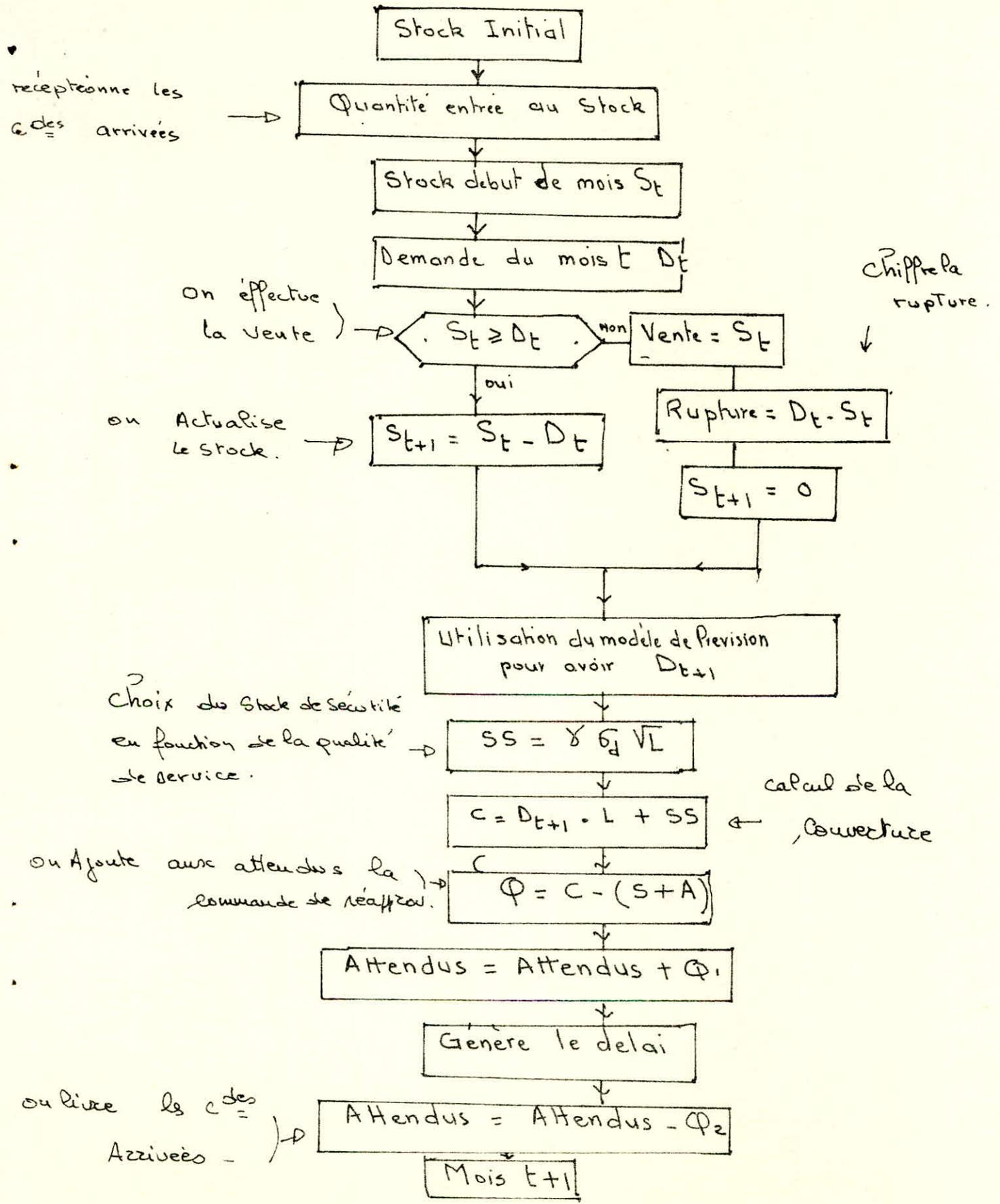
{ d_m = délai moyen
σ_d = écart de délai
δ = 1, 2, 3.

d = Délai de réapprovisionnement ;

$d = d_m + \delta \sigma_D$

δ, δ serviront d'éléments de décisions pour le choix du modèle car en augmentant , on se prémunit contre les risques provenant d'écart de demande ou de délai mais on confie notre stock de sécurité.

Organigramme du Fonctionnement d'un point de Vente.



ANALYSE DES RESULTATS DONNES PAR LE
MODELE DE SIMULATION POUR 16 HA.

On a appliqué le modèle décrit précédemment pour essayer de simuler le fonctionnement de la région qui est assimilée à un point de Vente et ceci en ne s'intéressant qu'à l'échantillon 16 HA.

Comme le délai moyen qu'on a trouvé dans l'analyse des délais est égal à 9 mois, et devant la difficulté de dresser une table d'Attendus, on a pris un stock initial couvrant 9 mois de Ventes + le Stock de sécurité, et donc pour être rigoureux, il sera nécessaire de ne pas prendre les 9 premiers mois de la simulation.

Ce modèle fonctionne comme décrit précédemment seulement pour représenter l'aléa sur les délais, on n'a généré les délais se distribuant normalement entre $9 + 4$ et $9 - 4$, ce que GPSS permet et donc la commande de réapprovisionnement peut arriver en 5 mois comme elle peut arriver en 13 mois.

Le modèle de prévision utilisé a été le lissage Adaptif avec tendance mais aussi la moyenne mobile simple pour comparer les résultats.

Pour la moyenne mobile, on a pris un stock de sécurité fixe et égal à 3 mois de Vente (méthode utilisée actuellement).

Tandis que pour le lissage adaptif, le stock de sécurité est variable et est calculé comme décrit précédemment.

Les résultats sont présentés sur des tableaux Annexes.

Cependant une synthèse de ces résultats a été faite et on a un graphique représentant l'évolution du stock final selon la méthode employée et les ruptures enregistrées.

Rupture :

- Lissage adaptif = $\gamma = 1$
- $\gamma = 2$
- $\gamma = 3$

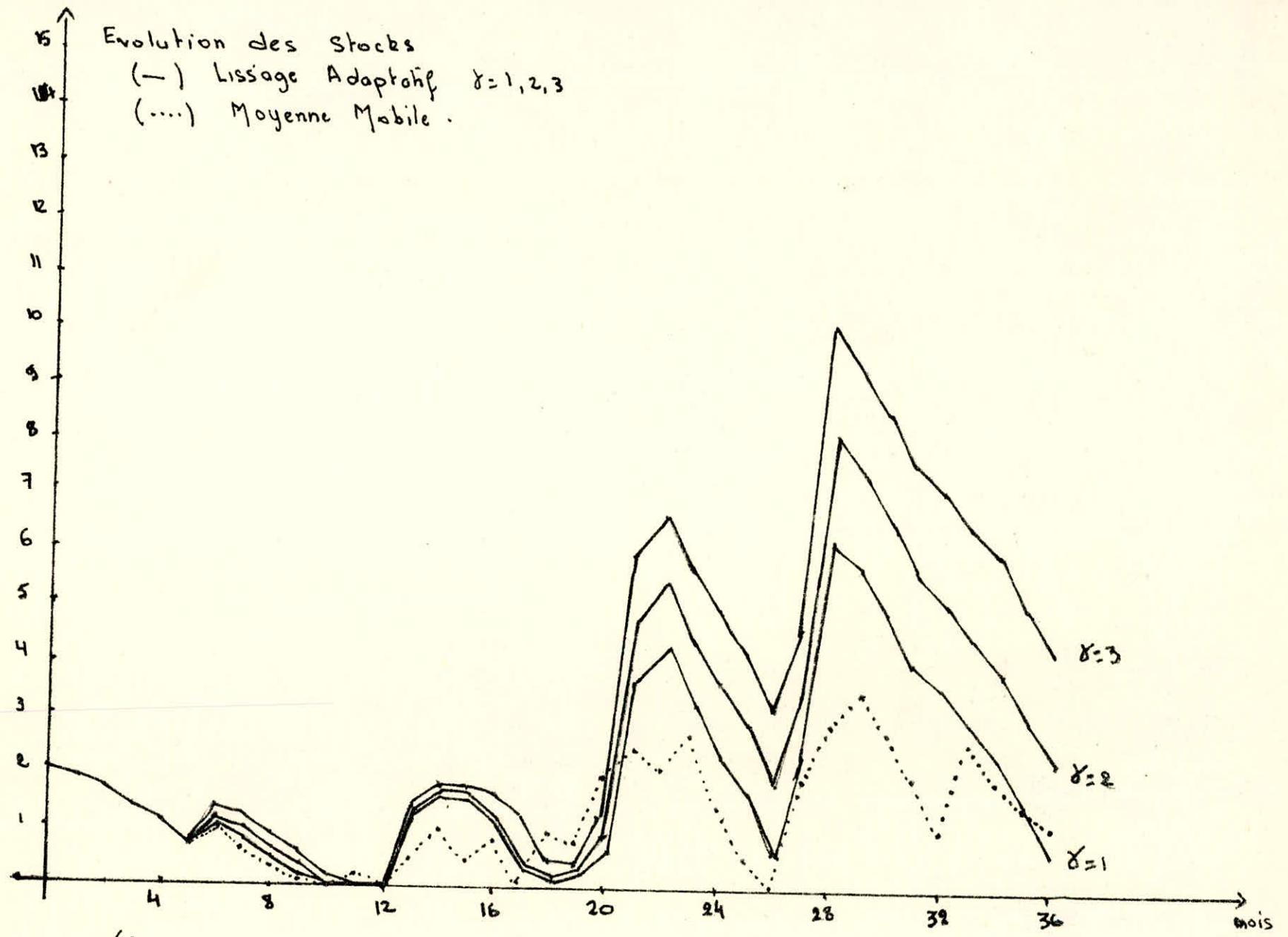
Ruptures:

- | |
|-----|
| 969 |
| 778 |
| 587 |
- Moyenne mobile rupture = 2.913 Tonnes.

Donc on remarque que les ruptures sont importantes pour la moyenne mobile mais que le stock immobilisé est nettement plus important par lissage.

ann ge
 $\mu = 1900 t$

Evolution des Stocks
(—) Lissage Adaptatif $\delta = 1, 2, 3$
(.....) Moyenne Mobile



1977

3. • GESTION INTEGREE DE LA PRODUCTION
ET DES STOCKS

SOMMAIRE

- 3.1. - LES CONTRAINTES DE PRODUCTION DE L'USINE D'ORAN ;
 - 3.1.1. - Généralités
 - 3.1.2. - Les approvisionnements en Billettes ;
 - 3.1.3. - Les approvisionnements en Cylindre ;
 - 3.1.4. - Fonction de production du laminoir ;

- 3.2. - LES CAS POSSIBLE DU POINT DE VUE DE LA GESTION DES STOCKS COMMERCIAUX ;
 - 3.2.1. - Généralités ;
 - 3.2.2. - Cas où la demande est inférieure à la production ;
 - 3.2.3. - Cas où la demande est supérieure à la production ;

- 3.3. - FORMULATION DU PROBLEME DE PROGRAMMATION A MOYEN TERME ;
 - 3.3.1. - Généralités ;
 - 3.3.2. - Fonction objectif ;
 - 3.3.3. - Contraintes ;
 - 3.3.4. - Conclusion.

- 3.4. - FORMULATION DU PROBLEME DE PROGRAMMATION DES COMMANDES A COURT TERME ;
 - 3.4.1. - Analyse du problème ;
 - respect du programme à Moyen Terme ;
 - aléa et non respect du programme à Moyen Terme ;
 - 3.4.2. - Les paramètres de choix ;
 - cout de défaillance
 - cout de changement de programme

./././.

3.4.3. - Propositions ;

- Simulation à court terme = projection du stock ;
prévisionnel dans un modèle de simulation.
- Prise de décision.
- Etudes complémentaires à mener pour permettre la
prise de décision ;
 - enquête statistique sur la couverture des clients ;
 - enquête sur les coûts de défaillance.

1. - LES CONTRAINTES DE LA PRODUCTION DE L'USINE D'ORAN ;

1.1. - Généralités ;

La production de l'usine est distinguée par deux (2) caractéristiques :

• Nuance de l'Acier ;

On distingue en effet le Rond à béton lisse élaboré en acier doux, et le Rond à béton crènelé élaboré en acier dur. La différence provient de la qualité des Billetteries que l'on engage dans les cages du laminoir: :

- Billetteries d'acier doux
- Billetteries d'acier dur

• Diamètre des Ronds ;

Le laminoir permet de faire les diamètres compris entre \varnothing 10 et \varnothing 20, soit :

- \varnothing 10
- \varnothing 12
- \varnothing 14
- \varnothing 16
- \varnothing 20

Les diamètres de sortie dépendent de la nature des cylindres montés sur les cages du laminoir.

Chaque cylindre permet le travail :

- en premier lieu sur un diamètre petit jusqu'à usure de la cannelure ;
- en second lieu, un diamètre un plus gros après rectification de la cannelure ;
- etc...

La production d'un cylindre dans un diamètre est donnée par la quantité produite entre le début du travail avec une cannéture neuve et le moment où la cannéture est trop usée (il faudra la rectifier et donc passer à un autre diamètre).

1.2. - Les Approvisionnements en Billettes ;

Si on appelle : X_{ij} la quantité mensuelle produite en Rond de qualité i et diamètre j

α_{ij} la mise au mille du laminoir pour ce Rond.

La quantité nécessaire de billette sera :

$$q_1 = \sum_j \alpha_{1j} X_{1j} \quad - \text{ Pour l'acier doux}$$

$$q_2 = \sum_j \alpha_{2j} X_{2j} \quad - \text{ Pour l'acier dur}$$

La production mensuelle du four martin étant de 30.000 Tonnes, on aura donc à importer une quantité de billette;

$$\bar{I} = q_1 + q_2 - 30.000 \quad \bar{I}$$

Les variables à fixer 12 mois à l'avance (délai d'importation) sont :

\bar{I}_1 Importation mensuelle de billette acier doux

\bar{I}_2 Importation mensuelle de billette acier dur

Les variables à fixer chaque mois sont :

P_1 Production de lingots acier doux

P_2 Production de lingots acier dur

Avec $P_1 + P_2 = 30.000$ Tonnes.

1.3. - Les Approvisionnements en Cylindre ;

Si on considère qu'il existe :

- m Circuit possibles de Cylindre ;
- j Diamètres ;

On appelle q_{mj} la production d'un circuit m dans le diamètre j, et tmj le temps d'usage du circuit par le diamètre j.

La totalité des cylindres sont importées (délai d'importation de 12 mois).

Les variables à fixer 12 mois à l'avance sont :

N_m nombre de circuits m importés

Les variables à fixer chaque mois sont :

Les natures, des circuits montés :

y_{tm} nombre de fois où on monte le circuit m durant le mois t.

Il faut que :

$$\sum_m y_{tm} \times q_{mj} \times tmj \geq X_{1j} + X_{2j}$$
$$\sum_t y_{tm} \leq N_m$$

1.4. - Fonction de production du Laminoir ;

La Production par diamètre sera pour le mois t :

$$\sum_I X_{ij} = \sum_m y_{tm} \times q_{mj} \times tmj$$

La production en acier dur et en acier doux sera telle que :

2. - LES CAS POSSIBLES DU POINT DE VUE DE LA GESTION DES STOCKS COMMERCIAUX.

2.1. - Généralités ;

La gestion des stocks commerciaux dispose :

- à Moyen Terme/ 12 à 18 mois à l'avance) de prévision de Vente par échantillon (qualité et diamètre).
- chaque mois /de calcul de réapprovisionnement par échantillon fournissant une quantité à commander.

Pour satisfaire ses besoins, le commercial fait appel :

- en priorité à l'usine d'Oran.

Pour minimiser le coûts de transport, la production de l'usine d'Oran est affectée en priorité à la région d'Oran. Si un solde est disponible il est affecté à la région d'Alger.

- Pour le complément à l'importation.

Les prévisions à moyen terme commercial servent à prendre les décisions suivantes à l'usine (car elle doivent être prise 12 mois à l'avance) :

- choix des quantités I_1 et I_2 de billettes à importer ;
- choix du nombre Nm de circuits de cylindre à importer ;

Les calculs de réapprovisionnement du commercial servent à prendre les décisions suivantes :

- choix des quantités q_{ij}^r mensuelles quantités de qualité i et diamètre j à affecter de l'usine à la région r.
- choix des quantités A_{ij}^r mensuelles, quantités de rond de qualité i et diamètre j à importer dans la région r.

2.2. - Cas ou la demande intérieure est inférieure à la production ;

Ce cas est théorique (la demande Algérienne de rond à béton est supérieure à 200.000 Tonnes alors que la production de l'usine est de l'ordre de 40.000 Tonnes).

Le choix est simple ; quel que soit la demande intérieure.

- elle est satisfaite en totalité par l'usine ;
- Le solde de la production de l'usine est exporté. Le seul problème est alors de choisir le programme de production qui maximise ces recettes à l'exportation tout en les maintenant supérieures aux dépenses marginales.

2.3. - Cas ou la demande intérieure est supérieure à la production ;

On choisit les quantités q_{ij}^r et A_{ij}^r de telle que :

• $q_{ij}^r + A_{ij}^r =$ commande pour besoin de stock

- La somme (coût d'importation de billettes + coût d'importation des ronds + coût de transport + coût de production des ronds) soit minimale

3.3. FORMULATION DU PROBLEME DE
PROGRAMMATION A MOYEN TERME

3.3.1. - Généralités :

La programmation à Moyen Terme sert à fixer les possibilités de l'usine pour la fabrication des différents échantillons et par suite à fixer les approvisionnements nécessaires pour l'usine en Billettes comme en cylindres.

3.3.2. - Fonction objectif :

Pour l'établissement du programme de Fabrication Prévisionnel de l'usine, on prend pour objectif de minimiser les coûts pour la région à savoir que les coûts de production des ronds, d'importations des billettes, ronds et cylindres, de transport des ronds pour une autre région soit les plus petits possibles et ceci en tenant compte de la contrainte principale, à savoir que l'usine travaille au maximum de ses possibilités.

On aura donc comme fonction objectif :

$$\begin{aligned}
 f_0 = \min & \sum_{i,j,m} \left[C_{bi} \left\{ \alpha_{ij} X_{ij} - P_i \right\} + C_{Pij} \cdot X_{ij} \right. \\
 & + C_{Iij} \left\{ D_{ij} - X_{ij} \right\} \times \epsilon' \\
 & + C_t \left\{ X_{ij} - D_{ij} \right\} \times \epsilon \\
 & \left. + C_m Y_m \right]
 \end{aligned}$$

./././.

Avec	$\epsilon = 1$	si	$\{X_{ij} - D_{ij}\} > 0$
	$\epsilon = 0$	si	$\{X_{ij} - D_{ij}\} \leq 0$
	$\epsilon' = 1$	si	$\{D_{ij} - X_{ij}\} > 0$
	$\epsilon' = 0$	si	$\{D_{ij} - X_{ij}\} \leq 0$

Avec/

C_{Bi} : Coût d'importation des billettes de qualité i ,

C_{Pij} : Coût de production des ronds de qualité i , diamètre j .

$C_{I,i,j}$: Coût d'importation des ronds de qualité i , diamètre j .

C_t : Coût de transport des ronds de la région d'Oran vers la région d'Alger*.

C_m : Coût d'importation des circuits N° m .

3.3.3. - Contraintes :

Cette fonction objectif est soumise à plusieurs contraintes. A savoir contraintes de laminages, d'Approvisionnements, de temps.

Contraintes d'approvisionnements:

Pour produire les quantités X_{ij} , il faut utiliser α_{ij}

* X_{ij} de matières premières. Or :

./././.

$$\alpha_{ij} X_{ij} = \alpha_{1j} X_{1j} + \alpha_{2j} X_{2j}$$

$$\alpha_{1j} X_{1j} = I_1 + P_1$$

$$\alpha_{2j} X_{2j} = I_2 + P_2$$

- Avec / P_1 Production du mois de lingots doux ;
 P_2 Production du mois de lingots dur ;
 I_1 Importation faite 12 mois à l'avance de billettes douces,
 I_2 Importation faite 12 mois à l'avance de billettes mi-dures,

Contraintes induites par l'usure optimale des cylindres.

Pour un jeu de cylindre considéré, on peut laminier plusieurs types de ronds mais selon la contrainte d'aller du plus petit diamètre au plus gros et ceci en tenant compte du temps d'usure de la cannélure considérée. On a quatre (4) types de jeux de cylindres pour laminier cinq (5) types de ronds.

Pour cela on pose :

- m : Numéro du jeu de cylindre (circuit)
 J : Diamètre (type) du rond considéré
 $X_{J,m}$: Production du rond de diamètre J par le jeu de cylindre Numéro m .
 M_J : Ensemble des jeux de cylindres qui permettent de laminier le rond de diamètre J .
 J_m : Ensemble des types de ronds qui peuvent être laminés par le circuit numéro m .

Chaque circuit s'il est utilisé de manière optimale permet de laminer les quantités $X_{j,m}$.

Explicitons $\bar{X}_{j,m}$

- Posons :
- tm_j : Temps d'usure optimal du circuit m pour le diamètre j .
 - y_{tm} : Nombre de fois où l'on monte le circuit m pendant le mois t .
 - q_{mj} : Productivité du circuit m pour le rond de diamètre j .

On a :

$$\boxed{\bar{X}_{j,m} = q_{mj} \times tm_j \times Y_{tm}}$$

m fixé
 $J \in J_m$

Les quantités produites réellement sont au plus égales aux quantités optimales que peuvent produire les jeux de cylindres considérés :

On appellera :

X_j = Production de rond de diamètre j (qualités confondues).

On aura :

$$\boxed{X_j = X_{1j} + X_{2j}}$$

$$\boxed{X_j \leq q_{mj} \times tm_j + Y_{tm}}$$

$$\boxed{X_j \leq q_{mj} \times tm_j + Y_{tm}}$$

$m \in M_j$
 j fixé
 t fixé
 $m \in J_m$
 j fixé
 t fixé

Soit N_m les jeux de cylindres disponibles.

On aura:

$$N_m \geq \sum_{t=1}^{12} Y_{tm}$$

d'où les nombres de jeux de cylindres à importer 12 mois à l'avance, par types (N^o) et pour l'année.

Contraintes temps.

On suppose que dans l'année on a N jours ouvrables, soit T_m le nombre de jours où l'on peut utiliser le jeu de cylindre $N^o m$.
Le programme de laminage optimal ne peut en aucun cas dépasser ces N jours ouvrables et on aura :

$$\sum_m \sum_t T_m Y_{tm} \leq N$$

$$T_m = \sum_j t_{mj} \quad , j \in J_m$$

On minimisera donc cette fonction objectif sous les contraintes :

$$X_{1j} + X_{2j} = X_j$$

$$X_j \leq Y_{tm} \times t_{mj} \times q_{mj} \quad j \text{ fixé, } m \in M_j$$

$$X_j \leq Y_{tm} \quad t_{mj} \times q_{mj} \quad m \text{ fixé, } J \in J_m$$

$$\sum_t y_{tm} \leq N_m$$

$$\sum_t \sum_m \sum_j t_{mj} \times Y_{tm} \leq N \quad j \in J_m$$

N nombre de jours ouvrables.

Avec bien sûr les contraintes de non-négativité des variables, à savoir :

$$X_{ij} \geq 0 \quad (\text{pas de production négative})$$

$$\alpha_{ij} \geq 0 \quad (\alpha_{ij} \text{ nombre positif par définition})$$

$$Y_{t,m}, T_{mj}, m_j \geq 0$$

$$N_m, N \geq 0$$

Valeurs de ϵ, ϵ'

• Coût de transport ;

Le coût de transport est égal à $C_t \{X_{ij} - D_{ij}\}$ pour les autres régions et égal à 0 pour la région d'Oran et ceci car l'implantation de l'usine est précisément à Oran, d'où les valeurs correspondantes de ϵ .

• Coût d'importation ;

Le coût d'importation est égal à $C_{Ii,j} \{X_{ij} - D_{ij}\}$.

et ceci lorsqu'on importe c'est-à-dire lorsque la demande pour un certain échantillon est supérieure à la production sinon on n'importe pas et donc le coût d'importation est nul.

et Donc /

$$\begin{aligned} \epsilon' &= 1 && \text{si } D_{ij} - X_{ij} > 0 \\ \epsilon' &= 0 && \text{si } D_{ij} - X_{ij} \leq 0 \end{aligned}$$

*/**/*

3.3.4. - Conclusion ;

La résolution de ce programme linéaire nous donnera donc les quantités $X_{i,j}$ optimales à produire pour les douzes (12) prochains mois et par suite les quantités B_i , Nm de billettes et cylindres à acheter.

Les Importations se déduiront de ces résultats :

$$I_{ij} = D_{ij} - X_{ij}.$$

1. - Analyse du problème ;

Le Programme à moyen terme étant fait, un optimum de production et de distribution sera atteint si les hypothèses faites sont confirmées.

En fait, dans la pratique, nous allons constater des aléas :

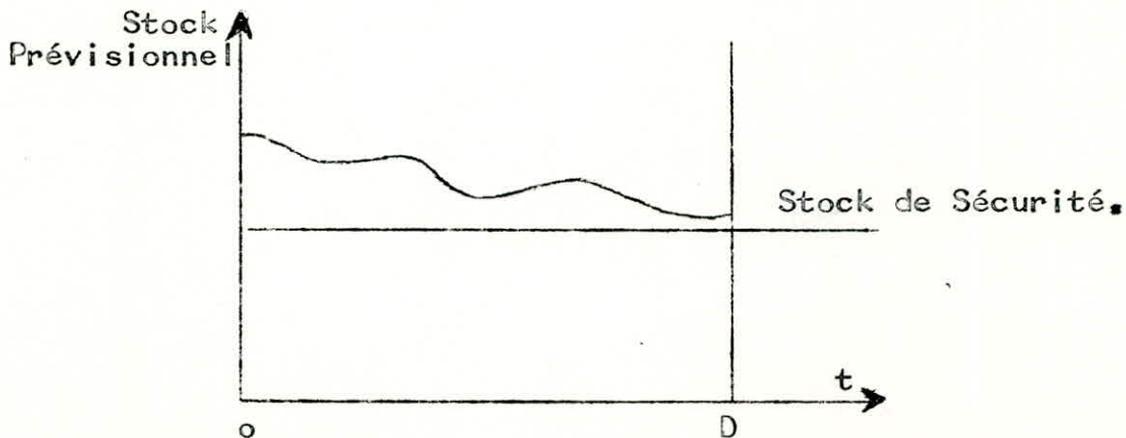
- aléa de demande (Utilisateur d'acier national) ;
- aléa de délai à l'importation (délai du fournisseur étranger)
- aléa de production (non atteinte d'un objectif fixé à moyen terme à l'usine) ;

Ces aléas vont se répercuter en fin de compte sur le niveau des stocks commerciaux, donc pouvant affecter la qualité de service. Pour essayer de prévoir ces incidents et de discuter les moyens d'y pallier, nous allons simuler l'évolution dans le temps des deux cas suivants :

- respect des programmes à Moyen Terme (pas l'aléa) ;
- non respect du programme à Moyen Terme.

4-1 - Respect du Programme à moyen terme ;

Soit D le délai de livraison à l'importation. Nous simulons l'évolution du stock commercial dans le cas où le programme à moyen terme est respecté (pas d'aléa), du temps $t = 0$ au temps $t = D$:



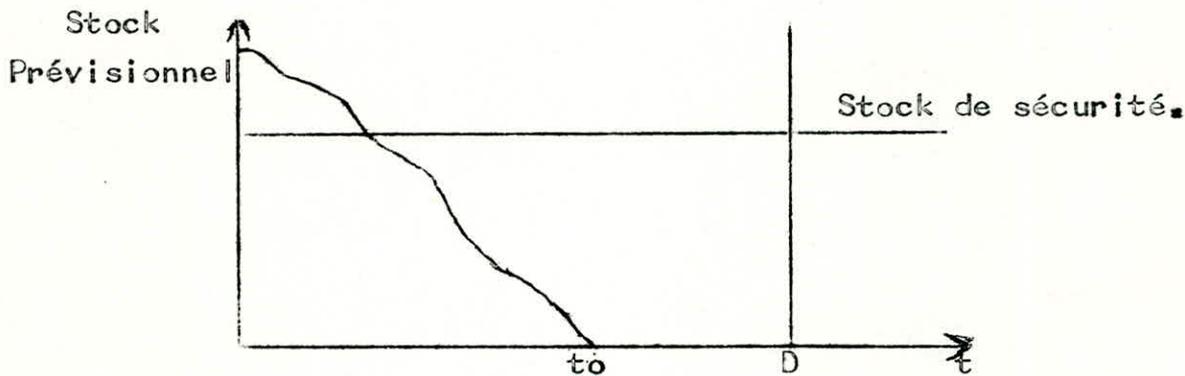
Le Programme à Moyen Terme est optimal et il n'ya pas d'aléa. Donc dans le délai D, on ne tombe jamais au dessous du stock de sécurité.

1.2. Aléa et non respect du programme à moyen terme ;

On a subi dans le passé un aléa important :

- Vente plus forte que prévue ;
- Commande non arrivée dans le délai ;
- Usine n'ayant pas respecté son objectif ;

La simulation précédente peut conduire au résultat suivant (en supposant le programme à moyen terme inchangé) :



On voit alors que :

- Il est impossible de recevoir une commande à l'importation avant la rupture préalable au temps t_0 ;
- Seule une modification éventuelle du programme usine peut permettre d'éviter la rupture ;

Le Problème posé est le suivant :

- Est-il intéressant de modifier le programme à moyen terme pour éviter la défaillance commerciale.

2. - Les paramètres du choix ;

Une modification du programme se traduit par :

- Une défaillance évitée vis à vis de l'utilisateur d'acier ;
- Un surcoût (par rapport à l'optimum de moyen terme) du fait du changement du programme de fabrication ;

Analysons ces deux éléments :

a) - Coût de défaillance :

- La rupture de stock durant la période $t_0 \rightarrow D$ se traduit par un effet sur les utilisateurs d'acier. Cet effet est différent suivant les réalités économiques du phénomène ;
- Cet effet est nul si $(D-t_0)$ est inférieur au taux de couverture du client lui-même pour ses stocks ;
- Cet effet n'est pas nul si $(D-t_0)$ est supérieur au taux de couverture du client pour ses stocks.

Il serait possible, par des enquêtes statistiques de déterminer le taux de couverture moyen des clients utilisateurs d'acier. Dans ce cas, les effets suivants seront ressentis :

- perte de production (si le client est une entreprise de production) ;
- retard de planning (pour les chantiers d'investissement) ;

- arrêt de travail et mise en rigil (pour les entreprises de TP) ;

Ces éléments peuvent être analysés et chiffrés en tant que coût économique de la défaillance.

b) - Coût de changement de programme :

Supposons qu'au mois t , on veut précéder à un changement de programme.

Le Changement de Programme consiste à produire une certaine quantité supplémentaire ΔX_{ij} pour i, j fixé d'un

certain échantillon et $- \Delta' X_{ij}$ pour i, j fixé d'un autre échantillon.

Comment se répercute ce changement au point de vue coût?

ΔX_{ij} remplaçant $\Delta' X_{ij}$

Plusieurs cas peuvent se produire :

- Le diamètre dont on veut augmenter la production peut être soit programmé pour le mois t , soit pour le mois $t-1$ soit pour $t+i$, $i \leq 12$ soit qu'il a été déjà programmé et qu'il ne le sera plus durant toute l'année. En principe si on produit X_{ij} en plus, ce sera au détriment d'un autre ϕ de plusieurs autres diamètres $\{ X_{ij} \}$

donc au détriment d'une quantité $\Delta' X_{ij}$. on pourra

ainsi lister les contraintes inherentes au changement de programme à savoir :

*/././.

• Contraintes Cylindres :

Du fait qu'on soit obligé de produire un (1) seul échantillon et pour une (1) quantité donnée, on ne doit donc pas tenir compte de la contrainte usure optimale des cylindres ce qui veut dire qu'un (1) cylindre dès qu'il n'est plus utile pour le ϕ considéré, sera mis à l'écart et on prendra un nouveau cylindre ce qui engendre une (1) perte.

• Contraintes de Laminage :

Si l'échantillon dont on a besoin n'est obtenu qu'après avoir produit un autre échantillon, cela engendre un (1) surplus de production d'un autre ϕ dont on n'a pas besoin.

• Contraintes temps :

Si l'échantillon qu'on peut avoir n'est pas programmé il faut changer les circuits de cylindres et ceci entraîne une perte de temps donc une perte de produits qu'il faut chiffrer.

deux (2) cas peuvent se présenter :

Au moment où on veut changer de programme le circuit qui est utilisé peut laminier le type de rond qu'on veut :

- a) - le type de rond J_1 qu'on veut produire ne peut être obtenu qu'après avoir produit un autre type de rond J_2 .

On aura :

$$\hat{X}_J = \sum_J Y_{tm} \times \hat{T}_{mij} \times \hat{q}_{mij} \quad \left| \begin{array}{l} m_1 \text{ fixé} \\ J \in J_{m1} \end{array} \right.$$

$$\hat{X}_J = \hat{X}_{J1} + \hat{X}_{J2} = Y_{tm1} \times \left\{ t_{m1 J1} + t_{m2 J2} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \hat{q}_{m1 J1} \\ \hat{q}_{m1 J2} \end{array} \right\}$$

$$\hat{X}_{J1} + \hat{X}_{J2} = Y_{tm1} \times \left\{ t_{m1 J1} \times q_{m1 J1} \right\} + \left\{ t_{m1 J2} \times q_{m1 J2} \right\}$$

Pour produire ΔX_{J2} on doit différencier la formule ci-dessus. Pour simplifier le problème, on supposera qu'on peut produire un type de rond sans produire un autre type de rond en plus on aura une perte au point de vue cylindre car ils ne seront pas utilisés à l'optimum, c'est-à-dire que les variables X_{J1} et X_{J2} sont séparables d'où :

$$\bar{X}_J + \Delta X_{J1} = X_{J1} + X_{J1} + X_{J2} =$$

$$\left\{ Y_{tm1} + \Delta Y_{tm1} \right\} \left[t_{m1 J2} \times q_{m1 J2} \right]$$

$$+ Y_{tm1} \left\{ t_{m1 J2} \cdot q_{m1 J2} \right\}$$

d'où

$$\boxed{X_{J1} = Y_{tm1} \left\{ t_{m1 J1} \cdot q_{m1 J1} \right\}}$$

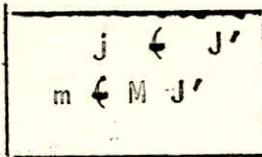
C'est-à-dire que pour augmenter la production d'un diamètre considéré J1, il faut utiliser la quantité Y_{tm} supplémentaire de cylindre pendant un temps T.

$$T = \Delta Y_{tm} \times t_{mij}$$

et ce temps sera enlevé du temps de production d'autres diamètres à savoir (J'),

avec : $X_{j'} = Y_{tm} \times t_{mj} \times q_{mj}$

avec :



et $Y_{tm} \cdot t_{mj} = T.$

2. - Si le circuit en place ne peut pas laminier J1 il faudrait changer de circuit.
 Il faudrait chiffrer l'arrêt pour changement éventuel de cylindre ou de circuit.
 Supposons que le temps perdu correspond à H heures.
 Alors qu'il était prévue de produire du rondes H heures.

$$C_{\text{arrêt}} = (C_P \cdot X_j - C_I \cdot X_{j'})$$

d'où le coût de changement de programme :

(Coût des cylindres utilisés + Coût produit + coût d'arrêt) -
 (coût de cylindres + coût production)

3. - PROPOSITIONS ;

3.1. - Simulation à court terme;

Projection du stock prévisionnel dans un modèle de simulation.

Il suffit d'ajouter à l'Algorithme de fonctionnement d'une région, une boucle faisant à chaque mois une prévision de rupture possible avant le délai moyen de livraison.

Nous sommes au mois t .

Supposons que la prochaine livraison est prévue pour

$t + d_1$ et que la prévision de Vente actuelle prévoit une

Vente durant $t + d_1$ supérieure au stock actuel donc on a une rupture prévue.

Mais ceci pour un échantillon donné; supposons que pour un ou plusieurs échantillons la prévision de Vente est inférieure au stock. Donc on a sinon un surplus de stock du moins on est couvert jusqu'à la prochaine livraison.

Et c'est à ce moment-là qu'il faut faire entrer en ligne de compte la possibilité d'un changement de programme à l'usine si le délai à l'usine est plus court que d_1 .

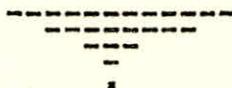
- Voir Organigramme -

3.2. - Prise de décision ;

C'est le responsable de la Gestion Commerciale qui peut prendre une décision ou vu du coût de défaillance et du coût de changement de programme.

3.3. - Etudes complémentaires à mener pour permettre la prise de décision ;

- Enquête statistique permettant d'avoir une idée sur la couverture des clients ;
- Enquête pouvant déterminer un coût de défaillance probable.



Enregistrer la demande Prévue durant le délai de Calcul

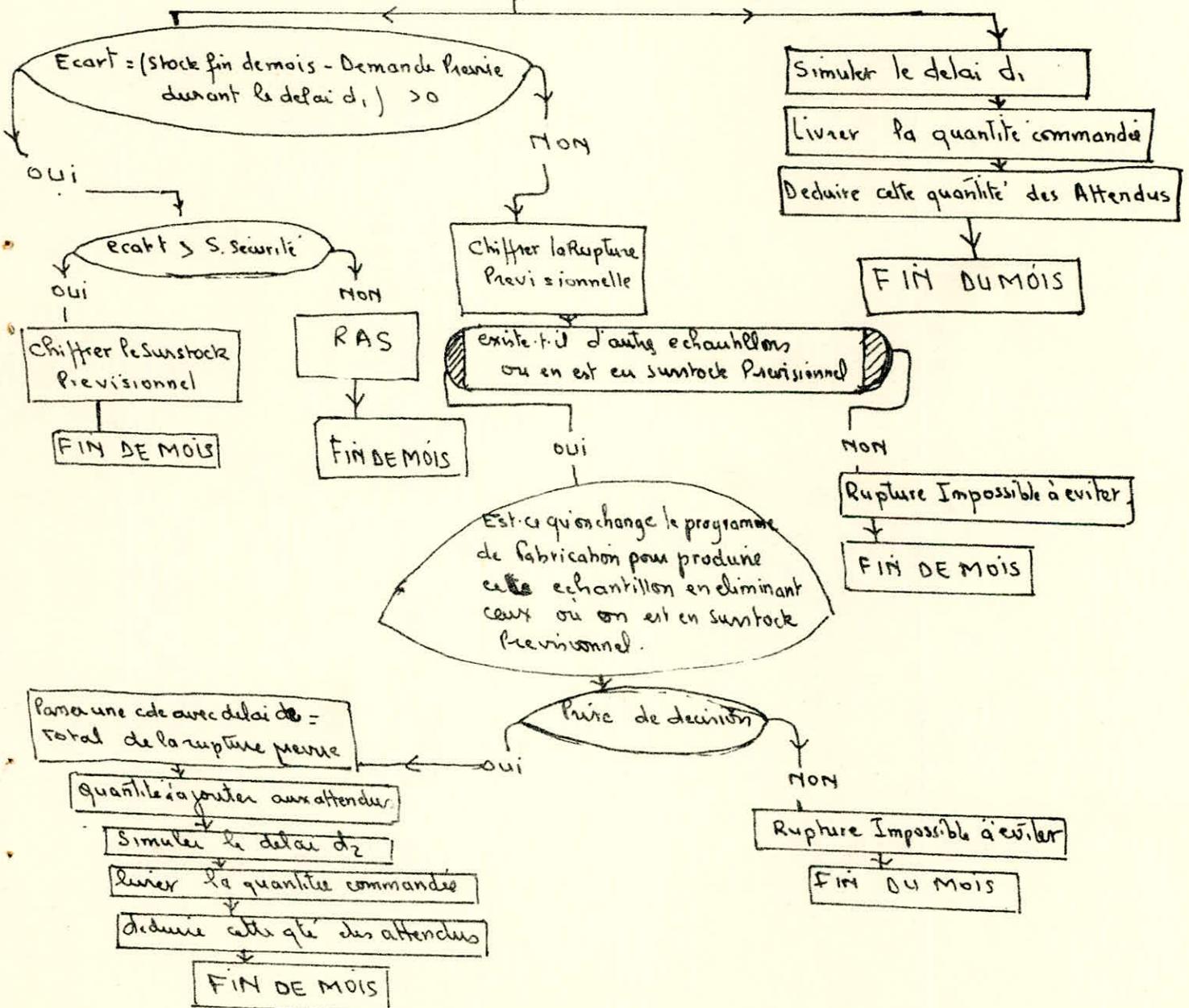
Calculer Stock de Sécurité, Couverture

Calculer d_1 délai de la prochaine livraison

Enregistrer le stock fin de mois, Attendus.

Calculer la quantité à commander.

Ajouter cette quantité aux attendus.



Resultats des Previsions avec Modeles avec Tendence

Ventes	Moyenne Mobile	Lissage Adaptatif	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,9$
48	200	154	154	154	154
187	207	240	240	60	35
331	201	196	232	180	289
295	205	254	255	338	457
380	195	277	263	322	280
326	176	369	290	400	446
261	160	366	304	350	290
344	180	313	301	273	205
285	201	375	312	343	405
386	217	316	310	291	244
406	280	346	325	385	462
359	321	370	341	416	430
93	373	362	344	372	324
481	369	222	298	07	123
70	349	379	334	449	767
880	367	191	279	85	226
830	327	583	397	852	1095
506	295	763	481	899	859
23	283	643	484	576	250
694	227	298	398	35	391
551	309	560	459	629	1185
0	372	550	476	566	491
1309	281	334	379	13	447
868	494	847	564	1250	2307
635	614	848	624	969	626
1055	577	762	628	695	422
854	537	926	723	1061	1367
736	482	892	753	897	728
805	492	825	762	752	627
803	494	844	778	796	848
924	473	838	793	799	806
471	686	881	832	922	1021
650	635	726	774	491	130
542	658	681	757	609	750
873	786	586	717	519	466
825	683	718	756	847	1129

Resultats des Previsions avec Modeles Sans Tendence

Ventes	Moyenne Mobile	Lissage Adaptatif	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,9$
48	178	154	154	154	154
187	170	240	183	101	58
331	177	232	147	144	174
295	171	255	165	237	315
380	184	263	178	266	297
326	207	290	198	323	371
261	225	304	210	324	330
344	232	301	215	392	267
285	240	312	227	318	336
386	245	310	232	301	290
406	268	325	247	343	376
359	282	341	262	374	403
93	300	344	271	366	383
81	304	298	253	229	120
70	328	334	275	355	444
880	307	279	254	212	107
830	355	397	316	546	802
506	393	481	367	688	827
23	408	484	380	597	538
694	388	398	344	310	74
551	417	459	379	502	632
0	439	476	396	526	559
1009	407	379	356	263	55
868	483	564	451	786	1183
635	525	624	492	827	899
1055	570	628	506	731	666
854	618	723	560	893	1015
736	683	753	589	873	870
805	671	762	603	804	749
803	669	778	623	804	799
924	694	793	641	803	802
471	769	832	669	869	911
650	751	774	649	670	520
542	759	757	649	660	637
873	804	717	638	601	551
825	768	756	661	737	840

Resultats donnés Par le modèle de Simulation avec lissage Adaptatif

Ventes	Stock Initial ⁽¹¹⁾			Ruptures ⁽¹²⁾			Stock Final ⁽¹⁷⁾			Quantité à Commander ⁽¹⁶⁾		
	$\gamma=1,2,3$	$\gamma=1$	$\gamma=2$	$\gamma=3$	$\gamma=1$	$\gamma=2$	$\gamma=3$	$\gamma=1$	$\gamma=2$	$\gamma=3$	$\gamma=1$	$\gamma=2$
48	2000	2000	2000	0	0	0	1952	1952	1952	639	830	1021
187	1952	1952	1952	0	0	0	1765	1765	1765	0	0	0
331	1765	1765	1765	0	0	0	1434	1434	1434	718	778	838
295	1434	1434	1434	0	0	0	1139	1139	1139	499	473	447
380	1139	1139	1139	0	0	0	759	759	759	1345	1890	1435
326	1398	1589	1780	0	0	0	1072	1263	1454	262	228	194
261	1072	1263	1454	0	0	0	811	1002	1193	0	0	0
344	1111	1002	1193	0	0	0	467	658	849	287	280	273
285	467	658	849	0	0	0	182	373	564	94	73	61
386	182	373	564	204	13	0	0	0	178	490	688	709
406	0	0	178	406	406	228	0	0	0	240	240	418
359	0	0	0	359	359	359	0	0	0	0	0	0
93	1345	1390	1435	0	0	0	1252	1297	1342	0	0	0
481	2054	2048	2241	0	0	0	1573	1667	1760	1001	1339	1678
70	1573	1667	1760	0	0	0	1503	1597	1690	0	0	0
880	2002	2070	2137	0	0	0	1122	1190	1257	3718	4445	5173
830	1122	1190	1257	0	0	0	292	360	427	2517	2405	2292
506	554	588	621	0	0	0	48	82	115	0	0	0
23	335	362	388	0	0	0	312	339	365	0	0	0
694	1383	1678	2041	0	0	0	619	984	1347	0	0	82
551	4337	5429	6520	0	0	0	3786	4878	5969	0	0	0
0	4276	5566	6678	0	0	0	4276	5566	6678	0	0	0
1309	4516	5806	7096	0	0	0	3207	4497	5787	4692	5460	6147
868	3207	4497	5787	0	0	0	2339	3629	4919	305	0	0
635	2339	3629	4919	0	0	0	1704	2094	4284	0	0	0
1055	1704	2994	4284	0	0	0	649	1939	3229	2268	1818	1053
854	3166	4344	5603	0	0	0	2312	3490	4749	255	0	0
736	7004	8950	10893	0	0	0	6268	8214	10160	0	0	0
805	6583	8214	10160	0	0	0	5778	7409	9355	814	563	57
803	5778	7409	9355	0	0	0	4975	6607	8552	638	533	428
924	4975	6606	8552	0	0	0	4051	5682	7628	1301	1249	1196
477	4051	5682	7628	0	0	0	3574	5205	7151	0	0	0
650	3574	5205	7151	0	0	0	2924	4555	6501	0	0	0
542	2924	4555	6501	0	0	0	2382	4013	5959	0	0	0
873	2382	4013	5959	0	0	0	1509	3140	5086	1111	1309	1508
825	1509	3140	5086	0	0	0	684	2315	4261	1227	1160	1093

SIMULATION DU FONCTIONNEMENT D'UN POINT DE VENTE :

- Révision par lissage adaptatif .

SIMULATE

* INITIALISATION DE MATRICES ET FONCTIONS

```

1 MATRIX X,36,17
VENTE FONCTION X$CPTF,L36
1,48/2,187/3,331/4,295/5,380/6,326/7,261/8,344/9,285/10,386/11,406-
12,359/13,93/14,481/15,70/16,880/17,830/18,506/19,23/20,694/21,651-
22,0/23,1309/24,868/25,635/26,1055/27,854/28,736/29,805/30,803/31,92
32,477/33,650/34,542/35,873/36,825
    
```

* INITIALISATION DE PARAMETRES

```

INITIAL X$CPTV,3
INITIAL X$SAV1,116/X$SAV2,235/X$SAV3,139
INITIAL X$CINQ,5/X$QUAT,4/X$AEAL2,45/X$AEAL1,-10
INITIAL X$VAL1,15/X$VAL2,22/X$VAL3,30/X$VAL4,20/X$VAL5,40
INITIAL X$APREV,0/X$INTER,154
INITIAL X$AMOY,154/X$ATEND,12
INITIAL X$STOPI,2000/X$DELA1,3/X$NMOIS,10
INITIAL X$WAIT,0/X$CPTF,0/X$ALPHA,10
INITIAL X$ACDER,0/X$SERV,1
INITIAL X$MOINS,-1/X$ALGEB,0
INITIAL X$SECEL,0/X$ECAB,0
    
```

* INITIALISATION DE VARIABLES

```

VAL6 FVARIABLE X$CINQ/X$QUAT
NALF1 FVARIABLE (X$ALPHA*100)/(100+V$VAL6*X$ALPHA)
NALF2 " (X$ALPHA*100)/(100-V$VAL6*X$ALPHA)
COREC " (X$SAV1+X$SAV2+X$SAV3)/3
VERT1 " MX1(X$CPTF,2)-MX1(X$CPTF,1)
VERT2 " MX1(X$CPTF,1)-MX1(X$CPTF,2)
NEAL1 " ((V$VERT1-X$AEAL1)*X$ALPHA)/100+X$AEAL1
NEAL2 " ((V$VERT2-X$AEAL2)*X$ALPHA)/100+X$AEAL2
NEAL3 " ((V$VERT1-X$AEAL2)*X$ALPHA)/100+X$AEAL2
NMOY " ((FN$VENTE-X$AMOY)*X$ALPHA)/100+X$AMOY
NTEND " ((V$NMOY-X$AMOY-X$ATEND)*X$ALPHA)/100+X$ATEND
NPREV " (V$NTEND*100)/X$ALPHA+V$NMOY
SAFO " MX1(X$CPTF,4)*X$MOINS
TSIN " (X$ALGEB*100)/MX1(X$CPTF,6)
RUPT " FN$VENTE-X$STOPI
DIFF " X$STOPI-FN$VENTE
SECU " V$VAL6*X$AEAL2*X$DELA1*X$SERV
COUV " X$INTER*X$NMOIS+V$SECU
SPOT " X$STOPI+X$WAIT
QUANT " V$COUV-V$SPOT
    
```

* DEBUT DU CALCUL

```

GENERATE 1,,36
TEST NE X$CPTF,36,FIN
SAVEVALUE CPTF,1)
VENTE MSAVEVALUE 1,X$CPTF,1, FN$VENTE
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,11,X$STOPI
TEST L X$STOPI, FN$VENTE, RUPT
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,12,V$RUPT
SAVEVALUE STOPI,0
TRANSFER ,ALORS
RUPT SAVEVALUE STOPI,V$DIFF
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,17,X$STOPI
ALORS MSAVEVALUE 1,X$CPTF,8,V$NMOY
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,9,V$NTEND
    
```

SAVEVALUE APREV, X\$1
 PREVS MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE INTER, V\$N
 SAVEVALUE AMOY, V\$NM
 SAVEVALUE ATEND, V\$N
 ECART MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE ECRELT, V\$
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE AEAL1, V\$A
 TEST L MXI(X\$CAT
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE ECABT, V\$V
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE AEAL2, V\$A
 TRANSFER , SUIT
 DEUX MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE ECABT, V\$V
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 SAVEVALUE AEAL2, V\$N
 SUIT TEST L MXI(X\$CPT
 SAVEVALUE ALGEB, V\$S
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 TRANSFER , ALLER
 NEGAT SAVEVALUE ALGEB, MXI
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 ALLER TEST E X\$CPTV, 3,
 SAVEVALUE SAV1, FN\$V
 SAVEVALUE CPTV+, 1
 TRANSFER , CAL
 ONE TEST E X\$CPTV, 4,
 SAVEVALUE SAV2, FN\$V
 SAVEVALUE CPTV+, 1
 TRANSFER , CAL
 TWO SAVEVALUE SAV3, FN\$V
 RET SAVEVALUE CPTV, 3
 *CALCUL DU NOUVEAU ALPHA
 CAL TEST L V\$TSIN, X\$
 TEST L V\$NALP1, 2
 SAVEVALUE ALPHA, X\$1
 TRANSFER , DERIV
 SUIV SAVEVALUE ALPHA, V\$N
 TRANSFER , DERIV
 PROCH TEST G V\$TSIN, X\$
 BRAN TEST L V\$TSIN, X\$
 TEST G V\$NALP2, 2
 SAVEVALUE ALPHA, X\$1
 TRANSFER , DERIV
 TRAIT SAVEVALUE ALPHA, V\$N
 TRANSFER , DERIV
 LIGN SAVEVALUE ALPHA, X\$1
 SAVEVALUE AMOY, V\$CC
 DERIV MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 * CALCUL DU REAPPROVIS
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF,
 TEST L V\$SPOT, V\$

	MSAVEVALUE	1, X\$COTE, JL, V\$QUANT
	SAVEVALUE	ACDER, V\$QUANT
	TRANSFER	, CONT
NUL	SAVEVALUE	ACDER, 0
CONT	ASSIGN	1, X\$ACDER
	SAVEVALUE	WAIT+, P1
	ADVANCE	9, 4
	SAVEVALUE	WAIT-, P1
	SAVEVALUE	STOP+, P1
FIN	TERMINATE	1
	START	36
	JOB	

SIMULATE

*

1 MATRIX X,36
 VENTE FUNCTION XFCPTF,L36
 1,48/2,187/3,331/4,295/5,380/6,326/7,261/8,344/9,285/10,386/11,406-
 12,369/13,93/14,481/15,70/16,880/17,830/18,506/19,23/20,694/21,551-
 22,0/23,1309/24,868/25,635/26,1055/27,854/28,736/29,805/30,803,/31,924-
 32,477/33,650/34,542/35,873/36,825
 INITIAL XFCPTF,1/XFALPHA,30
 " XFECLREL,0/XFECLAB,0
 " XFAPREV,0/XFINTER,154
 " XFAMOY,154#XFATEND,12
 NMOY FVARIABLE ((FNFVENTE-XFAMOY)*XFALPHA)/100+XFAMOY
 NTEND " (VFNMoy-XFAMOY-XFATEND)*XFALPHA/100+XFATEND
 NPREV " (VFNTEND*100)/XFALPHA+VFNMoy
 VERT1 " MXI(XFCPTF,2)-MXI(XFCPTF,1)
 VERT2 FVARIABLE MXI(XFCPTF,1)-NMI(XFCPTF,2)

*

* DEBUT DU CALCUL xxxxx

*

GENERATE
 VTE MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 1, FNFVENTE
 SAVEVALUE APREV, XFINTER
 PREVS MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 2, XFAPREV
 SAVEVALUE INTER, VFNPREV
 SAVEVALUE AMOY, VFNMoy
 SAVEVALUE ATEND, VFNTEND
 ECART MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 3, VFVERT2
 SAVEVALUE ECREL+, VFVERT2
 CUMUL MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 4, XFECLREL
 TEST L MXI(XFCPTF, 1), MXI(XFCPTF, 2), DEUX
 MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 5, VFVERT1
 SAVEVALUE ECAB+, VFVERT1
 MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 6, XFECLAB
 TRANSFER 1, DERIV
 DEUX MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 5, VFVERT2
 SAVEVALUE ECAB+, VFVERT2
 AJOUT MSAVEVALUE 1, XFCPTF, 6, XFECLAB
 DERIV TEST NE XFCPTF, 36, FIN
 SAVEVALUE CPTF+, 1
 FIN TERMINATE 1
 START 36
 JOB

SIMULATE

```

*
* PREVISION AVEC MOYENNE MOBILE SANS TENDANCE
*
1 MATRIX X,36,6
INITIAL X$CPTV,5/X$ECREL,0/X$ECAB,0
INITIAL X$CPTF,1
*12 PREMIERES VENTES
INITIAL X$VAL1,150/X$VAL2,101/X$VAL3,396/X$VAL4,144
INITIAL X$VAL5,107/X$VAL6,104/X$VAL7,177/X$VAL8,257
INITIAL X$VAL9,218/X$VAL10,116/X$VAL11,235/X$VAL12,139
VERT1 FVARIABLE MX1(X$CPTF,2)-MX1(X$CPTF,1)
VERT2 FVARIABLE MX1(X$CPTF,1)-MX1(X$CPTF,2)
MOY1 FVARIABLE X$VAL1+X$VAL2+X$VAL3+X$VAL4+X$VAL5+X$VAL6
MOY2 FVARIABLE X$VAL7+X$VAL8+X$VAL9+X$VAL10+X$VAL11+X$VAL12
PREV FVARIABLE (V$MOY1+V$MOY2)/12
VENTE PUNCTION Y$CPTF,136
1,48/2,187/3,331/4,295/5,380/6,326/7,261/8,344/9,285/10,336/11,406-
12,359/13,93/14,481/15,70/16,880/17,830/18,506/19,23/20,694/21,551-
22,0/23,1309/24,868/25,635/26,1055/27,854/28,136/29,805/30,808,181,924-
32,477/33,650/34,542/35,873/36,825
GENERATE 1,,36
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,2,V$PREV
VTE MSAVEVALUE 1,X$CPTF,1,FN$VENTE
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,3,V$VERT2
SAVEVALUE ECREL+,V$VERT2
TEST L MX1(X$CPTF,1),MX1(X$CPTF,2),DEUX
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,5,V$VERT1
SAVEVALUE ECAB+,V$VERT1
TRANSFER ,SUIT
DEUX MSAVEVALUE 1,X$CPTF,5,V$VERT2
SAVEVALUE ECAB+,V$VERT2
SUIT ASSIGN 1,X$CPTV
SAVEVALUE *1,FN$VENTE
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,4,X$ECREL
MSAVEVALUE 1,X$CPTF,6,X$ECAB
TEST NE X$CPTF,36,FIN
SAVEVALUE CPTF+,1
TEST NE X$CPTV,16,DERIV
SAVEVALUE CPTV+,1
TRANSFER ,FIN
DERIV SAVEVALUE CPTV,5
FIN TERMINATE 1
START 36
JOB

```

SIMULATE

*
* PREVISION AVEC MOYENNE MOBILE AVEC TENDANCE
*

1 MATRIX X, 36, 8
 INITIAL X\$CPTV, 3 / X\$ECREL, 0
 " X\$VAL1, 150 / X\$VAL2, 101 / X\$VAL3, 396 / X\$VAL4, 144
 " X\$VAL5, 107 / X\$VAL6, 104 / X\$VAL7, 177 / X\$VAL8, 257
 " X\$VAL9, 218 / X\$VAL10, 116 / X\$VAL11, 235 / X\$VAL12, 139
 " X\$ELEV, 11 / X\$UNO, 2
 " X\$CPTF, 1 / X\$ECAB, 0
 VENTE FUNCTION X\$CPTF, L36
 1, 48 / 2, 187 / 3, 331 / 4, 295 / 5, 380 / 6, 326 / 7, 261 / 8, 344 / 9, 225 / 10, 326 / 11, 406 -
 12, 359 / 13, 93 / 14, 481 / 15, 70 / 16, 880 / 17, 830 / 18, 506 / 19, 231 / 20, 694 / 21, 551 -
 22, 0 / 23, 1309 / 24, 868 / 25, 635 / 26, 1055 / 27, 854 / 28, 736 / 29, 805 / 30, 803, / 31, 924 -
 32, 477 / 33, 650 / 34, 542 / 35, 873 / 36, 825
 FIVE FVARIABLE X\$ELEV / X\$UNO
 PREV FVARIABLE V\$MOBIL + V\$FIVE * V\$TEND
 VERT1 " MX1 (X\$CPTF, 2) - MX1 (X\$CPTF, 1)
 VERT2 " MX1 (X\$CPTF, 1) - MX1 (X\$CPTF, 2)
 MOBIL " (V\$MOY1 + V\$MOY2) / 2
 MOY1 " X\$VAL1 + X\$VAL2 + X\$VAL3 + X\$VAL4 + X\$VAL5 + X\$VAL6
 MOY2 " X\$VAL7 + X\$VAL8 + X\$VAL9 + X\$VAL10 + X\$VAL11 + X\$VAL12
 TEND " (V\$MOY2 - V\$MOY1) * 6
 GENERATE 1, ,, 36
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF, 2, V\$PREV
 TENDE " 1, X\$CPTF, 7, V\$TEND
 AVERA " 1, X\$CPTF, 8, V\$MOBIL
 VTE " 1, X\$CPTF, 1, FN\$VENTE
 " 1, X\$CPTF, 3, V\$VERT2
 SAVEVALUE ECREL+, V\$VERT2
 TEST L MX1 (X\$CPTF, 1), MX1 (X\$CPTF, 2), DEUX
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF, 5, V\$VERT1
 SAVEVALUE ECAB+, V\$VERT1
 TRANSFER , SUIT
 DEUX MSAVEVALUE 1, X\$CPTF, 5, V\$VERT2
 SAVEVALUE ECAB+, V\$VERT2
 SUIT ASSIGN 1, X\$CPTV
 SAVEVALUE * 1, FN\$VENTE
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF, 4, X\$ECREL
 MSAVEVALUE 1, X\$CPTF, 6, X\$ECAB
 TEST NE X\$CPTF, 36, FIN
 SAVEVALUE (CPTF+,)
 TEST NE X\$CPTV, 14, DERIV
 SAVEVALUE CPTV+,)
 TRANSFER , FIN
 DERIV SAVEVALUE CPTV, 3
 FIN TERMINATE 1
 START 36
 JOB

CONCLUSION

Dans notre Etude, on a essayé de voir tous les problèmes pouvant contribuer à faire une gestion des Stocks complète.

On a pas la prétention de dire qu'on a résolu tous les problèmes mais du moins on a essayé de les lister et d'entrevoir leurs solutions.

On ne doute pas que beaucoup reste à faire pour l'amélioration de ce travail qu'on espère voir un jour profiter à d'autres.

BIBLIOGRAPHIE

- Cegos management : Prévisions et Gestion de Stock.
- Initiation pratique au GPSS. R. SULZER.
- Modèle d'optimisation d'O/DU - MICHEL Et TOUIZI - SNS
- Gestion Scientifique des stocks. J. BUCHAN - E. KOENIGSBERG

