

## SOMMAIRE

<b>PARTIE</b>	<b>PAGE :</b>
Introduction	1
Problématique	2
<b>1<sup>ere</sup></b> <b><u>PARTIE :</u></b>	
I. Présentation didactique des techniques de prévision ciblées et leur évaluation.	3
I.1- Technique des moyennes mobiles simple (MMS)	
1.1.1 : Définition	6
1.1.2 : Domaine d'application de la technique (MMS)	8
1.1.3 : Insuffisance de la technique (MMS)	8
I.2- Technique des moyennes mobiles pondérées (MMP)	
1.2.1 : Présentation	9
1.2.2 : Domaine d'application de la technique (MMP)	9
1.2.3 : Insuffisance de la technique (MMP)	9
I.3-Technique du lissage exponentiel (LE)	
1.2.1 : Présentation	10
1.2.2 : Domaine d'application de la technique (LE)	12
1.2.3 : Remarques générales sur la (LE)	13
I.4-Modèles D'auto régression	14
1.4.1 : Présentation et calcul	15
I.5- Evaluation des techniques de prévision	19
<b>2<sup>eme</sup></b> <b><u>PARTIE :</u></b>	
II- Présentation de l'entreprise -GI- et diagnostic des résultats de la méthode actuelle de prévision de la production d'oxygène	22
II-1. Présentation de l'entreprise et son activité	23
II.1.1. Historique	23
II.1.2. Activités de l'entreprise	24
II.2.Prévision de production de G.I Skikda	28
II.2.1 Démarche	28
II-2.2 Comparaison des résultats : Prévisions/Réalisations	29
<b>3<sup>eme</sup></b> <b><u>PARTIE:</u></b>	
III- Application des techniques de prévision aux données de productions de l'oxygène liquide de l'entreprise et choix de la méthode optimale.	
III-1 Application des quatre techniques de prévision	
III.1.1 Technique MMS (application de deux modèles N=3, N=5)	32
III.1.2 Technique MMP (application de deux modèles de K)	36
III.1.3 Technique LE (application de trois modèles de $\alpha$ )	40
III.1.4 Technique d'auto régression (1 <sup>er</sup> et 2 <sup>eme</sup> degré)	43
III-2 Comparaison des résultats des modèles et choix de la meilleure technique de prévision	47
<b>Conclusion</b>	<b>50</b>

## **INTRODUCTION :**

GI est devenu « LINDE GAZ Algérie » une entreprise du groupe International LINDE.

Le nouvel acquéreur de l'entreprise des gaz industriels a été choisi non seulement parce qu'il représente la meilleure offre commerciale, mais aussi, et surtout, pour les perspectives de développement qu'il offre sur le plan technique, mais aussi sur le plan des méthodes de MANAGEMENT.

Ce qui est proposé d'entreprendre dans ce mémoire, c'est de mettre en relief des lacunes constatées dans le management de la production et plus précisément dans la prévision de la production.

Analyse faite, il est recommandé l'application des méthodes de calcul de prévision de la production et de leur évaluation respectives afin de sortir avec la méthode optimale à faire appliquer au niveau de l'entreprise, ainsi, cette étude servira de base de réflexion sur l'ensemble des méthodes de management de la production.

## PROBLEMATIQUE

Dans l'entreprise, aujourd'hui, il ne se passe pas une journée sans qu'un cadre n'ait à effectuer l'estimation de quelque chose :

- Ø Au service commercial : avoir une idée des ventes possibles pour les trois mois à venir ;
- Ø Au bureau des méthodes : l'évaluation du temps de montage d'un ensemble complexe ;
- Ø Au bureau des devis : une offre, exprimée en temps et en valeur ;
- Ø Au service des achats : un plan d'approvisionnement et de stockage pour couvrir les besoins en matières et composants des périodes à venir ;
- Ø Par ailleurs : l'évaluation des investissements en matériels, les plans d'embauche ou de licenciement nécessaires à la réalisation d'un programme envisager par la direction.. etc....

Il est noté, également, que la prévision se situe en amont des techniques de calcul des besoins. A ce titre, elle est une étape incontournable dans la préparation des plans d'approvisionnement et des plans de charge des entreprises industrielles afin d'optimiser les flux.

Malgré les difficultés, toutes ces actions doivent être conduites avec un minimum de risque d'erreur ; en effet, les conséquences des défauts en matière d'estimation prévisionnelle peuvent être graves voire dramatiques pour le fonctionnement de l'entreprise.

A titre d'exemple, lors de l'élaboration d'un devis constituant la base d'une offre à un client, une sous-estimation du temps et du coût entraînera une perte après réalisation mais une surestimation risquera d'ôter toute compétitivité.

De même dans l'établissement d'un plan d'approvisionnement, une prévision trop forte des consommations futures engendrera un stock, alors qu'une prévision trop faible pourra se traduire par des ruptures dans l'avenir. Au niveau du management général, les erreurs de prévision dans la mise en place des infrastructures et des plans d'embauche ou de

licenciement du personnel risque d'orienter l'entreprise dans la mauvaise direction pour les cinq à dix ans à venir.

De plus ce problème devient actuellement de plus en plus délicat, car ce contexte industriel et économique fait que l'entreprise évolue dans un univers aléatoire ou rien n'est acquis même lorsque les facteurs influents semblent connus et maîtrisés.

Dans ces conditions deux attitudes peuvent être adoptées :

1. Toute tentative de prévision est utopique et il vaut mieux concentrer son énergie à bien gérer le présent et à supputer des données pour le futur, en tenant compte du capital expérience et surtout des opportunités qui se présentent ;
2. Tracer, d'une manière rationnelle, une image du futur, quitte à mener dans un deuxième temps une action volontariste pour modifier cette évolution.

Ces deux attitudes sont rencontrées dans de nombreuses entreprises, la première est encore beaucoup trop adoptée au sein des PMI, PME, mais aussi à l'intérieur de certains services de grandes entreprises, la seconde gagne du terrain, et c'est une bonne chose, grâce souvent à l'embauche de jeunes cadres « initiés » aux techniques de prévision.

Contenu de ce qui précède, l'entreprise des gaz industriels a inscrit cette démarche parmi les priorités et elle profite de l'expérience des autres pour compenser les défaillances existantes pour l'élaboration des prévisions.

Dans cette optique, le travail qui sera présenté est un document qui pourrait servir de méthodologie pratique dans le règlement de la problématique des prévisions dans l'entreprise.

Afin de pouvoir développer ces points, nous nous sommes appuyés sur la démarche suivante :

**1<sup>ere</sup>**

**PARTIE :**

I. Présentation didactique des techniques de prévision ciblées et leur évaluation.

I.1- technique des moyennes mobiles simple (MMS)

I.2- technique des moyennes mobiles pondéré (MMP)

I.3-technique du lissage exponentiel (LE)

I.4-Modèles D'auto régression

I.5- Evaluation des techniques de prévision

**2<sup>eme</sup>**

**PARTIE :**

II- Présentation de l'entreprise -GI- et diagnostic des résultats de la méthode actuelle de prévision de la production d'oxygène

II-1. Présentation de l'entreprise et son activité

II-2. Comparaison des résultats : Prévisions/Réalisations

**3<sup>eme</sup>**

**PARTIE :**

III- Application des techniques de prévision aux données de productions de l'oxygène liquide de l'entreprise et choix de la méthode optimale.

III-1 Application des quatre techniques de prévision

III-2 Comparaison des résultats des modèles et choix de la meilleure technique de prévision

**1<sup>ère</sup> PARTIE :**

**I- Présentation didactique des techniques de  
prévision**

## **Préalable :**

Il existe deux approches à l'opération de prévision, la première est basé sur l'analyse et l'étude de la série chronologique relative au phénomène étudié tout en essayant de préciser la loi essentielle qui régit son évolution, et puis essayer de l'étendre à une période future, sans rentrer dans les facteurs qui poussent le phénomène étudié à changer à travers le temps.

En ce qui concerne la deuxième approche, elle est basée sur l'analyse du phénomène et la prévision de ses niveaux à travers les évolutions attendus dans les facteurs explicatifs.

Dans ce mémoire, les techniques les plus importantes sont examinées. Celles-ci utilisent la première approche et l'ensemble de ces techniques sont souvent appelées les prévisions à court terme dont les séries chronologiques sont stationnaires, ce sont des techniques qui permettent de prévoir en une seule période, car la prévision pour la période (t+1) nécessite la présence de l'observation effective relative à la période (t)

## **I-1 LA PREVISION A L'AIDE DE LA TECHNIQUE DES MOYENNES MOBILES SIMPLE:**

### **I.1.1 Définition :**

#### **Ø Moyenne mobile**

Une moyenne mobile est un indicateur qui montre la valeur moyenne d'un prix sur une certaine période. En d'autres termes, la moyenne mobile est une analyse mathématique de la valeur moyenne d'un prix sur une durée prédéterminée. A mesure que le prix change, sa moyenne mobile s'oriente à la hausse ou à la baisse. Comme les moyennes mobiles sont des moyennes, elles lissent les prix. C'est pourquoi les moyennes mobiles sont utilisées pour indiquer des tendances ou des renversements de tendances.

La différence entre les trois types de moyennes mobiles concerne le poids attribué aux données les plus récentes. Les moyennes mobiles simples accordent une importance égale à chaque prix. Les moyennes mobiles exponentielles et pondérées donnent plus de poids aux prix récents. Cela signifie que chaque moyenne mobile a son propre caractère, par exemple chaque moyenne mobile va réagir différemment au prix du sous-jacent.

## **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

### Ø Moyenne mobile simple

La moyenne mobile simple est la plus utilisée et la plus populaire des moyennes mobiles.

La première raison est la facilité à laquelle les moyennes mobiles simples sont calculées. Une moyenne mobile simple est calculée en additionnant les valeurs d'un certain nombre de période et ensuite divisées par la somme du total des nombres de valeurs.

Comme les autres moyennes mobiles, la moyenne mobile simple sélectionnée lisse le sous-jacent. C'est pourquoi les moyennes mobiles sont utilisées pour indiquer des tendances ou des renversements de tendances.

Cette technique est basée sur le calcul de la moyenne arithmétique en se basant sur un nombre bien défini de périodes et le relier à la période suivant la dernière période sur laquelle s'est basé le calcul de la moyenne arithmétique, cela veut dire dans ce cas, que la prévision est sous la formule de :

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

$$\text{C a d} \quad : \quad \hat{X}_{t+1} = 1/n \sum_{c=t-N+1}^t X_i$$

Où :

$\hat{X}_{t+1}$  : la prévision pour la période (t+1)

$X_t$  : le niveau effectif de la période (t)

t : indice de la période N , nombre de niveaux sur les quels s'est basé le calcul de la moyenne arithmétique (principale)

Il faut noter que plus l'écart type de prévision est petit plus la technique en utilisant la moyenne mobile est meilleure.

En général plus il y a un nombre d'observation important dans le calcul de la moyenne mobile plus le résultat est meilleur, c. a .d plus les effets des facteurs aléatoires qui troublent l'évolution du phénomène sont évités à condition que la série chronologique réponde aux niveaux effectifs des conditions de la série chronologique stationnaire.

#### I.1.2- Domaine d'utilisation de la méthode des moyennes mobiles :

Cette technique est appropriée lorsqu'une quantité considérable de marchandise est le sujet de prévision, exemple la prévision de la demande sur une dizaine de produits de la société car quand il s'agit d'un nombre considérable de marchandise cela signifie qu'il y'a un nombre considérable de série chronologique donc, l'utilisation de techniques complexes peut s'avérer être coûteux et prend du temps, cette technique peut être utilisée au niveau de la société dans la prévision sur une dizaine de marchandise que la société produit ou commercialise et avec des prix de dizaine de matières premières et des marchandise intermédiaire qu'elles utilisent ou d'autre.

Tant disque au niveau global, il est possible d'utiliser dans la prévision d'un nombre de chômeurs selon les branches de l'activité économique, la prévision avec des niveaux records des prix des différentes marchandises de consommation et d'autre utilisations.

#### I.1.3- Les insuffisances de la technique des moyennes mobiles simple (M.M.S) :

Il est à noter que cette technique est utilisée uniquement dans la prévision d'une seule période, contenu du fait que la prévision pour la période suivante nécessite la présence de la dernière observation effective, d'autre part cette technique n'est utilisée dans les séries chronologiques stationnaires.

De plus la technique des moyennes mobiles simple ne prend pas en compte toutes les observations effectives disponibles car elle n'utilise des observations effectives qu'un nombre  $N$ , par ailleurs cette technique donne la même importance aux différents niveaux dont le nombre est  $(N)$  et qui rentrent dans le calcul de la moyenne arithmétique, ce qui signifie que cette technique ne répond pas aux changements qui pourraient affecter la nature du changement du phénomène.

La technique suivante essaye de combler cette insuffisance en donnant des poids différents aux niveaux du phénomène qui rentrent dans le calcul de la moyenne arithmétique mobile.

## I-2 LA PREVISION A L'AIDE DE LA TECHNIQUE DES MOYENNES MOBILES PONDEREES:

### I.2.1- Présentation

A partir des insuffisance principales de la moyennes mobiles simple du fait qu'elle donne les mêmes poids à toutes les valeurs de N, la technique des moyennes mobiles pondéré essaye de combler cette insuffisance en donnant des facteurs différents aux niveaux effectifs dont le nombre est N et ce en donnant une importance plus grande au niveau effectif récent.

Si le niveau qui est le sujet de la prévision  $X$  est défini par les moyennes mobiles basé sur trois périodes alors :

$$\hat{X}_{t+1} = k_1 X_t + k_2 X_{t-1} + k_3 X_{t-2}$$

Tandis que si le niveau qu'est le sujet de la prévision  $X_{t+1}$  est défini par des moyennes mobiles basées sur quatre périodes alors :

$$\hat{X}_{t+1} = k_1 X_t + k_2 X_{t-1} + k_3 X_{t-2} + k_4 X_{t-3}$$

Et la condition principale dans tout les cas est :

$$\sum_{i=1}^N k_i = 1$$

### I.2.2- Domaine d'utilisation de la moyenne mobile pondéré (MMP) :

Cette technique est utilisée dans les mêmes domaines d'utilisation cites pour la moyennes mobiles simple.

### I.2.3- Insuffisances de la technique des moyennes mobiles pondérées (MMP) :

## MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

Bien que la technique des moyennes mobiles pondéré est meilleure que celle des moyennes mobiles simple du fait qu'elle donne une importance plus grande aux observations effectives récentes, néanmoins le choix de  $K$  reste le plus grand problème de cette technique bien qu'initialement cette technique peut être utilisé selon différentes considérations de  $K$ . Après vient l'évaluation, d'où la meilleure considération sera prise. Celle qui s'adapte le mieux au phénomène sujet à la prévision. Néanmoins, il existe une infinité de considération possible donc une infinité de niveau prévisible et le problème devient plus complexe face à une quantité considérable des séries chronologiques.

Il faut noter que les deux techniques précédemment citées : moyennes mobiles simple et moyennes mobiles pondéré, nécessitent la sauve garde de «  $N$  » des dernières observations effectives.

Les insuffisances de la moyennes mobiles pondéré seront comblés en donnant, une considération à  $K$  qui décroît en suivant une suite géométrique en commençant par la dernière observation effective  $X_t$ , d'autre part la technique du lissage exponentiel ne nécessite pas la sauvegarde d'un très grand nombre d'observation effective.

### **I.3- PREVISION A L'AIDE DE LA TECHNIQUE DU LISSAGE EXPONENTIEL**

#### **I.3.1 Présentation :**

Il existe deux remarques principales concernant les techniques des moyennes mobiles simples et moyennes mobiles pondéré, qui ont conduit à leur préférer l'utilisation de la technique du lissage exponentiel (L.E).

#### **Ø Remarque 1 :**

Pour obtenir la prévision pour l'année  $(t+1)$ , il faut stocker les informations concernant les observations effectives pour chaque période  $N$  qui rentre dans le calcul de la moyenne mobile et cela peut s'avérer être coûteux.

#### **Ø Remarque 2 :**

La technique des moyennes mobiles simples donne les mêmes coefficients aux différentes valeurs de  $N$  ajoutant qu'il y a une défaillance dans la technique des moyennes

mobiles pondéré lorsqu'elle essaye de donner des coefficients différents aux valeurs de  $n$  ce qui pose un problème pour déterminer une structure pour  $k$ .

En outre chacune des techniques moyennes mobiles simples et moyennes mobiles pondéré ne prend pas en considération les observations antérieures à  $(t-1)$ .

La technique du lissage exponentiel comble les insuffisances des techniques précédemment citées, et ce, en donnant une structure bien définie aux pondérations des observations précédentes.

Le lissage exponentiel est fondé sur l'équation suivante :

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) \hat{X}_t$$

Tel que :

Ø  $\alpha =$  coefficient de pondération et il est aussi appelé : constante de lissage

Ø  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

La formule citée ci-dessus est la formule générale qui permet de calculer une prévision suivant la technique du lissage exponentiel.

De cette formule il est déduit que la méthode du lissage exponentiel ne nécessite pas un grand nombre d'informations, il suffit de connaître la dernière observation effective  $\hat{X}_t$  et la dernière valeur prévue  $X_t$  et la valeur de la constante de lissage  $\alpha$ , pour pouvoir effectuer la prévision pour la période suivante.

Si on applique la formule :

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) \hat{X}_t$$

Comme suit :

$$\hat{X}_t = \alpha X_{t-1} + (1-\alpha) \hat{X}_{t-1}$$

On aura

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) [\alpha X_{t-1} + (1-\alpha) \hat{X}_{t-1}] \text{ donc}$$

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + (1-\alpha)^2 \hat{X}_{t-1} \text{-----(1)}$$

Nous avons :

$$\hat{X}_{t-1} = \alpha X_{t-2} + (1-\alpha) \hat{X}_{t-2} \text{-----(2)}$$

De (1) et (2) on aura :

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + (1-\alpha)^2 [\alpha X_{t-2} + (1-\alpha) \hat{X}_{t-2}]$$

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 X_{t-2} + (1-\alpha)^3 \hat{X}_{t-2}$$

En suivant les mêmes étapes on obtiens :

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 X_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^3 X_{t-3} + \alpha(1-\alpha)^4 X_{t-4} + \dots$$

Mathématiquement on a :

$$\sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1-\alpha)^i = 1$$

La technique du lissage exponentiel prend en considération toutes les observations effectives précédentes à commencer par la période (t).

Le lissage exponentiel donne des pondérations différentes et décroissante à chacune des observations, à commencer par l'observation effective  $X_t$ .

Cette importance décroissante se fait selon une suite géométrique, ainsi le lissage exponentiel est un cas particulier des moyennes mobiles pondérées, tout en ne se contentant pas (pour le lissage exponentiel) du nombre  $n$  des observations effectives, ce qui est le cas des moyennes mobiles pondérées.

La formule sur laquelle se base méthode du lissage exponentiel est :

$$\hat{X}_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) \hat{X}_t$$

On peut l'écrire comme suit :

$$\hat{X}_{t+1} = \hat{X}_t + \alpha (\hat{X}_t - X_t)$$

Cela veut dire que le niveau prévu  $\hat{X}_{t+1}$  est la dernière prévision  $\hat{X}_t$  plus  $\alpha$  fois la déviation de la valeur effective par rapport à la prévision  $(\hat{X}_t - X_t)$ .

De ce fait : si  $\alpha$  se rapproche de 1 cela voudra dire que nous avons donné une grande importance à la dernière observation effective, et au contraire plus  $\alpha$  est inférieure à 1 plus l'importance est répartie sur un grand nombre d'observations effectives antérieurs.

### I.3.2- Domaines d'application du lissage exponentiel :

Le lissage exponentiel est le plus souvent utilisé dans les applications économiques et financières, surtout au niveau des sociétés et entreprises.

Elle est utilisée dans la prévision des stocks, ventes, et dans la préparation des budgets prévisionnels et estimatifs. Etc...

L'utilisation de cette technique s'est répandue de par sa facilité d'utilisation en plus du fait qu'elle ne nécessite pas une quantité importante d'informations.

Cependant, la détermination de la constante de lissage  $\alpha$  reste l'inconvénient majeur de cette technique.

## **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

L'expérience qui consiste à utiliser le lissage exponentiel dans la prévision des phénomènes économiques a révélé que la valeur de  $\alpha$  doit être comprise entre 0.05 et 0.3, et si il s'avère dans certains cas que la valeur qui convient à  $\alpha$  est supérieure à 0.3.

Alors cela prouve que la série temporelle ne suit pas les conditions de la série temporelle stationnaire.

Ce qui veut dire que : le lissage exponentiel ne convient pas à la prévision dans ce cas.

Il conviendrait alors, d'utiliser, soit des techniques de lissage exponentiel d'ordre supérieur, ou une des techniques de prévision pour les séries temporelles non stationnaires.

La relation qui lie la constante de lissage  $\alpha$  au nombre d'observations effectives N qu'englobe l'opération de lissage lors de la prévision est la suivante :

$$\alpha = 2/N + 1$$

Le tableau suivant donne :

$\alpha$	N
0.05	39
0.1	19
0.2	9
0.3	5.66~6
0.5	3

**Tableau :** L'âge moyen de la série temporelle à chaque valeur de la constante de lissage.

C'est-à-dire que pour  $\alpha=0.05$ , il y aura 39 observations antérieures, et lorsque  $\alpha=0.7$ , il y aura 19, etc..

Du fait qu'au cours de la vie économique il y a des séries temporelles à volume moyen soit 15 à 25 périodes, explique la fréquence d'utilisation de  $\alpha=0.1$  dans les prévisions de phénomènes économiques.

Pendant, il est conseillé de préparer des prévisions pour différentes valeurs de  $\alpha$  qui donne le plus petit écart type de prévision.

### I.3.3- Remarques générales sur le lissage exponentiel:

- § La moyennes mobiles simple et la moyennes mobiles pondéré nécessitent toute les deux un nombre défini d'observations effectives N qui défini le niveau prévu.

- § Par contre le lissage exponentiel tend à prendre en considération chacune des observations disponibles et ce en répartissant l'importance selon une suite géométrique décroissante à commencer par la dernière observation effective.
- § Le lissage exponentiel et la moyennes mobiles pondéré se rejoignent sur le principe que la dernière observation effective  $X_t$  est plus importante que l'observation  $X_{t-1}$  et ainsi de suite.
- § Il y a certains phénomènes qui n'obéissent pas à cette logique, car il se pourrait que l'observation  $X_{t-1}$  que  $X_t$  dans la détermination de la prévision de la période  $(t+1)$  ce qui généralement le cas, par exemple dans la vente du pain.

#### **I.4 -TECHNIQUE DE PREVISION A L'AIDE DES MODELES D'AUTO REGRESSION :**

L'étude de la relation pour la formuler sous forme d'équation de régression s'effectue généralement entre deux phénomènes ou plus, Y comme (second) indépendant et  $X_i$  ( $i=1,2,\dots,N$ ) comme facteur indépendant, sauf qu'il s'agit de formuler la relation entre les niveaux de la série  $X_t$  et de la même série en retard d'un pas de temps  $K$  c.a.d  $X_{t-k}$ , c'est pour cela que ce genre de régression est appelé : auto régression .

Cette idée est basée sur une supposition principale : les niveaux du phénomène successifs chronologiquement sont liés, c.a.d que le niveau d'un phénomène à une période  $t$  est lié au niveau du phénomène à la période  $t-1$  et à la période  $t-2 \dots \dots \dots$ etc .

Les modèles de régression ne supposent pas d'avance que  $X_{t-1}$  a une influence plus grande que  $X_{t-2}$  sur  $X_t$ , ce qui est le cas pour les différentes techniques de lissage précédemment exposées .

Dans la vie économique et sociale il est possible de percevoir la liaison des niveaux d'un phénomène précis a travers le temps ou le niveau du phénomène dans la période  $t$  est influence par les niveau du phénomène à la période précédente et celle qui la précède, par exemple : le nombre des habitants en 1996 à relation avec le nombre des habitants de l'année précédente 1995 et du nombre d'habitants de l'année 1994 ...etc .

L'équation de régression qui représente la relation entre la série chronologique  $X_t$  avec ses niveaux  $X_{t-1}$ ,  $X_{t-2}, \dots, X_{t-k}$  est appelée équation d'auto régression ou modèle d'auto régression

$$X_t = Q_1 X_{t-1} + Q_2 X_{t-2} + \dots + Q_k X_{t-k}$$

**Les facteurs  $Q_1, Q_2, \dots, Q_k$  sont les facteurs d'auto régression.**

#### **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

Le facteur de relation ( $r_k$ ) qui représente l'intensité de la relation entre la série  $X$  et la série  $X_{t-1}$  est appelée facteur d'auto régression d'ordre  $k$

Ce qui est sûr est que le niveau du phénomène à la période  $t$  n'est pas influencé par les niveaux qui le précèdent, celle-ci est influencée à un certain degré par le degré qui le précède directement c.à.d par  $X_{t-1}$  et à un certain degré par  $X_{t-2}$  et aussi de suite jusqu'au dernier niveau  $X_{t-k}$  qui a une influence sur le niveau  $X_t$  tant que  $X_t$  n'est pas influencé par les autres niveaux qui précèdent le niveau  $X_{t-k}$ , et que son influence est tellement petite qu'elle est négligeable.

Donc la problématique qui se pose consiste en la recherche du nombre et de l'efficacité de l'influence sur le niveau  $X_t$  des niveaux précédents, alors l'équation d'auto régression peut contenir un deux éléments ou plus et conformément au nombre d'éléments contenus dans l'équation d'auto régression l'ordre de l'équation d'auto régression peut être défini.

Donc :

**Equation d'auto régression d'ordre 1 :**

$$X_t = Q_{11} X_{t-1}$$

**Equation d'auto régression d'ordre 2 :**

$$X_t = Q_{21} X_{t-1} + Q_{22} X_{t-2}$$

**Equation d'auto régression d'ordre 3 :**

$$X_t = Q_{31} X_{t-1} + Q_{32} X_{t-2} + Q_{33} X_{t-3}$$

**Equation d'auto régression d'ordre  $k$  :**

$$X_t = Q_{k1} X_{t-1} + Q_{k2} X_{t-2} + Q_{k3} X_{t-3} + \dots + Q_{kk} X_{t-k}$$

Afin d'extraire un modèle acceptable statistiquement pour l'auto régression il faut prendre une série chronologique dont le nombre de niveaux n'est pas inférieure à 50 niveau, dans ce qui suit il y a les étapes qu'il faut suivre dans la construction d'un modèle d'auto régression et son utilisation pour la prévision.

Premièrement :

Déterminer l'ordre de l'équation de régression, et ce en calcule les équations d'auto régression  $r_1, r_2, \dots, r_k$ , et déterminer l'ordre de l'équation de régression selon la plus grande valeur absolue de  $r$ .

Les statisticiens conseillent de continuer à calculer les facteurs d'auto relation jusqu' aux limites :

$1 < K \leq n/4$  tel que n longueur de la série chronologique.

Deuxièmement :

Estimation des coefficients d'auto régression  $Q_1, Q_2, \dots, Q_k$  et ce en utilisant la méthode des petits carrés.

Troisièmement :

En utilisant l'équation d'auto régression dans la prévision .néanmoins, se servir des facteurs d'auto relation de différents niveaux pour déterminer l'ordre de l'équation de régression n'est généralement pas suffisant car nous pouvons obtenir des coefficient de relation absurde donc il est d'usure de suivre d'autres étapes dans la détermination de l'ordre de l'équation de régression appropriée et l'utiliser dans la prévision ou construit directement 2 ,3 équations on plus si nécessaire d'ordre différent.

$$X = Q_{11} X_{t-1}$$

$$X = Q_{21} X_{t-1} + Q_{22} X_{t-2}$$

$$X = Q_{31} X_{t-1} + Q_{32} X_{t-2} + Q_{33} X_{t-3}$$

Puis choisir l'équation qui donne un petit écart type de prévision, ce dernier est calculé comme suit :

$$B = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \hat{X}_t)^2}{n-2K}}$$

Utiliser l'équation choisie pour obtenir la prévision pour la période suivant la dernière période.

Il faut noter qu'il est possible de construire des équations d'auto régression en ajoutant l'élément libre Q dans chaque équation ce qui rend les équations d'auto régression précédente comme suit :

$$X_t = Q_{10} + Q_{11} X_{t-1}$$

$$X_t = Q_{20} + Q_{21} X_{t-1} + Q_{22} X_{t-2}$$

$$X_t = Q_{30} + Q_{31} X_{t-1} + Q_{32} X_{t-2} + Q_{33} X_{t-3}$$

Dans ce cas la formule de l'écart type utilisé

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \hat{X}_t)^2}{n-2K-1}}$$

Le meilleur moyen d'évaluer les coefficients d'auto régression  $Q_{k1}, Q_{k2}, \dots, Q_{kk}$  est celle des moindres carrés.

L'équation s'auto régression se présente généralement comme suit :

$$X_t = Q_{k1} X_{t-1} + Q_{k2} X_{t-2} + \dots + Q_{kk} X_{t-k}$$

La différence entre les niveaux réels  $X_t$  et prévus  $\hat{X}_t$  est appelée (Ei).

Donc :

$$SSE = \sum e^2 = \sum (X_t - \hat{X}_t)^2 = \sum [X_t - (Q_{k1} X_{t-1} + Q_{k2} X_{t-2} + \dots + Q_{kk} X_{t-k})]^2$$

En effectuant les dérivées partielles pour chacun des  $Q_{k1}, Q_{k2}, \dots, Q_{kk}$  ; les équations suivantes sont obtenues :

$$\sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-1} = Q_{k1} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2} + Q_{k2} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2} + \dots + Q_{kk} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-k}$$

$$\sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-2} = Q_{k1} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2} + Q_{k2} \sum_{t=1+k}^n X_{t-2}^2 + \dots + Q_{kk} \sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-k}$$

$$\sum_{t=1+k}^n X_{t-k} X_{t-k} = Q_{k1} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-k} + Q_{k2} \sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-k} + \dots + Q_{kk} \sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-k}^2$$

La résolution des équations permettra de définir les coefficients d'auto régression  $Q_{k1}, Q_{k2}, \dots, Q_{kk}$

## MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

Dans le cas d'une équation d'auto régression d'ordre 1 :

$$X_t = Q_{11} X_{t-1}$$

L'évaluation du coefficient d'auto régression  $Q_{11}$  se fait par la résolution de l'équation :

$$Q_{11} = \frac{\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-1}}{\sum_{t=1+k}^n X_{t-1}^2}$$

Dans le cas d'une équation d'auto régression d'ordre 2 :

$$X_t = Q_{21} X_{t-1} + Q_{22} X_{t-2}$$

L'évaluation des coefficients d'auto régression  $Q_{21}$  et  $Q_{22}$  se fait par la résolution des équations :

$$\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-1} = Q_{21} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1}^2 + Q_{22} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2}$$

$$\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-2} = Q_{21} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2} + Q_{22} \sum_{t=1+k}^n X_{t-1}^2$$

Dans le cas d'une équation d'auto régression d'ordre 3 :

$$X_t = Q_{31} X_{t-1} + Q_{32} X_{t-2} + Q_{33} X_{t-3}$$

L'évaluation des coefficients  $Q_{31}$ ,  $Q_{32}$  et  $Q_{33}$  se fait à l'aide de la résolution des équations :

$$\begin{array}{cccc}
n & v & n & n \\
\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-1} = Q_{31} & \sum_{t=1+k}^v X_{t-1}^2 + Q_{32} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-2} + Q_{33} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-1} X_{t-3} \\
n & v & n & n \\
\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-2} = Q_{31} & \sum_{t=1+k}^v X_{t-1} X_{t-2} + Q_{32} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-2}^2 + Q_{33} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-3} \\
n & v & n & n \\
\sum_{t=1+k}^n X_t X_{t-3} = Q_{31} & \sum_{t=1+k}^v X_{t-1} X_{t-3} + Q_{32} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-2} X_{t-3} + Q_{33} & \sum_{t=1+k}^n X_{t-3}^2
\end{array}$$

Dans le cas des équations d'ordre supérieur, il est possible d'utiliser des matrices.

## 1.5- EVALUATION DES TECHNIQUES DE PREVISION :

Le principe de hasard est inhérent à la prévision, cela signifie qu'au moment même de poser la loi fondamentale selon laquelle se développe le phénomène étudié la possibilité de déviation des valeurs prédites de la réalité reste inéluctable.

Le dénominateur commun de toutes ces méthodes est en fait un seul objectif : rendre ces déviations aussi minimales que possible.

De ce fait, l'évaluation des techniques de prévision réside dans cette question. En conclusion : la meilleure méthode est celle qui génère le moins de déviation des valeurs prédites de la réalité.

A travers l'exemple suivant, nous allons éclaircir l'opération d'évaluation d'une technique donnée, qui a été utilisée dans une période limitée dans la prévision :

Les données dans le tableau (1) représentent les ventes effectives  $Y$  d'un des produits, ainsi que les valeurs prévues dans une période de 12 mois.

On remarque que, la « valeur » de l'écart, qui est uniquement la somme des écarts, nous donne une valeur proche de (zéro), et ce sur la base que les écarts négatifs annulent les écarts positifs (quatrième colonne).

Pour dépasser cette lacune, il faut calculer la valeur absolue des écarts, pour obtenir l'écart moyen relatif (cinquième colonne).

### **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

Néanmoins, l'utilisation de la quadrature de l'écart E2 donc la moyenne des de la quadrature des écarts (quatrième colonne) donne une meilleure image, parce qu'il met en exergue les grands écarts.

Par exemple, un écart de 10 est constaté sur une période, aura une valeur de 100, alors que s'il est distribué sur 5 périodes, ce qui veut dire un écart de 2 sur chaque période, il aura une valeur de 20 seulement.

En somme, la quadrature des écarts établis la distinction entre un écart constaté sur une seule période ou sur plusieurs périodes.

Naturellement, des petits écarts sur plusieurs périodes sont préférables à un grand écart sur une seule période.

**Tableau :**

période	Ventes effectives Yi	Ventes prévues ^ Yi	Ecart ^ E= Yi- Yi	Ecart absolu (E)	Quadrature de l'écart (E ) <sup>2</sup>
1	85	80	+5	5	25
2	91	89	+2	2	4
3	87	92	-5	5	25
4	94	96	-2	2	4
5	96	100	-4	4	16
6	102	108	-6	6	36
7	112	110	+2	2	4
8	98	100	-2	2	4
9	94	94	0	0	0
10	87	88	-1	1	1
11	84	78	+6	6	36
12	80	76	+4	4	16
<b>Total</b>	\	\	-1	<b>39</b>	<b>171</b>
<b>Moyenne</b>	\	\	<b>-0.083</b>	<b>3.25</b>	<b>14.25</b>

**Ø Remarque :**

Il n'est pas important de connaître la technique utilisée dans l'obtention des prévisions, il important dans cet exemple de montrer la méthode d'évaluation de la technique utilisée – qu'elle fut- après que soit écoulée une période déterminée dans son utilisation.

Avec ça, la quadrature de l'écart et sa moyenne contiennent le défaut de l'unicité de la quadrature de mesure, ce qui rend sa détermination difficile.

**MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

Afin de pallier à cet inconvénient, nous pouvons considérer sa racine carrée pour obtenir la racine des écarts mis au carré, ce qu'on appelle : L'ECART TYPE DE PREVISION.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Ou  $\sigma$  : est l'écart type de prévision
- Où le (n) correspond au nombre des écarts.

Cette formule sera utilisée pour évaluer et comparer toutes les techniques citées précédemment.

La technique qui donnera le plus petit écart type, sera considérée comme la meilleure.

Pendant, cette méthode ne s'utilise qu'en aval de la période de prévision, alors que le chercheur ou bien le manager a besoin d'un minimum de confiance dans la technique de prévision, spécialement si elle est utilisée pour la première fois.

Ceci repose sur la faculté qu'a la technique à décrire l'évolution du phénomène en amont de la période de prévision (RETROSPECTIVE).

En considérant que le phénomène étudié ne traverse qu'une seule étape de dévolution, et que l'opération de prévision est une projection du passé sur le futur, donc, si la technique utilisée est décrite très bien les niveaux effectifs du phénomène sur la période passée ; il sera affirmé que la technique est bonne et rassurera quant à son utilisation dans les périodes futures.

De ce qui a précédé, il est noté que toutes les techniques utilisées reposent sur l'analyse des séries chronologiques.

**2<sup>ème</sup> PARTIE :**

**II- Présentation de l'entreprise -GI- et  
diagnostic des résultats de la méthode actuelle  
de prévision de la production d'oxygène**

## **II.1- PRESENTATION DE L'ENTREPRISE :**

GI est présent sur l'ensemble du territoire national par un réseau comprenant.

\*Neuf unités de production : Alger (H-Day/Reghaia), Annaba, Constantine, Ouargla, Oran, Bouira, Sidi Bel Abbas, Arzew, Skikda.

Avec neuf unités GI assure la production des différents gaz industriels et médicaux à l'état comprimé, liquéfié ou dissous ainsi que certains mélanges de gaz.

L'entreprise « GI » assure également la commercialisation du matériel et accessoire liée à l'utilisation du gaz industriel.

### **II.1.1-HISTORIQUE**

L'entreprise nationale de production et de distribution des gaz industriels « GI » était une division de l'ex « SNS » sous tutelle du ministère de l'industrie et de l'énergie de 1972 à 1978 puis du ministère de l'industrie lourdes « MIL » de 1979 à 1983.

Son origine remonte au rachat par SNS des vieilles usines de la société multi nationale « Air Liquide » en 1972.

A la suite de la restructuration organique de la SNS en 1983, « GI » a été créée par le décret N°83-32 du 1<sup>er</sup> Janvier 1983 et placés sous tutelle du ministère de l'énergie et des industries chimiques et pétrochimiques de 1983 à 1989.

Dans le cadre de la loi 88-01 du 12 Janvier 1988 sur l'autonomie « GI » a été transformé en société par action et est entrée dans l'autonomie le 11 Février 1989 avec un capital de 30 millions de dinars repartis entre, Fonds de participation chimie, pétrochimie, pharmacie, fonds de participation biens d'équipements, fonds de participation hydrocarbures, hydrauliques.

En 1996, suite à la dissolution des fonds de participation, toutes les actions ont été mises par l'entreprise furent transférées au holding chimie, pharmacie, service, puis à la société de gestion et de participation « SGP » chimie pharmacie qui est actuellement l'unique actionnaire.

Actuellement GI est doté d'un capital 1.500.000.000 DA.

### **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

## II.1.2-ACTIVITE DE L'ENTREPRISE

L'entreprise nationale des gaz industriels GI a pour mission essentielle de satisfaire aux impératifs économiques et sociaux du pays en assurant la prise en charge des besoins générée par la multiplicité et l'hétérogénéité des applications des gaz industriels dans les différents secteurs de l'économie.

Sa mission essentielle est la production et la distribution des gaz industriels (voir tableau) gamme de production des gaz par unité.

La distribution de ces gaz à l'état liquide est assurée par une flotte de citerne cryogénique, sa distribution se fait par transvasement sur tank clientèle, alors que les produits gazeux nécessitent un processus supplémentaire de conditionnement qui fait appel à des bouteilles.

### Ø GAMME DE PRODUCTION DES GAZ PAR UNITE

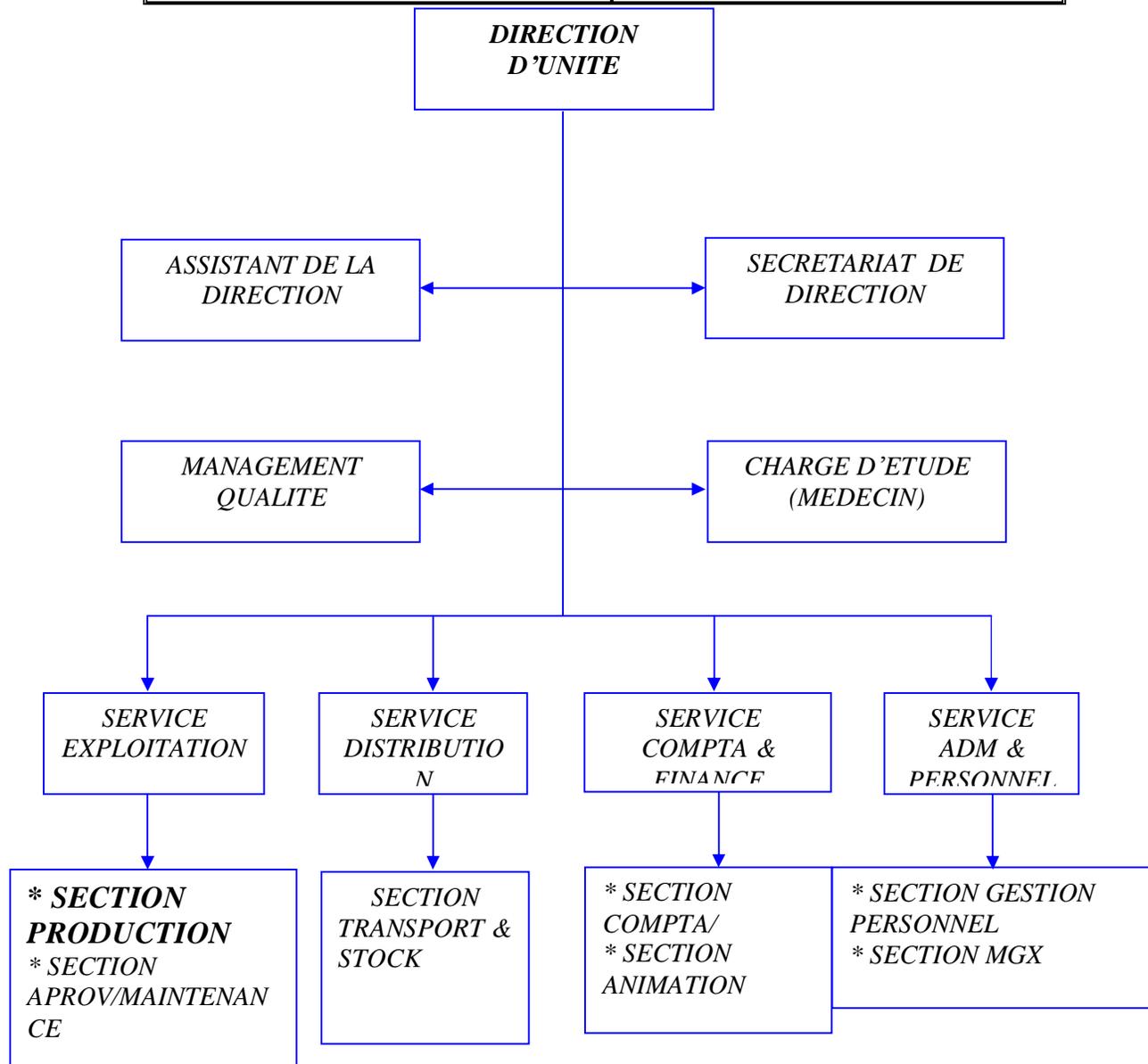
<i>UNITES</i>	<i>PRODUCTION</i>							<i>CONDITIONNEMENT</i>						
	<i>OL</i>	<i>NL</i>	<i>Ar L</i>	<i>CO2 V</i>	<i>N2O</i>	<i>C2H2</i>	<i>H2</i>	<i>OG</i>	<i>NG</i>	<i>ArG</i>	<i>CO2 Blles</i>	<i>CO2 Glace</i>	<i>N2O</i>	<i>Mél GI</i>
<i>Alger(R)</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
<i>Oran (O)</i>					*	*		*	*		*		*	
<i>Annaba (A)</i>						*			*	*	*	*		*
<i>Constantine (C)</i>					*	*		*	*		*		*	
<i>Ouargla (G)</i>						*		*	*	*	*	*		*
<i>Bouira (B)</i>				*		*		*	*	*	*		*	*
<i>S- Belabbas(S)</i>						*		*		*	*		*	
<i>Arzew (Z)</i>	*	*		*										
<i>Skikda (K)</i>	*	*	*	*			*	*	*	*	*			

### MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

## Ø ORGANISATION DE L'UNITE DE SKIKDA

Ä Raison sociale	production et distribution des gaz industriels.
Ä Adresse	Zone industrielle pétrochimique B.P 111- Skikda
Ä Effectif global	47
Ä Effectif permanent	47
Ä Superficie totale de l'unité	38 400 M2
Ä Superficie couverte	4.303 M2
Ä Date de construction de l'unité	1993



### MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

## **Ø ACTIVITE DE L'UNITE DE SKIKDA**

L'activité principale de l'unité de Skikda est la production de deux genres de produits, selon deux types d'ateliers :

### **a) Atelier 4000 L/H :**

Produits:

- Oxygène Liquide, Azote Liquide, Argon Liquide, le précédé de leur fabrication, est la distillation à froid des gaz de l'air.

### **b) Atelier CO2 2T/H:**

Ä Obtention du CO2 par combustion du gaz naturel.

### **c) Unité de production d'azote gazeux**

Ä Partenariat ENGI. (Groupe MESSER –Allemagne) : 6700 Nm<sup>3</sup>/H d'azote gazeux soit équivalent de 9850 Litres.

## **Ø L'ENTREPRISE GI ET LA CONCURRENCE**

L'entreprise GI est en croissance continue, il convient de signaler que ces performances ont été réalisées en dépit des restrictions générées par la réglementation contraignante régissant la circulation des bouteilles des gaz industriels, et de certains produits chimiques utilisées dans le cadre des activités de production et de commercialisation.

Les pratiques concurrentielles déloyales exercées par certains des concurrents ont, certes affecté le volume des ventes mais restent, tout au moins pour le moment, limitées dans leur portée, grâce aux capacités d'adaptation qui permettent, encore à ce stade, de maîtriser la situation.

Sur les marchés extérieurs, la dimension maghrébine a été renforcée par l'élargissement des exportations sur le marché libyen.

En matière d'investissements les efforts sont maintenus conformément aux objectifs définis à travers le business plan.

Les mobilisations de fonds ont porté essentiellement à des opérations de renouvellement et d'extension des capacités en stockage et de transport cryogénique.

## **MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De  
L'oxygène liquide Unité GI Skikda

D'autres investissements à caractère immatériel ont été réalisés dans les domaines de la mise à niveau de management ; ce qui a valu à l'entreprise GI, l'obtention de la certification ISO 9001/2000.

Parmi les actions de partenariat effectuées par l'entreprise, nous enregistrons avec satisfaction l'achèvement, dans les délais, au terme de l'année 2002, du projet GI/LINDE ALGERIE dont l'entrée en production a été opérée en 2003. et MESSER ALGERIE qui, bien qu'elle soit opérationnelle depuis 2000, reste encore en sous activité en raison des défaillances dues à son principal client POLYMED.

Il a été également procédé à la privatisation de GI au profit du groupe allemand LINDE.

Il convient de signaler à ce sujet que la préoccupation majeure, au demeurant partagée par tous, reste la pérennité de l'activité, la préservation de l'emploi et l'amélioration des performances. C'est en cette faveur, que l'entreprise continue à faire prévaloir d'un climat social serein qui ne cesse de se renforcer grâce à l'attention particulière portée aux travailleurs à travers des actions à caractère social.

Il n'en demeure pas moins que, l'ensemble de ces performances à la fois sociales et économiques résulte de la participation active à ces objectifs communs, aussi bien des travailleurs de GI et du conseil d'administration.

## II.2- LES PREVISIONS DE PRODUCTION DE L'UNITE GI SKIKDA :

### II.2.1 Démarche :

Dans ce cas pratique, l'intérêt est porté sur la prévision de l'oxygène liquide, étant donné que ce produit a une très forte valeur ajoutée et le marché national est en pleine croissance.

La prévision actuelle de production de l'oxygène liquide tient compte :

- ↳ Taux de marche de l'installation de production (taux arbitrairement fixé)
- ↳ La cadence horaire de production (cadence affichée aux cours des essais de performance)
  - le nombre des heures d'arrêt pour entretiens
  - le nombre des heures d'arrêt divers (coupures de l'énergie électrique, coupure d'eau)

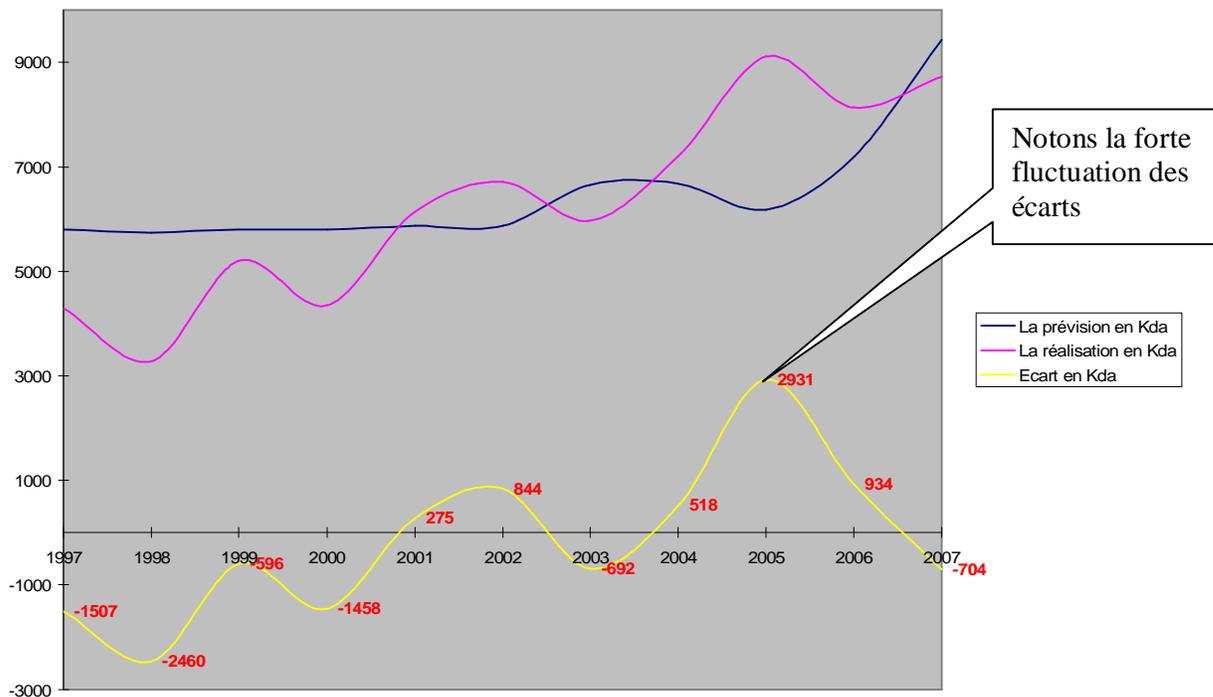
#### NOTA BENE :

Pour fixer des objectifs de production le responsable de production n'utilise pas une méthode rationnelle pour déterminer des prévisions.

Dans le tableau suivant présente les réalisations de production de l'unité depuis 1997 jusqu'à 2007 et un tableau comparatif est tracé pour démontrer la défaillance de prévision.

## II.2.2 Comparaison entre les réalisations et les prévisions de production d'oxygène liquide de l'unité GI SKIKDA

<i>Année</i>	<i>La prévision X10<sup>3</sup></i>	<i>La réalisation X10<sup>3</sup></i>	<i>Ecart X10<sup>3</sup></i>	<i>Taux de réalisation</i>
1997	5803	4296	-1507	74%
1998	5742	3282	-2460	57%
1999	5803	5207	-596	89%
2000	5803	4345	-1458	74%
2001	5869	6144	275	105%
2002	5869	6713	+844	115%
2003	6659	5967	-692	90%
2004	6683	7201	518	108%
2005	6181	9112	2931	148%
2006	7199	8133	934	113%
2007	9435	8731	-704	93%



**Figure 1:** courbe avec lissage de l'évolution de l'écart Prévision/Réalisation

## P CONSTAT :

D'après l'analyse du tableau (prévision / réalisation), il est bien claire que l'écart entre le réel et les chiffres prévisionnels est important, la réalisation est nettement supérieur aux prévisions ou nettement inférieur à celles –ci. Le but de cette étude, est d'exploiter les techniques de prévisions présentées dans le chapitre 1, afin de minimiser l'écart d'incertitude entre les objectifs et les réalisations.

$$\sum (X_t - \hat{X}_t)^2 = 22.297.511, \text{ d'où}$$

$$\sigma_{\text{réel}} = \sqrt{\frac{22.297.511}{9}} = 1574$$

$\sigma_{\text{réel}}$
<b>1.574</b>

### 3<sup>ème</sup> PARTIE :

III- Application des techniques de prévision aux données de productions de l'oxygène liquide de l'entreprise et choix de la méthode optimale.

## **III-1 APPLICATION DES QUATRE TECHNIQUES DE PREVISION**

### **III.1.1- Prévision de production à l'aide de la méthode de la moyenne mobile simple :**

Dans le **tableau N° 01**, la technique de la moyenne mobile simple (MMS) est appliquée pour déterminer la prévision de production de l'oxygène liquide pour l'année 2007. La technique est appliquée pour deux modèles de N, le premier modèle sur la base de N=3 et le deuxième modèle sur la base de N=5 et puis dans le **tableau N°02**, il est procédé à la comparaison entre les deux modèles par le calcul de l'écart type de prévision afin d'apprécier le résultat .

**Tableau N° 01** : Prévision de production de l’oxygène liquide pour l’année 2007 à l’aide de la moyenne mobile simple (M.M.S)

ANNEE	Période	La production réelle	La prévision $X_t$ sur la base de N=3	La prévision $X_t$ sur la base de N=5
1997	1	4296	-	-
1998	2	3283	-	-
1999	3	5208	-	-
2000	4	4346	4262	-
2001	5	6144	4279	-
2002	6	6713	5233	4655
2003	7	5967	5734	5139
2004	8	7201	6275	5676
2005	9	9112	6627	6074
2006	10	8133	7427	7027
2007	11	8731	8149	7425

**Tableau N°02 : Comparaison des prévisions de production en utilisant la MOYENNES MOBILES SIMPLE sur la base de N =3 et N=5**

Période	La production réelle	La MMS sur la bas de N°3			La MMS sur la bas de N°5		
		$\hat{X}_t$	$X_t - \hat{X}_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$	$\hat{X}_t$	$X_t - \hat{X}_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$
1	4296	-	-	-	-	-	-
2	3283	-	-	-	-	-	-
3	5208	-	-	-	-	-	-
4	4346	4262	+84	7056	-	-	-
5	6144	4279	+1865	3478225	-	-	-
6	6713	5233	1480	2190400	4655	2058	4235364
7	5967	5734	233	54289	5139	828	685584
8	7201	6275	926	857476	5676	1525	2325625
9	9112	6627	2485	6175225	6074	3038	9229444
10	8133	7427	706	498436	7027	1106	1223236
11	8731	8149	582	338724	7425	1306	1705636
<b>SOMME</b>				<b>13599831</b>	<b>19404889</b>		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \hat{X})^2}{n - N - 1}}$$

$$\sigma_{MMS1} = \sqrt{\frac{13599831}{7}} = 1393,08$$

$$\sigma_{MMS2} = \sqrt{\frac{19404889}{5}} = 1970$$

Il est noté que l'écart type de prévision pour N=3 est  $\sigma_{MMS1} = 1393,08$  et pour N=5 est  $\sigma_{MMS2} = 1970,00$  par comparaison :

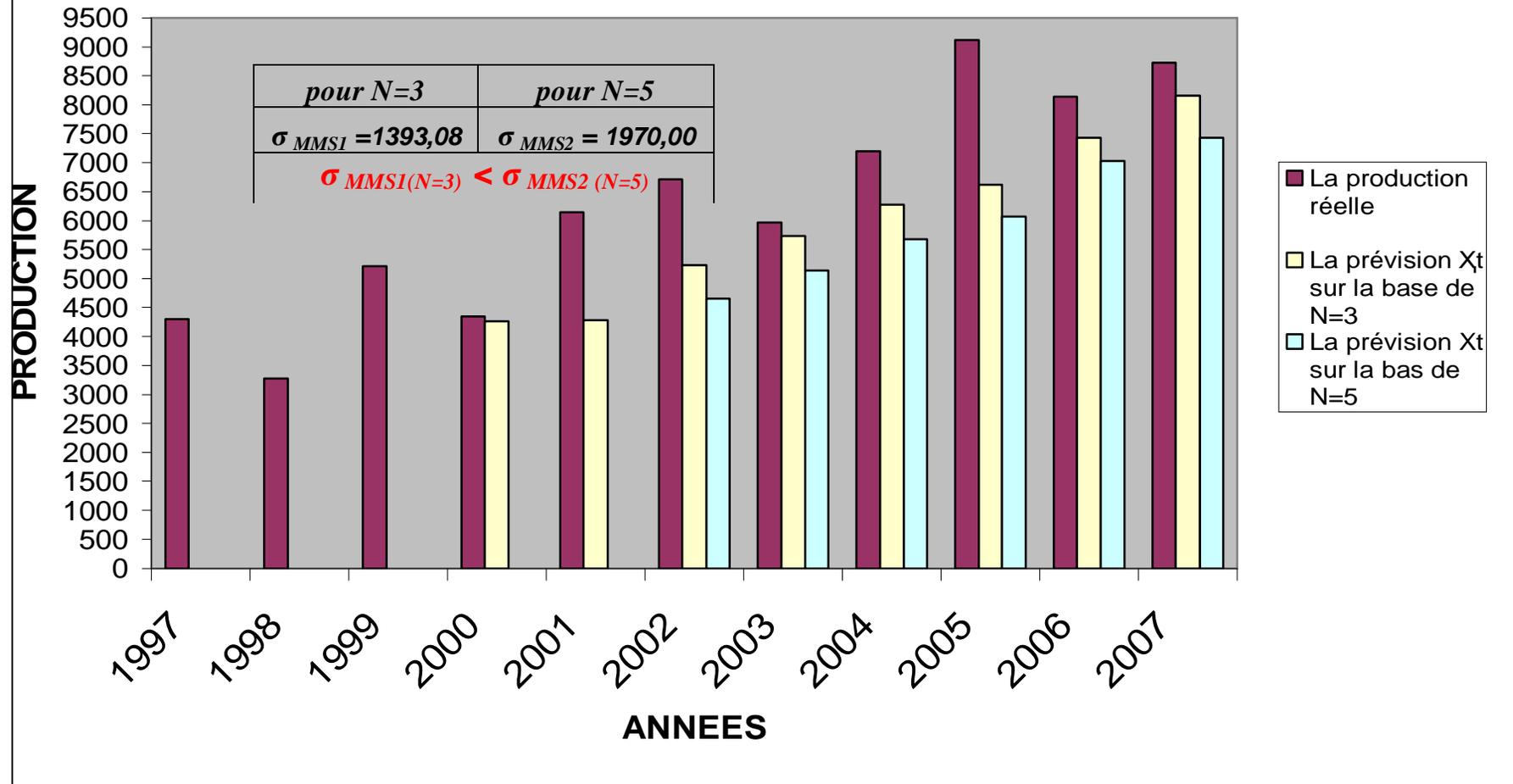
$\sigma_{MMS1} < \sigma_{MMS2}$ , il peut être conclut que la prévision à l'aide de la MMS sur la base de N=3 est meilleure à celle de N=5

**MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De

L'oxygène liquide Unité GI Skikda

## Prévision de production O2 liquide année 2007 methode(M.M.S)



### III.1.2- Prévion de production à l'aide de la méthode de la moyenne mobile Pondérée :

Dans le **tableau N°03**, la technique de la moyenne mobile pondérée (M.M.P) est appliquée pour déterminer la prévion de production de l'oxygène liquide pour l'année 2007.

Les niveaux prévus ont été calculés comme suit :

$$\hat{X}_{t+1} = K_1 X_t + K_2 X_{t-1} + K_3 X_{t-2}$$

La technique a été utilisée pour deux modèles différents de K :

**P** Le premier modèle :  $K_1 = 0,5$ ,  $K_2 = 0,3$ ,  $K_3 = 0,2$

**P** Le deuxième modèle :  $K_1 = 0,6$ ,  $K_2 = 0,25$ ,  $K_3 = 0,15$

**Le tableau N° 04**, donne la comparaison des deux modèles par le calcul de l'écart type de prévion afin d'apprécier le résultat

**Tableau N° 3 : Utilisation de la méthode des moyennes mobile pondérée (M.M.P) selon deux modèles différents dans le calcul de la prévision de production de l’oxygène liquide pour l’année 2007:**

Année	Production réelle	$X_{t+1}$	$X_{t+1}$
		$k_1=0,5 \quad k_2=0,3 \quad k_3=0,2$	$k_1=0,6 \quad k_2=0,25 \quad k_3=0,15$
1997	4296	-	-
1998	3283	-	-
1999	5208	-	-
2000	4346	4447	3340
2001	6144	4391	4401
2002	6713	5461	5553
2003	5967	6067	6216
2004	7201	6224	6179
2005	9112	6732	6819
2006	8133	7909	8162
2007	8731	8240	8236

**Tableau N°4 : Comparaison de deux modèles de k pour la prévision de production en utilisant la moyenne mobile pondérée M.M.P**

Période	La production réelle	k1=0,5 k2 = 0,3 k3 =0,2			k1=0,6 k2 = 0,25 k3= 0,15		
		$\hat{X}_t$	$X_t - \hat{X}_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$	$\hat{X}_t$	$X_t - \hat{X}_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$
1997	4296	-	-	-	-	-	-
1998	3283	-	-	-	-	-	-
1999	5208	-	-	-	-	-	-
2000	4346	4447	101	10201	3340	1006	1012036
2001	6144	4391	1753	3073009	4401	1743	3038049
2002	6713	5461	1252	1567504	5553	1160	1345600
2003	5967	6067	100	10000	6216	249	62001
2004	7201	6224	977	954529	6179	1022	1044484
2005	9112	6732	2380	5664400	6819	2293	5257849
2006	8133	7909	224	50176	8162	29	641
2007	8731	8240	491	241081	8236	495	245025
<b>TOTAL</b>				<b>11570900</b>	<b>12005885</b>		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \hat{X}_t)^2}{n-N-1}}$$

$$\sigma_{MMP1} = \sqrt{\frac{11570900}{7}} = 1285$$

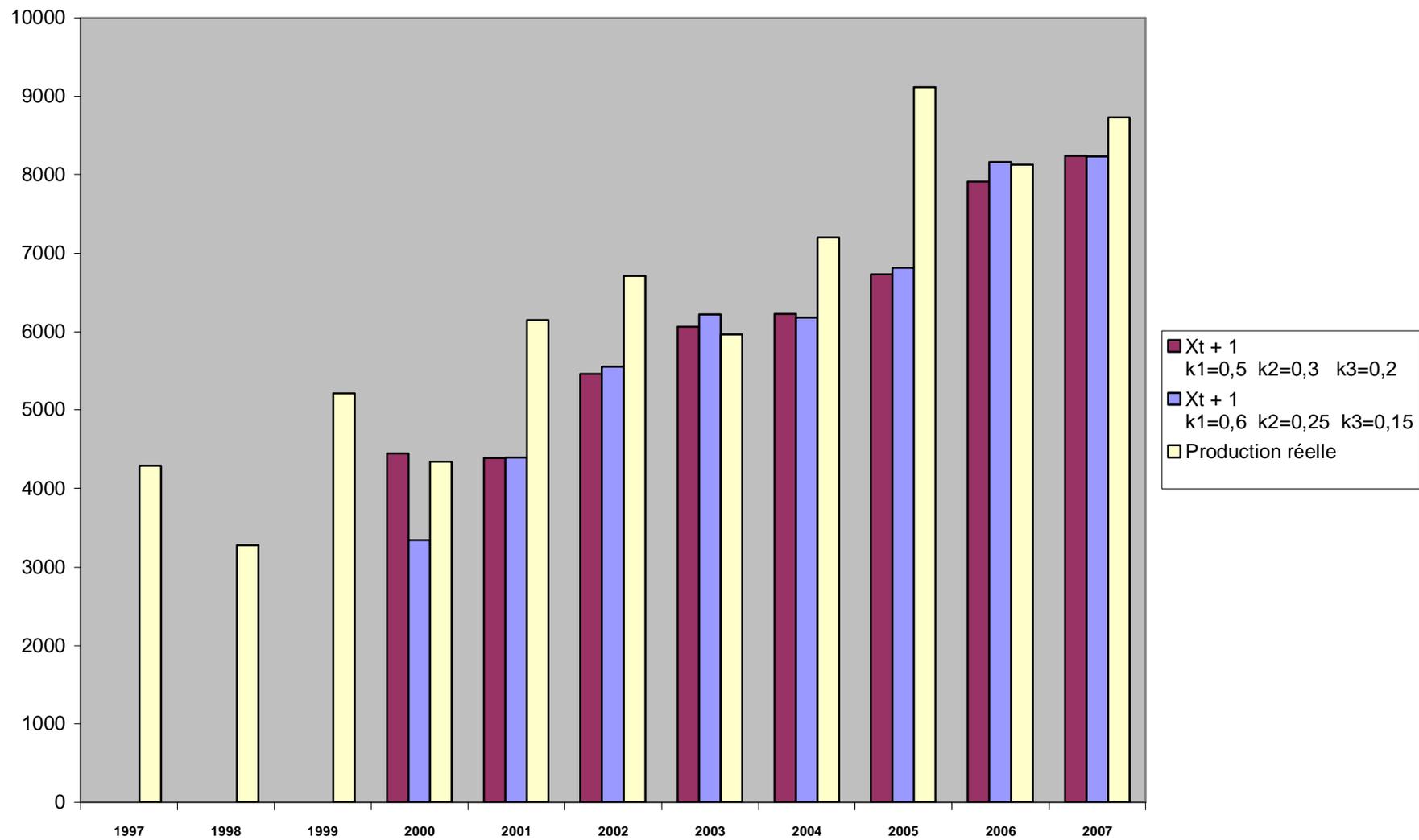
$$\sigma_{MMP2} = \sqrt{\frac{12005885}{7}} = 1309$$

Par comparaison  $\sigma_{MMP1} < \sigma_{MMP2}$ , bien que la différence entre  $\sigma_3$  et  $\sigma_4$  soit faible, il peut être affirmé que le premier modèle est le mieux adapté par rapport au deuxième modèle

## MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De

L'oxygène liquide Unité GI Skikda



**MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**  
 Prévission De Production De  
 L'oxygène liquide Unité GI Skikda

### III.1.3- Prévision de production à l'aide de la méthode du Lissage Exponentiel

Dans **le tableau N 05**, la technique du lissage exponentiel est appliquée pour déterminer la prévision de production de l'oxygène liquide pour l'année 2007.

Les niveaux prévus ont été calculés comme suit :

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

La technique a été utilisée pour trois valeurs différentes de  $\alpha$  ( $\alpha=0,1$ ,  $\alpha=0,2$ ,  $\alpha=0,5$ )

**Le tableau N 06**, donne la comparaison des trois modèles, pour connaître la meilleure valeur de  $\alpha$  qui donne le meilleur résultat de prévision.

**Tableau N°05 : Prévision de production de l'oxygène liquide pour l'année 2007 selon le lissage exponentiel**

Année	Production réelle	^ La production prévue X <sub>t</sub>		
		$\alpha=0,1$	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,5$
1997	4296	-	-	-
1998	3283	4296	4296	4296
1999	5208	4194	4093	3789
2000	4346	4295	4316	4485
2001	6144	4300	4322	4415
2002	6713	4484	4686	5279
2003	5967	4707	5091	5996
2004	7201	4833	5266	5981
2005	9112	5069	5653	6591
2006	8133	5473	6345	7851
2007	8731	5739	6702	7992

**Tableau N°06 : Comparaison des prévisions de production selon le lissage exponentiel**

Année	Production réelle	$\alpha = 0,1$			$\alpha = 0,2$			$\alpha = 0,5$			
		Xt	$\hat{X}_t - X_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$	Xt	$\hat{X}_t - X_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$	Xt	$\hat{X}_t - X_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$	
1997	4296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1998	3283	4296	1013	1026169	4296	1013	1026169	4296	1013	1026169	
1999	5208	4194	1014	1028196	4093	1115	1243225	3789	1419	2013561	
2000	4346	4295	51	2601	4316	30	900	4485	139	19321	
2001	6144	4300	1844	3400336	4322	1822	3319684	4415	1729	2989441	
2002	6713	4484	2229	4968441	4686	2027	4108729	5279	1434	2056356	
2003	5967	4707	1260	1587600	5091	876	767376	5996	29	841	
2004	7201	4833	2368	5607424	5266	1935	3744225	5981	1220	1488400	
2005	9112	5069	4043	16345849	5653	3459	11964681	6591	2521	6355441	
2006	8133	5473	2660	7075600	6345	1788	3196944	7851	282	79524	
2007	8731	5739	2992	8952064	6702	2029	4116841	7992	739	546121	
<b>TOTAL</b>				<b>49994280</b>				<b>33488774</b>			

Calcul de l'écart type pour chaque valeur de  $\alpha$  :

$\alpha = 0,1$        $\sigma_{LE1} = 2356$       donc  $\sigma_7 < \sigma_6 < \sigma_5$

$\alpha = 0,2$        $\sigma_{LE2} = 1928$

$\alpha = 0,5$        $\sigma_{LE3} = 1357$

On peut conclure que la meilleure prévision est celle représentée par  $\alpha = 0,5$

### III.1.4- Prévision de production à l'aide de la méthode d'auto régression

Le **tableau N°07**, présente les sommes nécessaires pour déterminer le facteur Q11 de l'équation d'auto régression 1ere degré :

$$X_t = Q_{11} \cdot X_{t-1}$$

$$Q_{11} = \frac{\sum_{t=2}^{10} X_t \cdot X_{t-1}}{\sum_{t=1}^{10} X_{t-1}^2}$$

D'après le tableau  $Q_{11} = \frac{415539565}{394691513} = 1,06$

$Q_{11} = 1,06$  d'où l'équation d'auto régression suivante :  $X_t = 1,06 X_{t-1}$

Dans le **tableau N° 08**, la technique d'auto régression **1er degré** suivante  $X_t = 1,06 \cdot X_{t-1}$  est appliquée pour déterminer la prévision d'oxygène liquide pour l'année 2007.

Dans le **tableau N°09**, l'équation d'auto régression **2ème degré** est appliquée pour déterminer la prévision d'oxygène liquide pour l'année 2007.

$$\hat{X}_t = Q_{12} X_{t-1} + Q_{22} X_{t-2}$$

Les valeurs de Q12 et Q22 ont été déterminées par la résolution des deux équations suivantes :

$$\sum_{t=3}^{11} X_t \cdot X_{t-1} = Q_{22} \sum_{t=3}^{11} X_{t-1}^2 + Q_{12} \sum_{t=3}^{11} X_{t-1} \cdot X_{t-2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum_{t=3}^{11} X_t \cdot X_{t-2} = Q_{21} \sum_{t=3}^{11} X_{t-1} X_{t-2} + Q_{22} \sum_{t=3}^{11} X_{t-2}^2 \dots \dots \dots (2)$$

D'où  $Q_{21} = 1,6$  et  $Q_{22} = -0,66$

L'équation d'auto régression 2eme degré peut être sous la forme :

$$\hat{X}_t = 1,6 X_{t-1} - 0,66 X_{t-2}$$

**NB :** le **tableau N°09**, montre les sommes nécessaires pour le calcul des coefficients Q21 et Q22

**Tableau N°07 : Application de la méthode de prévision d'auto régression 1er de gré pour déterminer la prévision de production d'oxygène liquide pour l'année 2007**

Année	Xt	Xt-1	Xt .Xt-1	X2t-1
97	4296	-	-	-
98	3283	4296	14103768	18455616
99	5208	3283	17097864	10778089
00	4346	5208	22633968	27123264
01	6144	4346	26701824	18887716
02	6713	6144	41244672	37748736
03	5967	6713	40056471	45064369
04	7201	5967	42968367	35605089
05	9112	7201	65615512	51854401
06	8133	9112	74107896	83028544
07	8731	8133	71009223	66145689
La somme			415539565	394691513

**Tableau N° 08 : Les sommes nécessaires pour la détermination de l'écart type de prévision pour l'équation d'auto régression 1ere degré**

ANNEE	Xt	$\hat{X}_t$	$X_t - \hat{X}_t$	$(X_t - \hat{X}_t)^2$
97	4296	-	-	-
98	3283	4554	1271	1.615.441
99	5208	3480	1728	2.985.984
2000	4346	5520	1174	1.378.276
2001	6144	4607	1537	2.362.369
2002	6713	6512	201	40.401
2003	5967	7116	-1149	1.320.201
2004	7201	6325	876	767.376
2005	9112	7633	1479	2.187.441
2006	8133	9659	-1526	2.328.676
2007	8731	8621	110	12.100
LA SOMME				14.998.265

$$\sigma_{A-rég1} = \sqrt{14.998.265} = 1290$$

**Tableau N° 09 : Les sommes nécessaires pour la détermination de l'équation de l'auto régression 2ème de gré**

Années	Xt	Xt-1	Xt -2	Xt Xt-1	X2t-1	Xt -1Xt-2	Xt Xt-2	X2t-2	$\hat{X}_t$	$\hat{X} - X$	$\hat{(X-X)^2}$
97	4296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	3283	4296	-	14103768	18455616	-	-	-	-	-	-
99	5208	3283	4296	17097864	10778089	14103768	22373568	18455616	2417	2791	7789681
00	4346	5208	3283	22633968	27123264	17097864	14267918	10778089	6166	-1820	3312400
01	6144	4346	5208	26701824	18887716	22633968	31997952	27123264	3516	2628	6906384
02	6713	6144	4346	41244672	37748736	26701824	29174698	18887716	6962	-249	62001
03	5967	6713	6144	40056471	45064369	41244672	36661248	37748736	6685	-718	515524
04	7201	5967	6713	42968367	35605089	40056471	48340313	45064369	5117	2084	4343056
05	9112	7201	5967	65615512	51854401	42968367	54371304	35605089	7583	1529	2337841
06	8133	9112	7201	74107896	83028544	65615512	58565733	51854401	9827	-1714	2937796
07	8731	8133	9122	71009223	66145689	74189226	79644182	83210884	6999	1732	2999824
<b>TOTAL</b>				<b>415539565</b>	<b>394691513</b>	<b>344611672</b>	<b>375396916</b>	<b>282059203</b>			<b>31204507</b>

$$\sigma_{A-rég2} = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \hat{X}_t)^2}{n}} = \sigma_{A-rég2} = \sqrt{\frac{31204507}{11-4}} = 2111, \quad \sigma_{A-rég1} = 1290 \quad 7$$

Il est noté que l'écart type de prévision  $\sigma_{A-rég1}$  pour l'équation d'auto régression 1ere degré est inférieur à  $\sigma_{A-rég2}$  pour l'équation d'auto régression 2ème degré.

Conclusion : l'équation d'auto régression 1ere degré donne la meilleure prévision

## MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De

L'oxygène liquide Unité GI Skikda

### III-2 COMPARAISON DES RESULTATS DES MODELS ET CHOIX DE LA MEILLEURE TECHNIQUE DE PREVISION POUR LE CAS DE (GI) Skikda

Le **tableau N° 10** trace un récapitulatif des résultats obtenus lors de l'application des différentes techniques de prévision, d'après l'analyse des différentes valeurs de l'écart type de prévision pour chaque méthode, il est constaté que l'écart type de prévision pour la méthode des moyennes mobiles pondérées du modèle suivant :  $k_1=0,5-k_2=0,3-k_3=0,2$ , présente la valeur la plus faible et cette valeur est nettement inférieure à la valeur de l'écart type réel ( $\sigma_{MMP1}=1285$ ,  $\sigma_{réel}=1574$ ). A cet effet, il peut être conclut que cette méthode est la mieux adaptée.

**Tableau N° 10 : récapitulatif des résultats des techniques de prévisions appliquées**

$A^{n\text{ées}}$	Production réelle	M.M.S <sub>1</sub> 1	MMS <sub>2</sub> 2	MMP <sub>1</sub> 1	MMP <sub>2</sub> 2	L.E <sub>1</sub> 1	L.E <sub>2</sub> 2	L.E <sub>3</sub> 7	Auto-régression 1ere degré	Auto-régression 2eme degré
97	4296	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	3283	-	-	-	-	4296	4296	4296	4554	-
99	5208	-	-	-	-	4194	4093	3789	3480	2417
00	4346	4262	-	4447	3340	4295	4316	4485	5520	6166
01	6144	4279	-	4391	4401	4300	4322	4415	4607	3516
02	6713	5233	4655	5461	5553	4484	4686	5279	6512	6962
03	5967	5734	5139	6067	6216	4707	5091	5996	7116	6685
04	7201	6275	5676	6224	6179	4833	5266	5981	6325	5117
05	9112	6627	6074	6732	6819	5069	5653	6591	7633	7583
06	8133	7427	7027	7909	8162	5473	6345	7851	9659	9827
07	8731	8149	7425	7240	8236	5739	6702	7992	8621	6999
Ecart type de prévision	$\sigma_{\text{réel}}$ 1574	$\sigma_{\text{MMS1}}$ 1393	$\sigma_{\text{MMS2}}$ 1970	$\sigma_{\text{MMPI}}$ 1285	$\sigma_{\text{MMP2}}$ 1309	$\sigma_{\text{LE1}}$ 2356	$\sigma_{\text{LE2}}$ 1928	$\sigma_{\text{LE3}}$ 1357	$\sigma_{\text{A-reg1}}$ 1290	$\sigma_{\text{A-reg2}}$ 2111

Nous remarquons que :  $\sigma_{\text{MMPI}} < \sigma_{\text{A-reg1}} < \sigma_{\text{MMP2}} < \sigma_{\text{LE3}} < \sigma_{\text{MMS1}} < \sigma_{\text{réel}} < \sigma_{\text{LE2}} < \sigma_{\text{MMS2}} < \sigma_{\text{A-reg2}} < \sigma_{\text{LE1}}$

Donc :  $\sigma_{\text{MMPI}} < \sigma_{\text{réel}}$

## MANAGEMENT DE LA PRODUCTION

Prévision De Production De

L'oxygène liquide Unité GI Skikda

$\sigma \text{MMP1} = 1285$   
 est le plus petit écart:  
 $\sigma \text{MMP1} < \sigma \text{A-reg1} < \sigma \text{MMP2} < \sigma \text{L.E3} < \sigma \text{MMS1}$   
 $< \sigma \text{réel} < \sigma \text{L.E2} < \sigma \text{MMS2} < \sigma \text{A-reg2} < \sigma \text{L.E1}$   
 Donc :  $\sigma \text{MMP1} < \sigma \text{réel}$

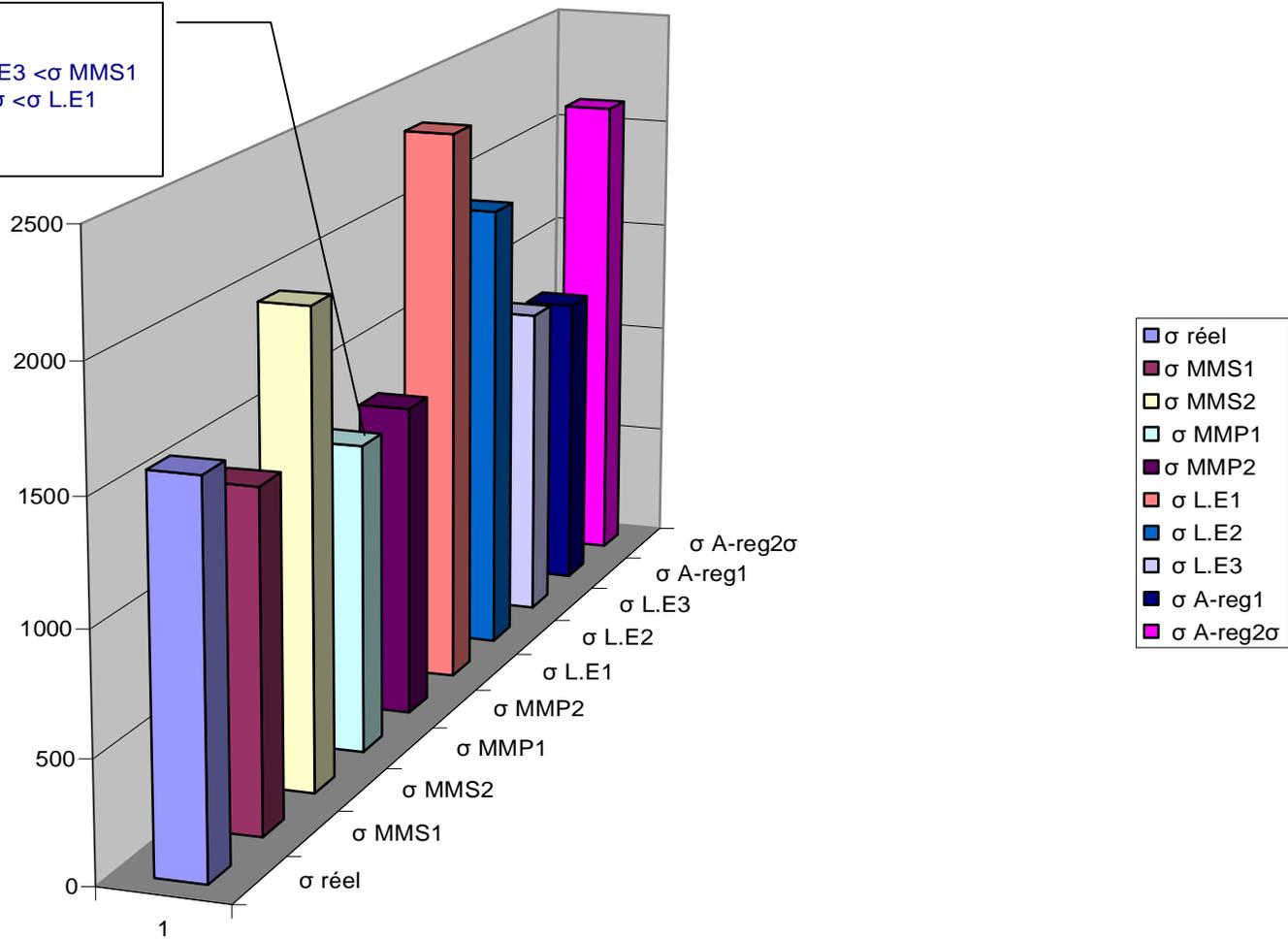


Figure 2: comparaison des écarts types des méthodes de prévisions appliqués

**MANAGEMENT DE LA PRODUCTION**

Prévision De Production De

L'oxygène liquide Unité GI Skikda

## IV- CONCLUSION

A travers cette étude, il est recommandé pour l'entreprise des gaz industriels l'application de la méthode des moyennes mobile pondérées pour déterminer la prévision de l'oxygène liquide et à l'issue de cette application il est envisagé de minimiser l'écart entre l'objectif de production et la réalisation de l'unité dont le but est :

- ↳ D'améliorer le management de l'unité
- ↳ Améliorer les performances des installations suite au respect du programme d'entretien
- ↳ Rechercher un coût optimal
- ↳ Améliorer la rémunération des travailleurs par l'attribution de la prime de rendement collectif.

Par ailleurs, il est à préciser que la prévision n'est pas une prophétie.

Un prévisionniste ne peut prétendre définir une valeur future exacte, précise et absolument certaine.

Tout au plus sera-t-il capable de déterminer pour cette grandeur une valeur minimale ou bien une valeur maximale, ces estimations étant toujours relatives à une probabilité de succès.

La prévision ainsi obtenue peut paraître approximative ; en pratique elle s'avère toujours utile et suffisante dans la résolution des problèmes de prévision rencontrés en gestion des entreprises.