

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen –**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie Electrique et Electronique**

**Filière Génie Industriel**

**Spécialité : Ingénierie de la Production**



**Projet de Fin d'Etude de Master**

**Intitulé :**

**Proposition d'un processus de prévision d'une entreprise industrielle**

**Un cas d'étude : « LIT MAG »**

**Présenté par :**

**MEBKHOUT Soumaya**

**ADJROUD Soulaf**

**Soutenue, le 30 /07/2021, devant le jury composé de :**

<b>M. MEKAMCHA Khalid</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Président</b>
<b>M. BENNEKROUF Mohammed</b>	<b>MCB</b>	<b>ESSAT Tlemcen</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. BELKAID Fayçal</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Encadrant</b>
<b>Mme SARI-TRIQUI Lamia</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Co-Encadrant</b>
<b>M. BENATEK Omar</b>	<b>/</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Invité</b>

**Année Universitaire : 2020/2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

---

# Remerciements

---

## Remerciements

Nous remercions Allah, le tout-puissant, le miséricordieux, de nous avoir appris ce que nous ignorions, de nous avoir donné la santé et tout dont nous nécessitions pour l'accomplissement de ce mémoire. En guise de reconnaissance, nous tenons à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet de fin d'études et à l'élaboration de ce modeste travail.

Pour commencer, nous voudrions adresser nos vifs remerciements à notre encadreur de mémoire, Monsieur BELKAID Fayçal maître de conférence à l'université de Tlemcen pour son grand disponibilité, ses encouragements, et le temps qu'il nous a consacré tout au long de ce travail à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Nos sincères gratitudee à notre Co-encadrant Madame TRIQUI Lamia Maitre de conférences à l'université de Tlemcen pour de Tlemcen pour ses conseils, et son intérêt incontestable qu'il porte à ce travail.

Nous voudrions aussi remercier Monsieur BENATEK Omar Maitre de conférence l'Université de Tlemcen pour l'honneur d'avoir accepté travailler avec nous et de nous aider dans notre recherche.

Nous remercions Monsieur MEKAMCHA Khalid Maitre de conférence à l'université de Tlemcen pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Monsieur BENNEKROUF Mohammed pour leur soutien qui nous a aidés à développer nos compétences universitaires et pour l'honneur d'examiner ce travail.

Nous voudrions aussi remercier tous les enseignants pour leurs efforts de la première année de primaire jusqu'aux la fin des études universitaires, et tous les personnes qui ont participé de près ou de loin à nos recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

Pour finir, nous remercions tout le corps professoral de notre établissement université AbouBaker Belkaid, pour le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études.

---

---

## Table des matières

---

### Dédicace Soulaf

C'est avec un très grand plaisir que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :

A mes chers parents, ma première maitresse, ma chère mère Ammaria.Mef. Et mon cher père Adj.Yahia qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleurs conditions et qui m'ont appris à ne jamais baissé les bras.

Je dédie aussi mes sœurs : Mes très chères sœurs Selma, Yasmine, Chourouk et mon petit ange, mon cher frère Mohamed.

Je n'oublie pas ma grand-mère Zobida T, mes chères tantes Zakia M. et Nawel M. et mes frères : Mounir, Rida et Karim M. Aussi aux mes oncles et leurs enfants.

Je dédie aussi mon cher et mon soutien et la source de ma détermination, qui a toujours été avec moi dans les différents examens de ma vie et qui je l'espère restera toujours avec moi  
Bekhti Z.

A mes amies Iness B, Manel D, et Selma S, à mes collègues M Soumaya, O Amina et R Kawthar.

A tout ceux qui m'aiment, m'aident, m'encouragent, m'ont aidé et qui m'aident toujours pour continuer sur la bonne voie.

---

## Table des matières

---

### Dédicace Soumaya

C'est avec un très grand plaisir que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :

A mes chers parents, ma première maîtresse, ma chère mère et mon cher père qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.

Je dédie aussi mes très chers frères et sœurs spécialement ma belle et la source de mon courage et de ma force Fatima.

Je dédie aussi mon cher et mon soutien et la source de ma détermination, qui a toujours été avec moi dans les différents examens de ma vie et qui je l'espère restera toujours avec moi A.B.

A mes amies et mes collègues A. Soulaf, O.

Amina. S.Ibtissam, H.Abassia, B.Feriel, B.Zineb et R. Kawthar.

A tous ceux qui m'aiment, m'aident, m'encouragent, m'ont aidé et qui m'aident toujours pour continuer sur la bonne voie.

---

# Table des matières

---

## Table des matières

### Remerciements

### La liste des figures

### La liste des tableaux

<b>Introduction générale</b> .....	1
Chapitre I : Les outils de prévision.....	2
1.1 Introduction .....	3
1.2 Définition de la prévision .....	3
1.3 Historique de la prévision.....	3
1.4 L'objectif de la prévision.....	3
1.5 L'utilité de la prévision .....	4
1.6 Le rôle de la prévision dans la prise de décision .....	4
1.7 La relation entre la prévision et la planification .....	5
1.8 Le lien entre la gestion de stocks la prévision.....	5
1.9 Les différents types des méthodes de la prévision .....	5
1.9.1 Les méthodes qualitatives.....	5
1.9.2 Les méthodes quantitatives.....	6
1.10 La qualité de la prévision .....	22
1.11 L'état de l'art.....	24
1.12 Conclusion.....	25
Chapitre II : Présentation d'entreprise LIT MAG .....	26
2.1 Introduction .....	27
2.2 Présentation de l'entreprise .....	27
2.3 Organigramme de l'entreprise.....	29
2.4 Historique de l'entreprise .....	30
2.5 Le réseau de distribution LIT-MAG.....	30
2.6 Chaîne de production LIT-MAG.....	32
2.7 Les différents produits de LIT MAG.....	33
2.7.1 Fabrication d'un matelas .....	34
2.8 Système d'approvisionnement de LIT MAG .....	37
2.9 Le stock de sécurité de l'entreprise .....	37
2.10 Le transport dans Lit Mag .....	38
2.11 Les demandes des clients.....	38
2.12 Conclusion.....	41

---

# Table des matières

---

Chapitre III: L'étude prévisionnelle .....	43
3.1 Introduction .....	44
3.2 Présentation de logiciel Eviews.....	44
3.3 La description de la problématique et les hypothèses .....	45
3.4 Les méthodes de résolution appliquée.....	45
3.4.1 La méthode Box Jenkins .....	45
3.4.2 La méthode de lissage exponentiel.....	67
3.4.3 La méthode de Moyenne Mobiles .....	76
3.5 Comparaison entre les différentes méthodes.....	78
3.6 Conclusion.....	79
<b>Conclusion général</b> .....	<b>81</b>
<b>Les perspectives</b> .....	<b>84</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>85</b>
<b>Les références</b> .....	<b>86</b>

---

# Liste des Figures

---

## La liste des figures

Figure 1.1: Le diagramme des étapes de l'étude de la série temporelle.....	7
Figure 1.2: Les composants d'une série temporelle.....	7
Figure 1.3: Un exemple sur la droite de régression et ces composants.....	10
Figure 1.4: Les graphes de deux types de corrélation.....	11
Figure 1.5: Les étapes de la méthode Box-Jenkins.....	14
Figure 1.6: Les paramètres de modèle ARIMA.....	20
Figure 1.7: Les paramètres de modèle SARIMA.....	21
Figure 2.1: Situation géographique de LIT-MAG. [13].....	27
Figure 2.2 : Fiche d'identité de l'entreprise Lit Mag.....	28
Figure 2.3: L'organigramme de l'entreprise. [13].....	29
Figure 2.4: Logo de LIT-MAG. [14].....	30
Figure 2.5: La distribution des sites et des dépôts.....	31
Figure 2.6: Carte géographe des différentes villes de réseau de LIT-MAG. [14].....	31
Figure 2.7: Structure de l'entreprise. [14].....	32
Figure 2.8: Matelas Mousse deux places. [13].....	33
Figure 2.9: Les deux types des oreillers.....	33
Figure 2.10: différentes étapes pour la réalisation d'un matelas. [14].....	34
Figure 2.11: Le stockage des matelas dans LIT-MAG.....	37
Figure 3.1: L'icône de logiciel Eviews.....	44
Figure 3.2: Comment ouvrir un nouvel espace de travail.....	46
Figure 3.3: Comment poser notre information nécessaire.....	46
Figure 3.4: Affichage des données historique des trois années de la demande.....	47
Figure 3.5: La courbe d'évolution mensuelle des demandes des clients.....	47
Figure 3.6: Corrélogramme de notre série temporelle.....	48
Figure 3.7: Les coefficients saisonniers de l'année 2020.....	50
Figure 3.8: Les coefficients saisonniers des années 2017/2018/2019.....	50
Figure 3.9: Les valeurs de modèle 3 de Phillips Perron.....	51
Figure 3.10: Les valeurs de modèle 2 de Phillips Perron.....	51
Figure 3.11: Comparaison des valeurs de modèle (2) de Phillips Perron.....	52
Figure 3.12: Corrélogramme de série corrigé.....	52
Figure 3.13: les résultats de l'un des modèles testé sur Eviews de produit 1.....	53
Figure 3.14: Corrélogramme de l'erreur.....	55
Figure 3.15: l'histogramme des erreurs.....	56
Figure 3.16: Le graphe de la demande de Matelas mousse 190*70*18.....	59
Figure 3.17: le corrélograme de la demande de Matelas mousse 190*70*18.....	59
Figure 3.18: Les valeurs de modèle 2 de Phillips Perron.....	60
Figure 3.19: Comparaison des valeurs de modèle (2) de Phillips Perron.....	60
Figure 3.20: résultat de l'un des modèles testé sur Eviews de produit 2.....	61
Figure 3.21: Corrélogramme de l'erreur E.....	63
Figure 3.22: L'histogramme de l'erreur E.....	64

---



# Liste des tableaux

---

## La liste des tableaux

Tableau 1.1: Modèle 0 ne pas constant, tendance .....	16
Tableau 1.2: Modèle 1 constant, pas de tendance .....	17
Tableau 1.3: Modèle 2 constant, tendance .....	17
Tableau 2.1: Les produits et leurs codages.....	35
Tableau 2.2: Demande de MGS Tlemcen 2017/2018/2019.....	39
Tableau 2.3: Demande de MGS Imama 2017/2018/2019.....	39
Tableau 2.4: La demande totale des clients-dépôt Tlemcen 2017/2018/2019.....	40
Tableau 2.5: Les demandes de clients pour les trois années.....	40
Tableau 3.1: La nouvelle série correcte des variations saisonnières.....	48
Tableau 3.2: les essais des modèles pour le produit 1.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3.3: les essais des modèles pour le produit 1.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3.4 : les valeurs estimé pour le produit 1.....	57
Tableau 3.5: La comparaison entre les valeurs estimées et les valeurs réels.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3.6: les essais des modèles pour le produit 2.....	62
Tableau 3.7: Les valeurs estimé pour le produit 02.....	65
Tableau 3.8: Les valeurs de demande estimée.....	66
Tableau 3.9: la prévision du produit 1 par la méthode LE (a=0.1).....	67
Tableau 3.10: la prévision du produit 1 par la méthode LE (a=0.2).....	67
Tableau 3.11: la prévision du produit 1 par LE (a=0.3).....	68
Tableau 3.12: la prévision du produit 1 par LE (a=0.4).....	68
Tableau 3.13: la prévision du produit 1 par LE (a= 0.5).....	68
Tableau 3.14: la prévision du produit 1 par LE (a=0.6).....	69
Tableau 3.15: la prévision du produit 1 par LE (a= 0.7).....	69
Tableau 3.16: la prévision du produit 1 par LE (a= 0.8).....	70
Tableau 3.17: la prévision du produit 1 par LE (a= 0.9).....	70
Tableau 3.18: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.1).....	71
Tableau 3.19: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.2).....	71
Tableau 3.20: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.3).....	71
Tableau 3.21: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.4).....	72
Tableau 3.22: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.5).....	72
Tableau 3.23: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.6).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3.24: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.7).....	74
Tableau 3.25: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.8).....	75
Tableau 3.26: la prévision du produit 2 par LE (a= 0.9).....	76
Tableau 3.27: La prévision des demandes de produit 1 par la méthode MM.....	77
Tableau 3.28: La prévision de la demande de produit 2 par la méthode MM.....	78
Tableau 3.29: la comparaison entre les méthodes utilisées.....	78

---

# Introduction Générale

---

## Introduction générale

Aujourd'hui, les entreprises doivent s'adapter à la dynamique du marché pour garder sa valeur par rapport aux concurrents, c'est bien sur le but principal de chaque entreprise, cela se fait avec une bonne planification.

L'un des plus gros problèmes auxquels l'entreprise peut être confrontée, c'est comment peut-on prévoir le futur ? Surtout quand l'organisation se pose dans un cas réel lorsque la demande client est aléatoire.

Dans la plupart des domaines, il existe des phénomènes dont leur amélioration et leur variation avec le temps est d'une importance très grande, comme la variation des vents et l'achat dans le marché. Ce dernier est le résultat d'une faille dans la prédiction.

Parmi les prévisions de base faites par l'entreprise et qu'ils sont très essentiels l'estimation de la demande future qui est une donnée clé, car c'est l'une des plus utiles pour les entreprises. La bonne prévision des demandes future permet d'établir quelle capacité de production est requise afin d'ajuster l'offre à la demande, de déterminer une bonne planification et de planifier les stratégies de gestion des stocks.

D'où, on déduit que la prévision est le pilier de la gestion de stock puisque le stock est fourni par un flux d'approvisionnement dont lequel il sert à satisfaire des flux de demande. Cependant, une bonne prévision de la demande permet de réaliser l'objectif du stock qui gère les produits disponibles dans l'entreprise en vue de satisfaire les besoins à venir des clients au bon moment, avec des bonnes quantités et d'une façon permettant la meilleure exploitation de stock.

Nous avons cherché et analysé dans notre cas d'étude et nous avons trouvé que ces dernières années l'entreprise LIT MAG souffre de sur-stockage et de d'autres problèmes de rupture de stock. Alors ce cas nous permet d'étudier et d'analyser les demandes effectuées par les clients de Lit Mag en essayant d'appliquer des diverses méthodes de prévision adéquates. Pour cela, notre mémoire va être organisée :

D'abord, le premier chapitre contient une description des Termes de base relative à notre recherche, nous avons défini les différentes méthodes de prévision en mettant le point sur la méthode Box-Jenkins.

Ensuite, nous avons détaillé sur l'entreprise Lit Mag et nous avons présenté leurs divers produits, son système et son côté technique.

Enfin, nous avons conclu notre troisième chapitre avec la présentation de nos expérimentations et nos essais qui nous avons les effectuer en appliquant des divers méthodes comme la méthode de lissage exponentielle, méthode de moyenne mobile et la méthode Box-Jenkins avec l'utilisation de ses différents modèles. Nous avons interprété les résultats de simulation et faire une comparaison entre eux. Nous retenons notre conclusion concernant nos méthodes d'estimation appliquées.

Finalement, à cause de l'importance de la prévision dans la gestion de stock, nous avons choisi de faire une étude de cas réelle de la prévision des demandes sur les données de l'entreprise LIT MAG pour bien gérer le stock et pouvoir éviter les problèmes de sur-stockage et de tombée sur la rupture de stock à l'aide de logiciel Eviews.

# **Chapitre I : Les outils de prévision**

### 1.1 Introduction

Dans la gestion principale des entreprises le plus part souffrent de coter prévisionnel des demandes, car on ne peut pas estimer la consommation exacte de client, mais cela ne veut pas dire que nous ne pouvons pas trouver une approche presque parfait pour gérer notre problème, qu'elle peut contenir une ou plusieurs outils de prévision.

Nous identifierons dans le chapitre les termes les plus utiles dans notre recherche et nous voulant spécialement parler sur les outils de prévision, donc quelles sont ces outils ? Et quelles sont ses types et leurs paramètres ?

### 1.2 Définition de la prévision

C'est une tentative d'estimer le niveau des ventes futures dans les entreprises et les usines de la production. En utilisant des informations intérieures, et ce n'est pas un calcul précis de l'avenir, mais plutôt une estimation basée sur des bases techniques et pratiques. [1]

- Ces derniers aident à estimer les valeurs proches de la valeur réelle et aussi pour prendre les bonnes décisions et nous faire gagner et économiser l'argent.

- Le temps c'est de l'argent.
  - L'espace c'est de l'argent.

### 1.3 Historique de la prévision

La prévision mathématique a été inventée en France, d'après :

Pierre de Fermat né le 20 août 1601 à Beaumont-de-Lomagne. Il a sa contribution à la prévision qui s'appelle la Théorie de la probabilité.

Jean Baptiste Joseph Fourier né le 21 Mars 1768 à Auxerre, dans l'Yonne. Il a sa contribution à la prévision qui s'appelle la Séries de Fourier en 1822. Il a fréquenté dans l'établissement de l'école Normale et l'École Polytechnique.

Après, elle était évoluée en lente par la C Holt Paul Winter, en 1960, elle était inventée la Méthode de Holt-Winter, et aussi la détection de la demande ou Demande Sensing en 2002.[2]

### 1.4 L'objectif de la prévision

La question qui se pose toujours dans ce domaine de prévision est pourquoi la prévision et pour quel but on fait la prévision ?

Les prévisions sont donc un élément vital à la bonne coordination des activités des différents départements d'une entreprise, il est important que les derniers fassent leur planification en se basant sur la même supposition en ce qui concerne l'avenir.

Cette dernière vise à faciliter les prises des décisions à différents niveaux de l'entreprise et elle varie selon plusieurs facteurs, nous en mentionnons certains comme par exemple le secteur d'activité de l'entreprise, l'utilisation souhaitée de ces prévisions, les fonctions de l'entreprise va utiliser ces prévisions...Etc

Pour la plupart des entreprises, l'établissement de prévisions est préalable pour une gestion efficace des stocks. Comme l'explique (Lai et al, 2006), « les prévisions sont la base de tous les systèmes de gestion de production. »

Le choix d'une méthode de prévision peut donc influencer le choix d'une politique de la gestion des stocks et l'estimation de ses paramètres. [3]

### **1.5 L'utilité de la prévision**

Dans (Fleishmann et al ,2002), les auteurs montre l'utilité de la prévision et de la réalisation d'un planning comme un outil d'aide à la décision permettant d'organiser l'entreprise sur tous les horizons de temps à tous les niveaux.

Les prévisions sont importantes pour toutes les fonctions de l'entreprise. La finance utilise les prévisions à long terme pour estimer les besoins futurs en capital. Les ressources humaines évaluent les besoins de main-d'œuvre. Le marketing développe des prévisions de ventes utilisées pour la planification à moyen et long terme. La production utilise les prévisions pour prendre des décisions telles qu'établir les horaires de la main-d'œuvre, déterminer les besoins en stocks e planifier les besoins en capacité à long terme. Parmi toutes les prévisions qu'une organisation peut faire, l'estimation de la demande future est une donnée clé, car c'est l'une plus utile pour les entreprises.

En effet bien prévoir la demande client permet par exemple déterminer quelle capacité de production est requise afin d'ajuster l'offre à la demande, de d'établir les meilleures stratégies de production. De planifier l'utilisation des équipements et les besoins, de planifie la main-d'œuvre requise, d'orienter la politique et les stratégies de gestion de stocks. [4]

### **1.6 Le rôle de la prévision dans la prise de décision**

Chaque position de décision est un aspect essentiel. Pour que nous soyons en mesure de prévoir les circonstances entourant cette décision et cette situation. Afin que la prévision soit un facteur fondamental dans la prise de décision. L'activité du marché est un besoin urgent de prévisions pour la planification publicitaire.

En production, nous trouvons un besoin urgent de prévision dans le secteur du vent pour chaque produit, car l'entreprise est obligée de préparer un schéma de gérer le stock qui permet une confrontation avec des coûts raisonnables. D'autre coté le directeur besoin de la prédiction de chaque produit à une durée spécifique afin d'aider à la prise de décision. L'importance de la prévision des ventes apparaît également dans les divers secteurs liés à la production, comme le besoin de matières premières et la recherche des coûts de main-d'œuvre à long terme.

La prévision à une grande importance dans le domaine financier et comptable, celle-ci étant considérée comme une véritable aide dans les conditions appropriées de liquidité, et de vérifier son utilisation efficace, ce qui contribue à donner la nécessité de ce que seront les bénéfices de l'entreprise dans le futur, et c'est bien sur une information née dans l'institution dans la planification du financement de ses besoins, si les bénéfices sont suffisants,

l'entreprise peut décider de s'en remettre à elle pour financer ses opérations au lieu de l'hypothèse. [5]

## **1.7 La relation entre la prévision et la planification**

La planification et la prévision sont deux principaux essentiels où il a une forte corrélation entre eux en raison de leur lien avec la future de l'entreprise, car le processus de prévision est de peu d'importance s'il n'a pas un impact effectif sur le processus de planification. [6]

## **1.8 Le lien entre la gestion de stocks la prévision**

La gestion de stock, c'est un ensemble de tâches basées sur l'évaluation, la coordination, l'organisation, la gestion, le contrôle et l'information. [20]

Le stock se compose de : les produits finis, les produits semi-finis, les encours, la matière première, stock des matériaux et fournitures nécessaires à la production, à la prestation de services, à la réparation et à la maintenance. [21]

La prévision est un outil de gestion de stock, on le concédera comme une pierre angulaire pour gérer un stock. Car il aide à connaître le flux d'approvisionnement et il sert à satisfaire des flux de demande.

La bonne prévision produire plusieurs avantages pour notre stock telle que la satisfaction des besoins clients, car les quantités des produits ce prêt dans un bon moment, bonne quantité et dans les bons endroits. Cette dernière nous permet d'avoir un suffisamment de stock pour la minimisation des coûts relatifs au stock telle que le coût de stockage, le coût d'acquisition et le coût de dévalorisation, etc. Elle nous permet aussi d'éviter la rupture de stock même s'il existe un stock de sécurité. [6]

## **1.9 Les différents types des méthodes de la prévision**

Les méthodes de prévision se divisent en deux types d'un côté les méthodes qualitatives qui contiennent des méthodes l'opinion d'experts, faire des études sur le marché ou les données non-quantifiables. D'autre coté, se trouvent les méthodes quantitatives s'appuyant sur les données quantifiables veut dire statistique comme exemple les anciennes données de la demande ou les corrélations entre les demandes à prévoir et des indicateurs externes. [7]

### **1.9.1 Les méthodes qualitatives**

Se composent généralement de 3 piliers l'opinion, la comparaison et le jugement. On site permis eux :

-La méthode de sondage d'opinion : sont les plus utiliser dans les cas des enquêtes auprès des vendeurs et les distributeurs des produits.

-La méthode de comparaison : d'une autre façon une analogie historique ou comparaison entre les produits similaires vendus dans le passé.

-La méthode de Delphi : ce sont les réponses des questionnaires par un à Parnell d'experts. Elle est pour but de mettre en évidence des convergences d'opinion et de dégager certains consensus sur des sujets précis, grâce à l'interrogation d'experts, à l'aide de questionnaires successifs.

Parmi ses avantages : elles tiennent compte des facteurs intangibles, et Elles sont utiles lorsqu'il existe très peu des données, mais malheureusement son processus de consultation est long et avec un Coûts souvent élevés, et on a toujours le risque d'obtenir une prévision biaisée ou arbitraire. [1]

-Les études de marché : c'est la mise en place de questionnaire aux consommateurs pour le but d'anticiper sur les changements de marché.

### 1.9.2 Les méthodes quantitatives

C'est une façon d'utilisation de données subjectives, elle dépend du jugement, de l'expérience et de l'expertise de ceux qui les formulent. Nous citons parmi eux les méthodes suivantes. [1]

- **Série chronologique**

Au début de la septième décennie du XXe siècle, il est apparu un intérêt accru pour l'analyse des séries chronologiques et des méthodes de prévision et de leurs valeurs futures, il était considéré comme l'une des méthodes statistique les plus importantes utilisées dans la prévision pour de nombreuses applications et domaines scientifiques. [7][19]

#### **Définition 1**

Elle s'agit d'un suivi au cours du temps du nombre de fois qu'un événement apparaît. Une étude de série temporelle exprime une étude du nombre de fois qu'un événement est apparu dans le passé afin de prévoir son nombre d'apparitions dans le futur.

On peut voir cette dernière partout et dans tous les domaines par exemple une évolution du nombre moyen de locations par temps. [7]

#### **Définition 2**

Il s'agit d'un groupe d'observations d'un phénomène spécifique sur une période donnée. La série chronologique est définie mathématiquement comme une séquence de variables aléatoires définies dans l'espace de probabilité multi variée et marquée par l'indice  $t$ , qui renvoies au groupe d'indices  $T$ . [8]

La série chronologique est généralement désignée par  $\{x(t), t \in T\}$  ou abrégée par  $x(t)$ , et elle se compose de deux variables, l'une est illustrative, qui est la variable de temps et l'autre est la variable de réponse, qui est la valeur apparente étudiée et peut être exprimée mathématiquement comme suite:  $y = f(t)$ .

S'il y a d'autres facteurs (autres variables explicatives) que le temps qui affectent le phénomène  $y$ , nous utilisons la relation mathématique suivante:  $y = f(t, x_1, x_2, \dots, X_n)$  et la série temporelle peut être représentée graphiquement. [8]

On peut étudier les séries temporelles avec des diverses méthodes.

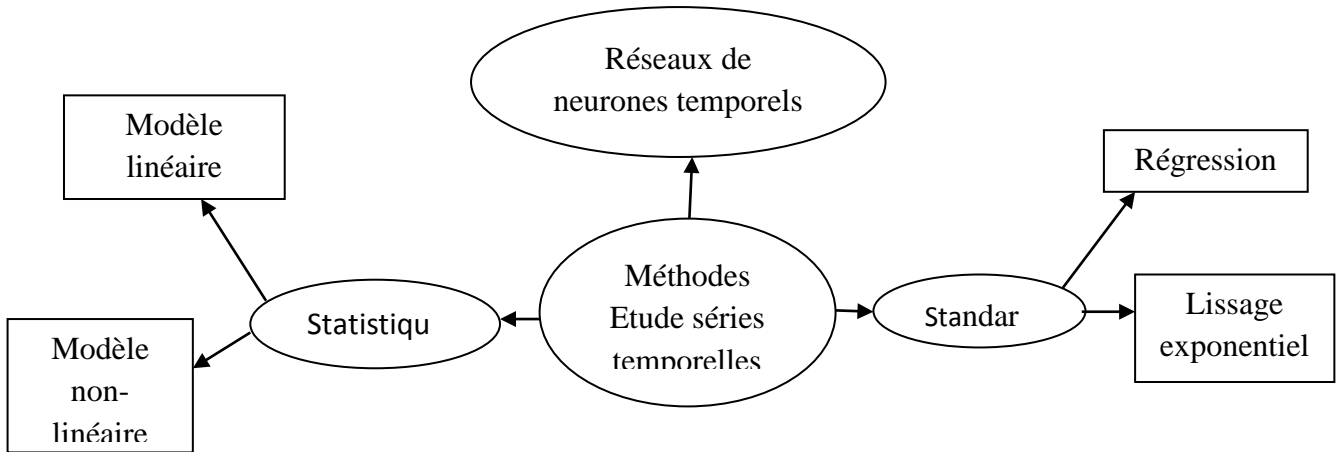


Figure 1.1: Le diagramme des étapes de l'étude de la série temporelle.

La série temporelle se compose de :

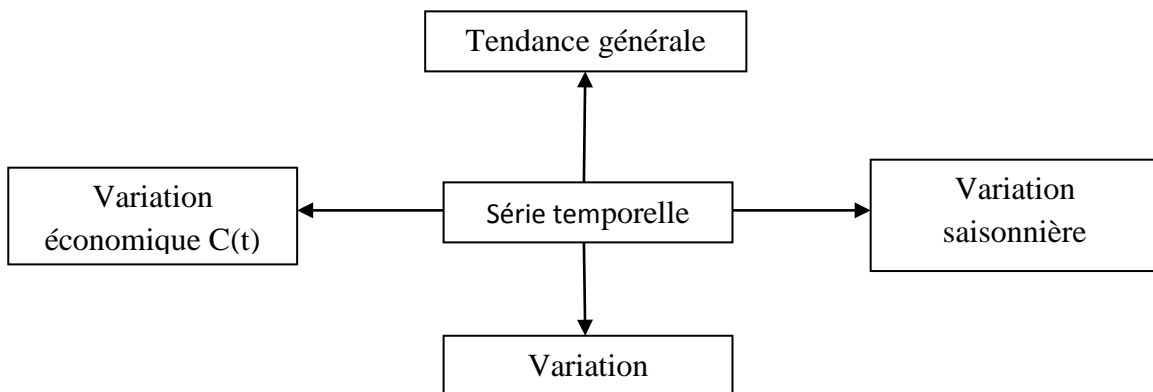


Figure 1.2: Les composants d'une série temporelle.

➤ **Tendance générale T(t)**

Il représente la direction croissante (tendance positive) ou décroissante (T. Négative) ou les deux d'une série temporelle, il reflète le mouvement ou la stagnation sur une longue période.

Mathématiquement, une tendance générale peut être une ligne droite ou non-linéaire telle qu'une courbe exponentielle (une mesure irrégulière ou instable), une courbe en forme de S (croissance à long terme d'une entreprise) ou une parabole qui est une équation mathématique quadratique  $y = at^2 + bt + c$  où  $a, b, c$  sont des valeurs constantes tous dépend au données de Variation saisonnière  $S(t)$ :



Ce sont des fluctuations périodiques ou des modes réguliers de fluctuations de haut et en bas en raison de la météo, des périodes de vacances, des fêtes, etc. Et cela se produit dans un délai d'un an.

Si la variation saisonnière est très claire, on peut le détecter dans un graphe simple de la série temporelle étudié. On peut le détecter aussi par l'observation de corrélogramme qui représente la fonction d'auto-corrélation, plus les fluctuations saisonnières sont élevées, plus elles sont prononcées par des fluctuations fréquentes dans le diagramme de fonction d'auto-corrélation (ACF) c'est-à-dire corrélogramme.

Après la détection de la saisonnalité, il faut modéliser la série temporelle saisonnière. Il existe plusieurs manières de modélisation dont les plus connues sont les suivantes :

- Modèles d'auto-régression et moyennes mobiles intégratives saisonnière SARIMA.
- Modèles de préambule exponentiels incluant la méthode HOLT WINTER.
- Le modèle série le périodique de Fourier.

Elle a une influence négative sur l'analyse des séries temporelles, car elle masque le mouvement conjoncturel des données donc on peut exploiter sur une série chronologique saisonnière pour le but de prévision seulement avec la dessaisonalisation de cette dernière.

La désaisonnalisé : est une action de correction des données selon des variations périodiques ou de rendre une série plus indépendante de fluctuation périodique. [6]

#### ➤ **Variation Aléatoire (irrégulière) $e(t)$**

Elle décrit tous les facteurs et variables qui n'ont pas été pris en compte ou ceux qui ne peuvent pas être mesurés et prédits, car ils sont soudains et aléatoires, tels que les guerres, les inondations, les tremblements de terre et le reste des facteurs affectant la demande de biens et services dans une manière non signée.

De tels changements accidentels sont difficiles à prévoir et se caractérisent par leur soudaineté et leur courte période de temps pendant laquelle ils se produisent, et en raison de leur insignifiance, leur effet sur les données de la série chronologique peut être supprimé pour obtenir une série exempte de changements irréguliers, souvent appelés en tant que changements résiduels. [6]

#### ➤ **Variation économique $C(t)$**

C'est une variable régulière de durée inconnue et qui apparaît sur le long terme. Elle comprend deux cas : l'état de stagnation économique et l'état de prospérité économique. Ces deux cas se succèdent avec une certaine régularité dans des périodes distinctes, et ils affectent la demande de ventes. , car en cas de récession, la demande de vente est faible et En période de prospérité, c'est l'inverse qui se produit, mais parce que la prévision porte généralement sur le court et le moyen terme, les cycles négligent leur étude. [6]

• **La méthode de lissage exponentiel**

C'est une méthode on style mathématique sert à lisser ont facilité les prévisions ou bien avoir une idée générale sur les prévisions à partir des demandes réelles d'une période précédente, donc est une méthode la plus connue par les approvisionnais et par les gestionnaires des stocks et les gestionnaires des demandes...etc.

Dans le lissage exponentiel, la base des prévisions est constituée par les données passées avec une importance dégressive en fonction de temps t.

Elle consiste à déterminer quelles sont les prévisions de la période n a partir des demandes de la période n-1.

Pour une période t la prévision des demandes futures est calculée selon la formule suivante :

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (D_{n-1} - P_{n-1}) \dots\dots\dots 1.1$$

Et  $0 < \alpha < 1$

Avec les indices suivants :

- P<sub>n-1</sub> (prévision de la période antérieure n-1)
- α (coefficient de lissage)
- D<sub>n-1</sub> (demande réelle de la période antérieure n-1).

Le choix de la valeur α se fait par essai et erreurs. La valeur retenue est celle qui minimise l'erreur de prévision.

Dans la pratique, le coefficient α est proche de(1) lorsque la demande est très inconstante et instable. Cependant, pour une demande stable et qui ne présente pas de variation cyclique significative, ce coefficient est plus proche de (0). [9][17]

• **La méthode des moyens mobiles**

La méthode des moyennes glissantes (mobiles) repose sur l'usage de la moyenne des consommations antérieures pour un nombre de périodes données.

Son avantage est qu'elle atténue suffisamment les fluctuations de la demande tout en préservant son allure générale.

Elle pend uniquement en compte les consommations ou les ventes réelles des périodes antérieures.

$$P_n = \frac{(D_{n-1} + D_{n-2} + \dots + D_{n-p})}{p} \dots\dots\dots 1.2 \quad \text{Où}$$

-P<sub>n</sub>: la prévision de la période à venir.

-P : représente le nombre des périodes moyenne.

-D<sub>n-1</sub>, D<sub>n-2</sub>, D<sub>n-3</sub> représente le rang.

On applique la moyenne glissante ou le moyen mobile dans l'analyse des séries temporelles de données pour le but de la suppression des fluctuations de façon à en souligner les tendances sur le long terme.

On dit un moyen mobile parce qu'elle est recalculée de façon perpétuelle, lorsqu'une nouvelle donnée intègre la série en venant de remplacer la plus ancienne et de modifier aussi la date de référence. [9]

- **Méthode de régression et corrélation**

C'est une approche utilisée pour le but d'exprimer une relation ou une association entre une ou plusieurs variables.

La régression définie comme un groupe des méthodes statistique très utilisable afin de faire des analyses des relations entre un ou des nombreuses variables. [9]

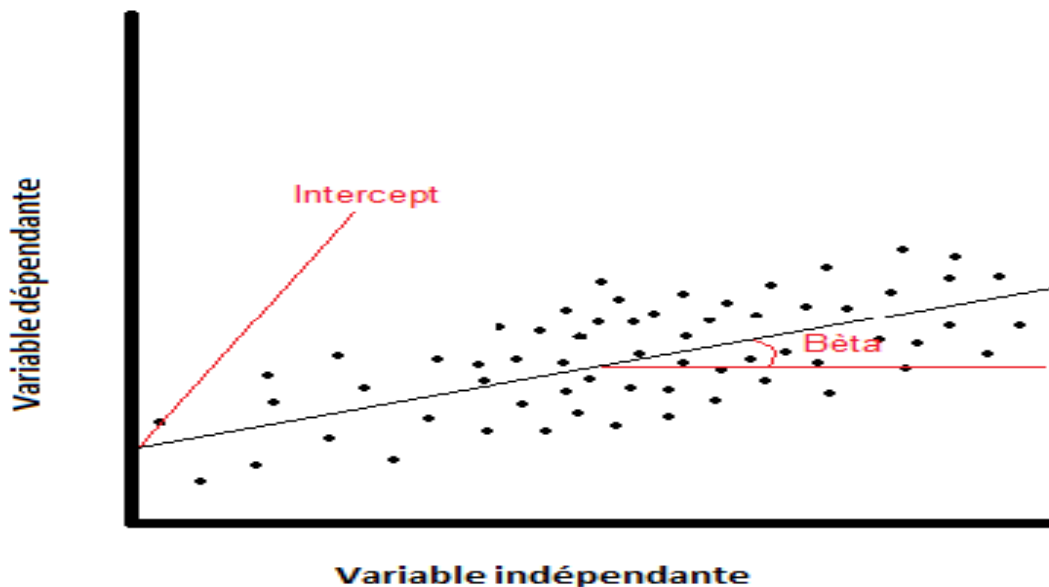


Figure 1.3: Un exemple sur la droite de régression et ces composants.

Lorsqu'un nuage des points suggère que les changements d'une variable sont proportionnels à ceux de l'autre variable, une analyse de régression linéaire peut déterminer quelle ligne se rapproche le mieux de ce changement proportionnel.

Dans un graphe, il faut chercher la droite dont laquelle tous les points sont peu éloignés que possible.

**Vd = I + β x Vi..... 1.3**

Sa formule est :

Vd : Valeur de la variable dépendante

I : intercepte

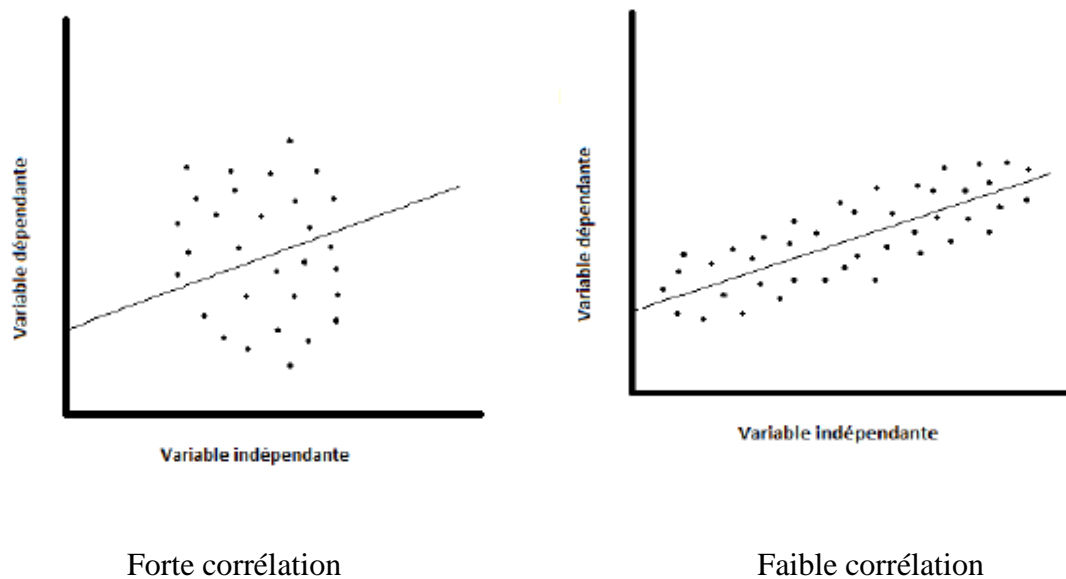
$\beta$  : coefficient de régression

Vi : valeur de la variable indépendante

Une analyse de régression uni variée donne une idée du mode d'association entre deux variables, mais elle ne permet pas de déterminer le degré de cette association. L'intensité de la liaison s'exprime au moyen du coefficient de corrélation (Pearson, r) (6), un chiffre se situant toujours entre -1 veut dire une relation linéaire parfaite avec une pente négative et +1 veut dire une relation linéaire parfaite avec une pente positive, et n'établissent pas de distinction entre les variables dépendantes et indépendantes.

Ce chiffre dépendra donc de la dispersion des différentes données autour de la droite de régression.

Dans la figure suivant, on voit deux diagrammes de dispersion différents avec une même droite de régression. A cause d'une faible corrélation entre les variables dans cette figure, l'angle d'inclinaison qui exprime le coefficient de régression  $\beta$  aura un intervalle de confiance large. Voici un exemple de la corrélation d'un petit échantillonnage.



**Figure 1.4: Les graphes de deux types de corrélation.**

Enfin on conclure que la corrélation mesure l'intensité de la liaison entre des variables, tandis que la régression analyse la relation d'une variable par rapport à une ou plusieurs autres. [9]

- **Méthode de tendance**

On l'utilise pour des valeurs de temps spécifiques et aussi pour la projection linéaire, exponentielle, logarithmique ou polynomiale de la tendance passée, Les données antérieures à la prévision d'origine servent à ajuster la tendance.

C'est une méthode d'orienter un ensemble des observations à la hausse ou à la baisse sur une période assez longue.

La tendance est estimée par une fonction  $f(t)$ , son unité de mesure est  $t=1,2,\dots$ . Si la série est fonction du temps donc on est dans le cadre de modèle déterministe.

On peut estimer aussi la tendance par le calcul des moyens mobiles MM, c'est une série à valeurs filtrées dont lequel  $f$  est déterminée.

L'avantage de résumer une tendance par une équation est toutefois évident est que les prévisions sont assez faciles à établir, et pas seulement en  $t+1$ .

Pour effectuer cette méthode, il faut d'abord détecter si la tendance existe ensuite l'observation visuelle du graphique lié aux données et faire des tests des moyennes annuelles ou une période englobant d'éventuels mouvements saisonniers. Après on peut utiliser certains logiciels permettent le choix du type de la fonction  $f$  de tendance, dans la mesure où ces derniers nous restituent également les coefficients de corrélation, ou d'une autre façon on visualise la courbe des observations et surtout dans la mesure où on connaît le sujet que on traite.[9]

- **Méthode de décomposition**

Appeler aussi la méthode des **moindres carrées**, on doit rechercher l'équation qui passe par les points moyens  $X$  et  $Y$ . [28]

Par exemple : notre objectif est de prévoir les ventes donc il faut que l'écart entre les valeurs observées réellement et celles calculées sur la droite soit le plus petit possible. Pour cela, le coefficient directeur de l'équation ( $a$ ) doit être de la forme :

$$a = \frac{\sum X_i \cdot Y_i}{\sum X_i^2} \quad \text{Et} \quad b = Y - aX \dots \dots \dots \text{Équation 1.4}$$

Avec :  $X_i = x_i - \bar{x}$  et  $Y_i = y_i - \bar{y}$

Les données  $\{(x_i, y_i), i = 1, \dots, n\}$  peuvent être représentées par un nuage de  $n$  points dans le plan  $(x, y)$ .

L'objectif de cette méthode est de chercher une relation entre les variables  $X$  et  $Y$ , est de l'exprimer comme une droite qui s'ajuste le mieux possible à ce nuage de points. Parmi toutes les droites possibles, on retient celle qui jouit d'une propriété remarquable : c'est celle qui rend minimale la somme des carrés des écarts des valeurs observées  $y_i$  à la

droite  $\hat{y}_i = ax_i + b$ . Si  $\varepsilon_i$  représente cet écart, appelé aussi résidu, le principe des moindres carrés ordinaire (MCO) consiste à choisir les valeurs de  $a$  et de  $b$  qui minimisent.[11]

$$E = \sum_{i=0}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=0}^n (y_i - (ax_i + b))^2 .$$

- **Les méthodes de Box-Jenkins**

La méthodologie de Box and Jenkins est une méthode d'analyse des séries temporelles et ce qui peut être représenté par la relation suivante :

$$D_t = f(D_{t-1}, D_{t-2}, D_{t-3} \dots, \varepsilon_t) \dots \dots \dots \dots \dots \dots 1.5$$

Avec  $D_t$  et  $D_{t-1}$  représentent les demandes dans la période  $t$  et la période précédente  $t - 1$ , pendant que  $\varepsilon_t$  représente l'erreur aléatoire qui exprime les variations qui ne peuvent pas être déterminé, ainsi les erreurs qui nous peuvent involontaires lors de la collecte des données nécessaires.

Ce type de modèle est utilisé dans les cas où on n'a pas des relations relatives entre les variations ou l'absence des données nécessaire sur la variation indépendante, cela ne veut pas dire que ne nous pouvons pas l'utiliser dans d'autres cas, à cause de la faiblesse des modèles de régression aux niveaux statistique et prédictif, le désir de l'utiliser par les économistes, car il ne nécessite pas beaucoup des efforts pour le recollect des information précise pour faire l'étude de quelques phénomènes.

Cette méthode à plusieurs objectifs parmi eux est :

1-Analyser la série afin de la modéliser : trouver une formule mathématique capable de présenter la série.

2-réaliser de prévision à partir de la modélisation afin de prédire l'avenir à court terme maximum 6 mois.

Le domaine d'utilisation la méthode Box-Jenkins

En utilise cette méthode dans plusieurs domaines parmi eux les suivant.[10][18]

La prévision de la demande pour gérer le stock.

Pour une bonne productivité.

Déterminer la politique de marché

➤ **Les étapes de cette méthodologie**

Les différents étapes ou sien de cette méthode sont présente dans le schéma suivant dans laquelle chaque étape sera expliqué juste après ce diagramme.

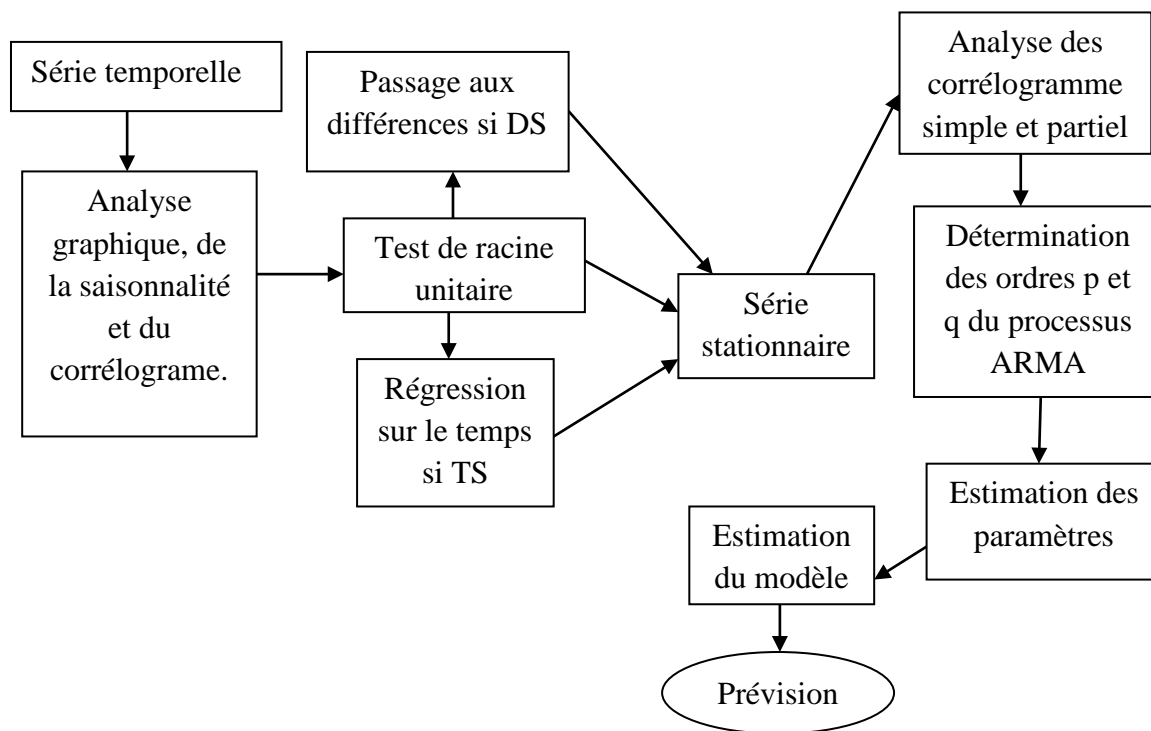


Figure 1.5: Les étapes de la méthode Box-Jenkins.

- **Déterminer les caractéristiques de la série temporelles**
- **Analyse graphique**

Il s'agit d'observer un graphique à l'œil nue et de déterminer ces différents paramètres. En effet malgré tous les progrès effectués par les mathématiques et les informatiques, une observation à l'œil nue permet toujours de déceler des choses intéressantes, et cela, même vous êtes un novice, vous serez capable de distinguer bien des choses facilement alors qu'elles seront compliquées à prouver les avec des calculs, et bien évidemment, il y a toujours un risque d'erreur, une observation graphique est toujours très importante, elle nous permettrait en un coup d'œil d'observer la série temporelle dans sa globalité.[10]

- **Analyse de la saisonnalité**

La saisonnalité est une composante statique, relativement régulière de période intra-annuelle, c'est-à-dire au cours d'un an, on parle de tendance qui revient plusieurs fois dans une année.

Si une saisonnalité est présente alors un traitement préalable de la série chronologique est nécessaire en effet lorsque ce que cette composante existe, il faut l'isoler ou plutôt la retirer afin de pouvoir étudier les autres caractéristiques de cette dernière.

Pour cela, il existe plusieurs méthodes de dessaisonnalisation dont lequel on peut supposer une composante saisonnière. [10]

- **Analyse du corrélogramme**

Le corrélogramme est une représentation graphique de la fonction d'auto-corrélation appliquée à la série temporelle (une représentation graphique est un dessin en général sur deux axes abscisses et ordonnées.).

Le mot auto-corrélation se décompose en deux parties auto et corrélation, auto veut dire sur soi-même et corrélation s'agit du coefficient de corrélation, c'est une mesure ou une grandeur qui sert à mesurer la force de la relation entre deux variable ou plusieurs, elle comprise entre -1 et +1, plus cette mesure est proche de -1 plus les variables sont inversement corrélés, plus cette mesure est proche de 0 plus les variables ne sont pas liées, et plus cette mesure est proche de +1 plus les variables sont corrélés c'est à dire ils sont évolué dans le même sens.

Donc une auto-corrélation identifiée la corrélation de la mesure du lien entre les différentes mesures de la série temporelle avec les mesures de la même série.

On utilise le corrélogramme première pour le but de mettre en évidence ou pas la Stationnarité de la série. [10]

- **L'étude de la stationnarité**

Pour tester la stationnarité d'une série temporelle, nous utilisons le test de racine unitaire.

- **Test de Racine unitaire**

Le but de ce test est déterminé la prochaine transformation nécessaire. Il y a plusieurs tests de racine unaire telle que le test de Dickey Fuller dont laquelle Fuller (1976)

et Dickey (1976) sont les premiers qui offre in groupe des outils statistiques pour de racine unitaire dans notre série temporelle, ces derniers possèdent trois modèles auto régressifs du premier ordre dont les erreurs sont identiquement et indépendamment distribuées : le modèle sans constante, le modèle avec constant et le modèle avec constant et tendance. [10]

- Modèle (1) avec constant et tendance :

$$\Delta X_t = c + bt + \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^P \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots 1.6$$

- Modèle (2) avec constance :

$$\Delta X_t = c + \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^P \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots 1.7$$

- Modèle (3) sans constante ni tendance :

$$\Delta X_t = \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^P \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots 1.$$

Dont la quelle:



$\Delta X_t$  : la valeur future estimée.

b, c, p : valeurs réels.

$X_{t-1}$  : La valeur passée (historique).

t : valeur de temps.

Il existe aussi le test de Phillips et Perron (1987,1988) et Phillips (1987) qui proposent une autre façon de déterminer la non-stationnarité, ils ont estimé les trois modèles de Dickey Fuller :

- **Modèle (1) avec constante et tendance**

$$P_t = \alpha P_{t-1} + \beta t + c \dots\dots\dots 1.9$$

- **Modèle (2) avec constance**

$$P_t = \alpha P_{t-1} + c \dots\dots\dots 1.10$$

- **Modèle (3) sans constante ni tendance**

$$P_t = \alpha P_{t-1} \dots\dots\dots 1.11$$

$P_t$  : La valeur future estimée.

$\alpha$  : valeurs réels (=1 si la demande passée est validé)

$\beta, c$  : valeurs réels.

$P_{t-1}$  : La valeur passée (historique).

Le test de stationnarité était effectué dans des différents niveaux avec des divers paramètres.

paramètres. Les résultats de ces essais sont affichés dans les tableaux suivants :

**Tableau 1.1: Modèle 0 ne pas constant, tendance [23]**

N	0.01	0.025	0.05	0.10
25	-2.661	-2.273	-1.955	-1.609
50	-2.612	-2.246	-1.947	-1.612
100	-2.588	-2.234	-1.944	-1.614
250	-2.575	-2.227	-1.942	-1.616
500	-2.570	-2.224	-1.942	-1.616
>500	-2.567	-2.223	-1.941	-1.616

**Tableau 1.2: Modèle 1 constant, pas de tendance [23]**

N	0.01	0.025	0.05	0.10
25	-3.724	-3.318	-2.986	-2.633
50	-3.568	-3.213	-2.921	-2.599
100	-3.498	-3.164	-2.891	-2.582
250	-2.457	-3.136	-2.873	-2.573
500	-3.443	-3.127	-2.867	-2.570
>500	-3.434	-3.120	-2.863	-2.568

**Tableau 1.3: Modèle 2 constant, tendance [23]**

N	0.01	0.025	0.05	0.10
25	-4.375	-3.943	-3.589	-3.589
50	-4.152	-3.791	-3.495	-3.181
100	-4.052	-3.722	-3.452	-3.153
250	-4.995	-3.683	-3.427	-3.137
500	-3.977	-3.670	-3.419	-3.132
>500	-3.963	-3.660	-3.413	-3.128

On les effectue pour l'objectif de déterminer si la série linéaire est de type TS ou DS.

#### ✚ Les types de la série non-stationnaire :

TS et DS sont des types de série temporelle non-stationnaire, une série stationnaire signifie quand elle possède les propriétés de moyenne, variance et covariance constante : elle ne varie pas ou très peu au cours de temps. [10]

- **Modèle TS** : le type TS on stationnera avec une régression sur le temps. [23]

On parle de TS quand la fonction de la série temporelle, c'est-à-dire la formule mathématique faire les prédictions est une formule du temps :

$$Y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \dots \dots \dots 1.12$$

$Y_t$  : La valeur future détermine ou temps t.

$\alpha$  : est l'état réel

$\beta$  : est l'état réel

T : C'est un facteur de temps

$\varepsilon_t$  : C'est un bruit blanc

- **modèle DS** : Le type DS on stationnera avec la technique de passages de différence. [23]

Les séries temporelles de type DS qui explique avec la formule suivante :

$$Y_t = Y_{t-1} + \beta t + \varepsilon_t \dots \dots \dots 1.13$$

$Y_t$  = la valeur future.

$Y_{t-1}$  = la valeur précédente.

$\beta$  = valeur réel dans ce cas est appelée dérivé.

$\varepsilon_t$  = bruit blanc

- **L'estimation de modèle**

La méthode BOX-JENKINS ce forme avec plusieurs modèles parmi eux, on a les Modèles auto régressive (AR), et les modèles des moyenne mobiles (MA), et les modèles qui se combinent à la fois le terme autorégressifs(AR)et termes de moyen mobile(MA) qui s'appelle (ARMA), en plus les modèles étendus (ARIMA, SARIMA), parmi les conditions d'utilisation ce type de modèle, la série temporelle doit être saisonnière. [23]

- ✓ **Détermination des ordres p et q de processus ARMA**

Ce processus se formule avec une seule variable dont lequel les valeurs actuelles de la série données sont mises en corrélation avec les valeurs passées de la même série pour produire le composant AR, qui l'on appelle « p ». On a aussi le composant MA qui l'on appelle « q » et il représente le produit résulté par la mise en corrélation les valeurs actuelles avec les valeurs passées. On traite les valeurs de moyenne et de variance des données actuelles et passées comme si sont stationnaire, interchangeable par rapport au temps. Dans le cas de manque de stationnarité, on ajoute un composant désigné par « d » pour faire une correction via une différenciation. [10]

- ✓ **Modèles autorégressifs (AR)**

Les modèles auto régressifs (AR) sont des modèles dans lesquels la valeur d'une variable dans une période est liée à ses valeurs dans les périodes précédentes. Il dépend les données historiques.

AR(p) est un modèle auto régressif avec p retards :

$$Y_t = \eta + \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots 1.14$$

p:Retard

$\eta$  : Constante

$\gamma_p$  : Coefficient de la variable retardée au temps t-p. [24]

✓ **Modèles de moyenne mobile (MA)**

Les modèles de moyen mobile (MA) tiennent compte de la possibilité d’une relation entre une variable et les résidus des périodes précédentes. Il dépend les bruits blancs.

MA(q) : est un modèle de moyen mobile avec q décalages :

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \dots\dots\dots 1.15$$

Avec  $\theta_q$  est le coefficient du terme d’erreur décalé dans le temps t-q.

Le modèle MA(1) est exprimé comme suit :

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta \varepsilon_{t-1} \dots\dots\dots 1.16$$

Note : SAS (contrairement à Stata et R), modèle  $\theta$  avec un signe inversé.[24]

✓ **Modèles de moyenne mobile autorégressive (ARMA)**

Les modèles de moyenne mobile autorégressive (ARMA) combinent à la fois p termes autorégressifs et q termes de moyenne mobile, également appelés ARMA (p, q).

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \gamma_i y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \dots\dots\dots 1.17$$

La modélisation d’un processus ARMA (p, q) nécessite la stationnarité.

Un processus stationnaire à une moyenne et une variance qui ne changent pas dans le temps et le processus n’a pas de tendances.

Un processus de perturbation AR(1) :  $u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$

Est stationnaire si  $|\rho| \leq 1$  et  $\varepsilon_t$  est bruit blanc. [24]

✓ **ARIMA (p, q, d)**

ARIMA est une des modèles qui cherche à déterminer chaque valeur de la série en fonction des valeurs qui la précède, c’est une abréviation qui signifie Auto regressive – Integrated – Moving Average, elle a été popularisée et formalisée par Box et Jenkins (1976).

Comportent les étapes suivantes :

1. Identification et sélection du modèle

2. Estimation des paramètres auto-régressive (AR), d'intégration ou de différenciation (I), et de moyenne glissante (MA)

3. Vérification du modèle

L'estimation des modèles ARIMA suppose que l'on travaille sur une série stationnaire. Ceci signifie que la moyenne de la série est constante dans le temps, ainsi que la variance. La meilleure méthode pour éliminer toute tendance est de différencier, c'est-à-dire de remplacer la série originale par la série des différences adjacentes. Une série temporelle qui a besoin d'être différenciée pour atteindre la stationnarité est considérée comme une version intégrée d'une série stationnaire (d'où le terme Integrated). [23]

Ce processus se formule avec une seule variable dont laquelle les valeurs actuelles de la série données sont mises en corrélation avec les valeurs passées de la même série pour produire le composant AR, qui l'on appelle « p ». On a aussi le composant MA qui l'on appelle « q » et il représente le produit résulté par la mise en corrélation les valeurs actuelles avec les valeurs passées. On traite les valeurs de moyenne et de variance des données actuelles et passées comme si sont stationnaire, interchangeable par rapport au temps. Dans le cas de manque de stationnarité, on ajoute un composant symbolisé par « d » pour faire une correction via une différenciation. [23]

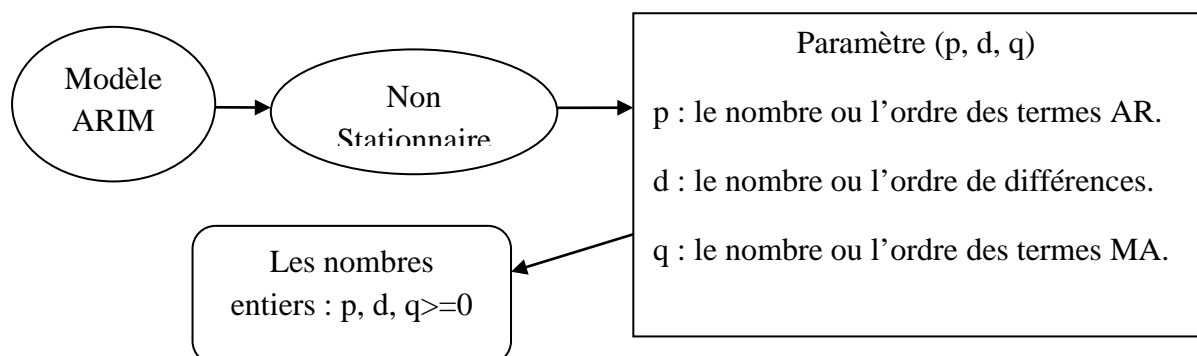
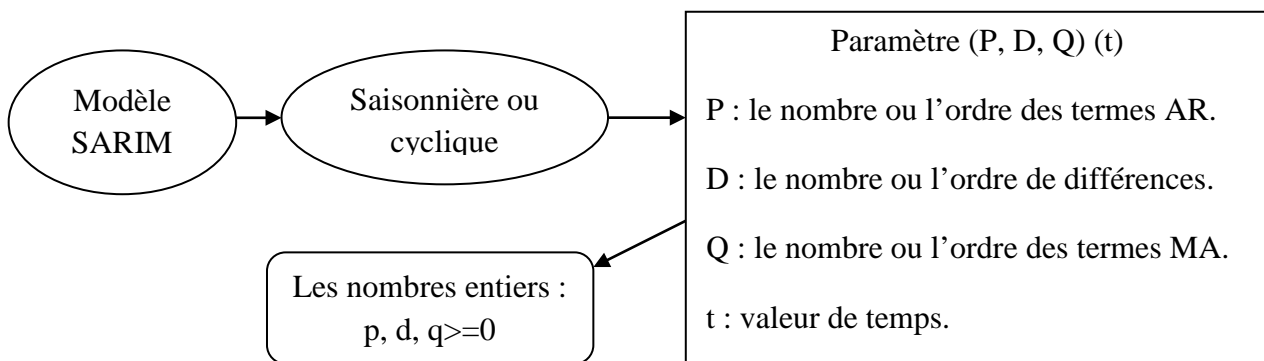


Figure 1.6: Les paramètres de modèle ARIMA.

✓ SARIMA (p, q, d)

Ce modèle suit presque les processus de la résolution que le modèle ARIMA, il est relative avec la stationnarité.



**Figure 1.7: Les paramètres de modèle SARIMA.**

L'estimation du modèle adaptable se fait à partir de la comparaison entre les modèles sous les trois critères suivants :

- Akaike (1969).
- Schwarz (1978).
- Hannan-Quinn (1979).

Le choix du modèle est basé sur la plus petite valeur, c'est-à-dire que nous préférons le modèle qui a la plus petite valeur pour les trois critères (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn).

- **Test de la qualité de modèle**

Après l'estimation de modèle, il doit être testé sa qualité en effectuant des tests dont les plus importants qui sont:

- **Le test de bruit blanc**

C'est une série temporelle stationnaire particulière dont lequel ces propriétaires de moyenne, variance et covariance sont constants. La particularité ici est que la moyenne et la covariance sont égales à 0.

Un bruit blanc est une réalisation d'un processus aléatoire dans lequel la densité spectrale de puissance est la même pour toutes les fréquences de la bande passante. Le bruit blanc gaussien est un bruit blanc qui suit une loi normale de moyenne et variance

données. Des générateurs de signaux aléatoires « signal de bruit » sont utilisés pour des essais de dispositifs de transmission et, à faible niveau, pour l'amélioration des systèmes numériques par Dither. Ils sont acceptables dans le cadre des calculs statistiques. [22]

### **-Le test de Jarque-Bera**

Ce test augmente la puissance du modèle de prévision obtenu et confirme que le modèle estimé est fiable, avec la relation suivante :

$$JB_{<x^2(2)} = 5,99.$$

Cette relation signifie que si la valeur de Jarque-Bera calculé est inférieure à 5.99 le bruit blanc suit une loi normale.

Alors si le bruit blanc suit une loi normal en peut dire qu'on a bien choisi le modèle si non le contraire. [23]

Pour notre travail, nous avons utilisé Eviews car il contient tous les tests de cette méthode qui ont très difficiles de calculer théoriquement et prend beaucoup de temps, Eviews nous facilite le calcul et l'interprétation des résultats, et aussi pour gagner le temps.

- **Les buts de cette méthodologie**

- Découverte de la série temporelle.
- Analyse de la saisonnalité.
- Recherche de la stationnarité.

### **1.10 La qualité de la prévision**

Bien sur l'application des méthodes de prévision, il nous faut contrôler si cet ajustement est acceptable ou bien adaptable pour nous données ou non et pour faire ça, nous avons à suivre les étapes suivantes :

- **Mesure les erreurs de la prévision**

« Il est rare que l'on réussisse à prédire exactement la demande. L'erreur de prévision est la différence entre la demande prévue et la demande réelle. On peut s'attendre à ce qu'un modèle de prévision génère des erreurs, mais un modèle sans biais fera une surestimation de la demande aussi souvent que des sous-estimations. » (Philippe, 2003)

La mesure de la précision que le modèle suit au patron des données historique nécessite le

calcul de l'erreur moyenne par le modèle prévisionnel. Pour cela, il faut déterminer les quatre mesures de la qualité de prévision suivante :

La déviation absolue moyenne (MAD) : est la moyenne des erreurs faites par le modèle de prévision sur une période de temps, MAD calculé avec la formule suivant :

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - P_t|}{n} \dots\dots\dots 1.18$$

$D_t$  : La demande réelle dans la période t.

$P_t$  : La prévision de la demande dans la période t.

$n$  : Le nombre de périodes utilisées.

La moyenne carrée des erreurs (MSE) : Il existe de nombreuses petites erreurs au-dessus et en dessous de la demande réelle, et elles s'annulent. C'est peut-être la meilleure façon que nous espérons. L'impact des petites erreurs de prévision sur les opérations n'est généralement pas très grave. Ces erreurs peuvent être surmontées par l'inventaire ou le temps supplémentaire. La formule pour mesurer MSE est:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - P_t)^2}{n} \dots\dots\dots 1.19$$

L'erreur de prévision moyenne (MFE): « Un bon modèle de prévision doit non seulement avoir une erreur moyenne faible, il doit aussi être sans biais. Un modèle sans biais a autant de chance de surévaluer la demande que de la sous-évaluer. Dans un modèle sans biais, les erreurs positives et négatives doivent s'annuler et donc, la somme des erreurs doit être près de zéro. Si, dans le temps, la somme des erreurs s'éloigne de zéro, cela signifie qu'il y a un biais dans le modèle et qu'il doit être révisé. » (Philippe, 2003) Le MFE est calculé avec la formule suivant :

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - P_t)}{n} \dots\dots\dots 1.20$$

Pourcentage d'erreur absolue moyen (MAPE) : Ce calculé avec la formule suivant :

$$MAP = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_{t=1}^n \left|\frac{D_t - P_t}{D_t}\right| \dots\dots\dots 1.21$$

Pour mesurer l'erreur de prévision en utilise généralement la formule suivant :

$$E_t = D_t - P_t \dots\dots\dots 1.22$$

$E_t$  : L'erreur de prévision dans la période t.



$D_t$  : La demande réelle dans la période  $t$ .

$P_t$  : La prévision de la demande dans la période  $t$ .

### 1.11 L'état de l'art

À travers la préparation de notre étude, nous avons trouvé plusieurs études sur la prévision des ventes avec des méthodes différentes parmi eux, on prend les études suivantes : la première étude : C'est une mémoire de master de deux étudiants « Imad al-Din Sharabi et Ahlam Mokrani » de l'Université de Constantine 1 Abdelhamid Mehri sous un titre pour prévoir les ventes en utilisant la méthodologie « Box Jenkins » c'est une cas d'étude sur la société « Safili » au cours de la période (2007-2012). Cette étude s'est appuyée sur l'utilisation de la méthodologie Box-Jenkins pour l'analyse des séries chronologiques, car il s'agit de la méthodologie la plus importante et la plus efficace dans un large éventail de modèles prédictifs. Après avoir utilisé un logiciel spécialisé, en plus d'une comparaison entre plusieurs modèles, standards différents dans le groupe de modèles ARIMA, un modèle standard approprié a été trouvé et l'organisation l'utilise pour prédire son avenir proche, dans l'espoir de faciliter le processus de planification.

La deuxième étude : c'est une mémoire de master pour l'étudiant « Mokrani Ahlam » de l'Université de Biskra sous le titre Le rôle de l'utilisation de la méthodologie BOX-JENKINS pour la prévision dans la planification des ventes une étude de cas d'entreprise et son rôle dans la détermination du modèle général de prévision, pour l'année 2013-2014. Le chercheur a traité cette étude, composé du premier chapitre qui comprend les concepts généraux du processus de planification des ventes et du deuxième chapitre sur les fondements de la méthodologie de Box Jenkins pour l'analyse des séries chronologiques, le dernier chapitre comprenait une étude appliquée de la Fondation SAFILAIT à Constantine, et se termine par une conclusion générale qui comprend divers constatations, recommandations et perspectives.

La troisième étude : C'est une note de maîtrise pour l'étudiant de Said Hathat de l'Université de Ouargla sous le titre ' Une étude économique et de mesure du phénomène de l'inflation en Algérie', pour l'année 2006-2005. Dans son étude, constituée du premier chapitre, incluait une analyse théorique du phénomène d'inflation à travers le concept causes et types. Le deuxième chapitre présente une analyse théorique détaillée des différents outils de mesure économique, en commençant par quelques concepts de base concernant la prévision des phénomènes économiques, puis des modèles régression Pour arriver à comment étudier les séries chronologiques et la méthodologie Box-Jenkins, il est précisé le troisième chapitre

fait référence à l'étude des modèles non linéaires, puis des modèles d'auto-régression non linéaires et de la séparation le quatrième était consacré à l'étude de l'impact de l'inflation en Algérie en étudiant l'évolution des indicateurs statistiques qui mesurent le phénomène et expliquent les causes internes et externes qui en sont responsables. Dans le chapitre, ce dernier a revu l'aspect standard de cette étude, ils analysent les séries mensuelles de taux inflation en Algérie selon les outils des deuxième et troisième semestres avec une application détaillée de tests statistiques, et enfin la conclusion générale et ses constatations et recommandations. [12][17][25][26][27]

### **1.12 Conclusion**

Nous avons essayé dans ce chapitre d'avoir une idée globale sur tous les termes ayant une relation avec le coté prévisionnel et ses différents modèles et les outils les plus utilisables.

Nous avons visé sur toutes les fonctions des organisations d'après l'utilisation des outils de prévision en se basant sur l'approvisionnement, stockage, production et gestion des réseaux de distribution, magasinage et financement de l'entreprise.

Pour appliquer les techniques de prévisions et sélectionner les meilleures méthodes, il est nécessaire d'utiliser les données réelles, donc nous avons fait des visites pédagogiques dans l'entreprise de LI MAG qui sera présenté dans le chapitre suivant pour collecter les données de demande qui nous aideront dans notre étude.

Ce chapitre nous définit bien l'importance des prévisions ou sien de l'entreprise industrielle.

# **Chapitre II Présent ation d'entreprise LIT MAG**

## 2.1 Introduction

Dans ce chapitre, on va définir l'entreprise de notre cas d'étude « LIT MAG », inspiré d'un cas réel : SARL Literie Maghrébine dans lequel on va utiliser des divers informations internes et l'historique des données de demande client.

L'entreprise appartient d'un système concurrentiel, c'est pour cela, il fait qu'elle doit ajouter une contrainte de rentabilité. Cette rentabilité se base sur l'étude des conditions de la production dont les deux grands déterminants sont les rendements et les coûts.

Ensuite, on va parler sur l'historique de l'entreprise et présenter son organigramme et sa carte d'identité. Après, on va décrire leur chaîne de production avec un petit exemple sur comment produire un matelas.

Enfin, on va schématiser le réseau de distribution et le bien décrire avec ses différents sites et dépôts. Et aussi faire une petite conclusion sur notre chapitre.

## 2.2 Présentation de l'entreprise

LIT MAG est une organisation productique industriel économique et sociale, elle compose en plusieurs ressources productives telles que les ressources humaines, matérielles, financières. [13]

C'est une société spécialisée dans le domaine de la literie. Située à Tlemcen Algérie, elle est dotée d'une capacité de production de 400 matelas/jour et d'un effectif de 110 employés.

LIT-MAG est dédiée à la fabrication des matelas de différentes dimensions, ainsi les oreillers et les couettes. [13]

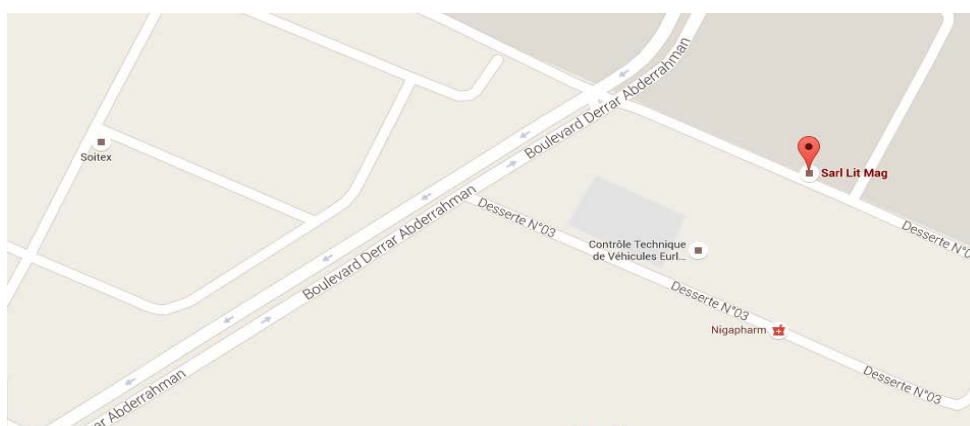


Figure 2.1: Situation géographique de LIT-MAG. [13]

L'entreprise est constituée de deux compartiments concaténés :



**2.3 Organigramme de l'entreprise**

L'entreprise suit un diagramme qu'on a dessiné comme suivant :

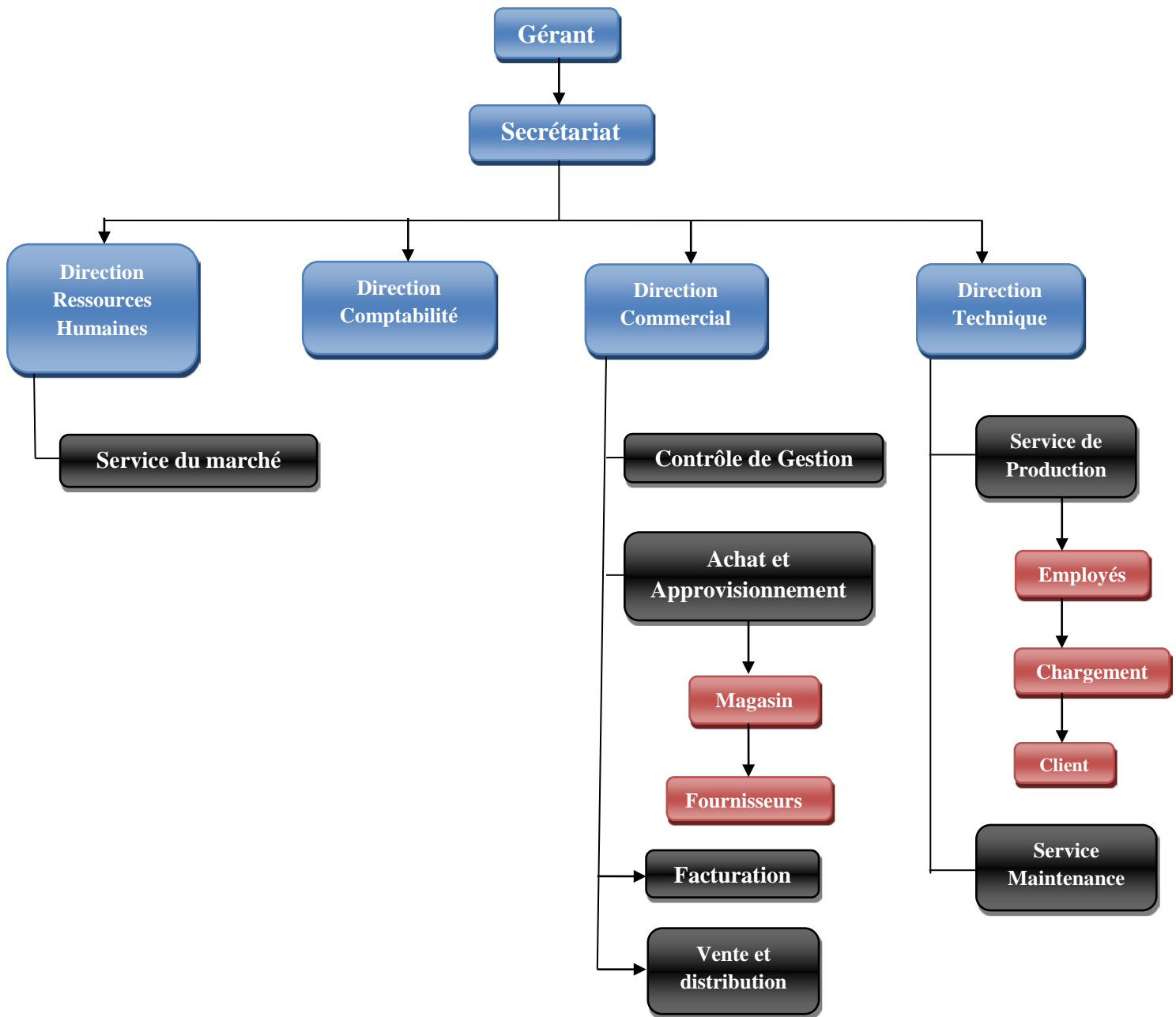


Figure 2.3: L'organigramme de l'entreprise. [13]

## 2.4 Historique de l'entreprise

LIT-MAG leader dans le domaine de la literie, possède un parc machines à la pointe de la technologie de conception et réalisation des matelas à ressorts. Cela lui confère une souplesse et une grande diversité de sa gamme de produits. [14]

LIT-MAG est à même de répondre aux vœux et aux exigences multiples de sa clientèle. Son atelier de design innove et crée en permanence de nouveaux motifs. Le profil ergonomique et orthopédique de ses matelas assure le confort et le repos. [14]



Figure 2.4: Logo de LIT-MAG. [14]

## 2.5 Le réseau de distribution LIT-MAG

L'entreprise LIT-MAG s'approvisionne, entrepose et fournit des détaillants localisés sur un vaste territoire et ayant des besoins spécifiques. Cette entreprise assure seule le transport et l'approvisionnement des marchandises vers les différents points sans l'intervention d'intermédiaires. [13]

Les détaillants se trouvent éloignés les uns des autres. L'entreprise desservit ces détaillants par leurs propres moyens de transport et parfois, elle nécessite l'utilisation d'une flotte privée pour satisfaire la demande des clients.

Lorsqu'une commande est reçue à l'entreprise, les marchandises requises sont collectées, chargées dans des moyens de transport puis expédiées au centre demandeur.

Chaque moyen de transport est doté d'une capacité finie et empreinte un itinéraire précis. C'est-à-dire que chaque moyen de transport visite un seul client et revient à l'entreprise. [14]

L'entreprise mère livre les produits finis vers plusieurs sites différents dans des divers endroits Oran, Alger et Annaba.....Etc

L'objectif de notre projet est géré le flux des demandes X entre cette entreprise et ses dépôts cités dans le schéma suivant :

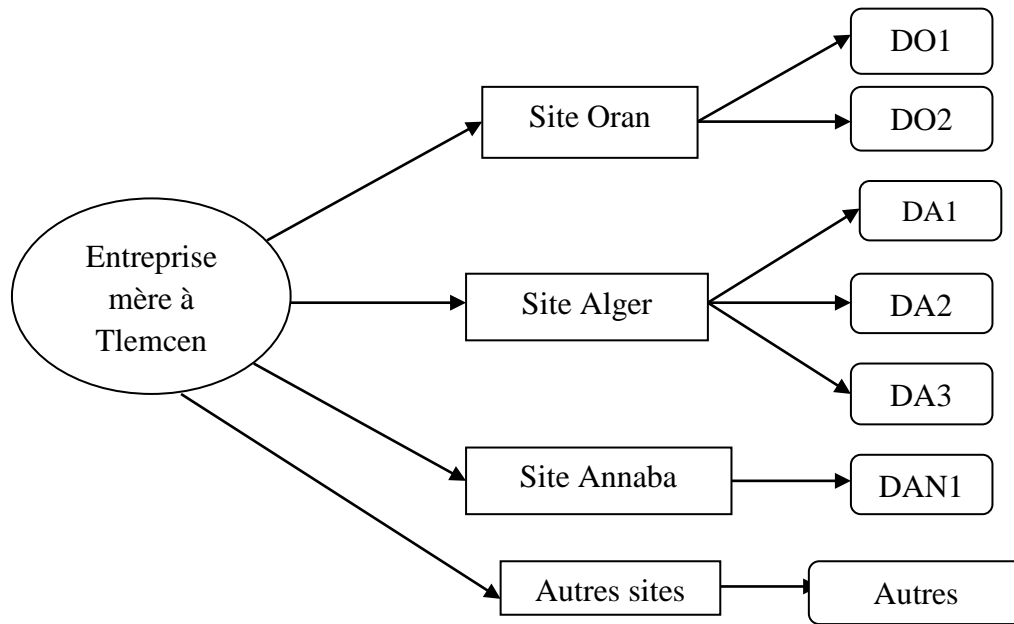


Figure 2.5: La distribution des sites et des dépôts.

- Le site d'Oran compose de deux dépôts DO1 et DO2.
- Le site d'Alger compose de trois dépôts DA1, DA2 et DA3.
- Le site d'Annaba compose d'un seul dépôt DAN1.
- Il existe aussi d'autres sites dans des autres endroits, mais pour notre cas d'étude, on a prendre juste des deux clients (Magasins) à Tlemcen.



Figure 2.6: Carte géographique des différentes villes de réseau de LIT-MAG. [14]

Plusieurs points de ventes sont installés sur le territoire national. Notre page est créée pour promouvoir la vente sur la région Est (Constantine, Sétif, Bordj Bouarreridj, Jijel, Mila, Batna, Msila, Biskra).



L'entreprise effectue une livraison quotidienne vers un seul centre (site) à la fois. Elle se fonctionne avec l'impose d'un camion complètement chargé même si la capacité est différente de la quantité demandée par le centre. La quantité souhaitée rapproche au maximum au fonctionnement de demande véhicule.

Dans ce cas, chaque centre est confronté à une perturbation dans sa gestion de stock puisqu'il peut avoir des ruptures des stocks si sa demande est supérieure à la capacité du camion ou en sur-stockage si sa demande est inférieure à la capacité du camion. [13]

## 2.6 Chaîne de production LIT-MAG

Les produits réalisés par l'entreprise sont classés en trois catégories : une famille de matelas, une seconde famille qui contient : couette, draps et couvre lit et enfin la famille des oreillers et traversins. Dans la famille des matelas, on trouve une large variété de produits (matelas en mousse souple, matelas en mousse avec une grande résistance ou matelas injectés mousse et ressort) et une diversification de dimension. Ça peut aller d'un simple matelas pour bébé, au matelas une place avec plusieurs dimensions. [13]

La famille des couettes, draps et couvre lit est une spécialité très récente de l'entreprise. Elle consiste en la fabrication de couettes d'une et deux places, dans des formats multiples ainsi que de voiles de rideaux et couvre-lits haut de gamme à dimensions multiples. Et enfin, la production comprend la famille des oreillers et traversins de différentes dimensions. [13]

La réalisation de tels produits nécessite un certain nombre de matières premières comme : fils d'acier, colle, fil à coudre, tissu, ouate, ruban, fibre, grise, plastique d'emballage, produits chimiques... Plus un savoir-faire des employés. [13]

Voici un aperçu de la structure de l'entreprise :

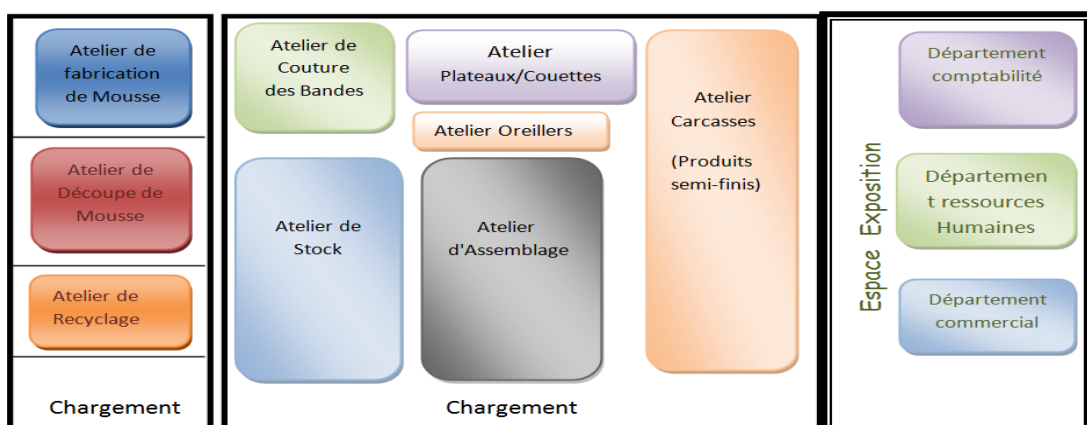


Figure 2.7: Structure de l'entreprise. [14]

## 2.7 Les différents produits de LIT MAG

L'entreprise **LIT MAG** produit nombreux produits avec des divers dimensions on site parmi eux les suivants :

Liste des activités :

- Commerce de gros de tissus, fils et files
- Entreprise industrielle de fabrication de literie
- Commerce de gros de tapis, couvertures et autres articles similaires à base de matières textiles.
- Commerce de gros de meubles et articles d'ameublement à usage domestique ou de bureau.
- Transports de marchandises.



Figure 2.8: Matelas mousse deux places. [19]



Figure 2.9: Les deux types des oreillers.

Les matelas avec des diverses dimensions.

Les oreillers avec des différentes dimensions.

Les draps.

• Gamme de Produits :

♣ MIAMI : Un matelas qui favorise une parfaite détente musculaire après de longues fatigues occasionnées.

♣ MONACO : Ce matelas idéal pour les dos sensibles, qui offre à la personne un soutien physiologique optimum.

♣ FLORIDA : Un matelas adapté au soutien du corps, qui offre un confort tendre et moelleux.

♣ MILANO : Un matelas classique, très économique, qui se personnalise par son élégance.

Le Matelas « Uni block Total Relax Systems » : qui garantit l'équilibre anatomique et orthopédique ? Il contribue à une correcte distribution de la personne. Il permet une libre circulation de l'air et maintient un équilibre thermique qui garantit un niveau élevé de l'hygiène. [14]

Sa spécialité porte enfin sur la nouveauté, la création tels les couettes un et deux places, oreillers dans différentes dimensions et mini matelas nourrissons et bébé dans des formats multiples ainsi que les voiles de rideaux et couvre-lits à dimensions multiples de haute gamme. [13]

### 2.7.1 Fabrication d'un matelas

Le matelas peut être composé des matériaux suivants : mousse et ressorts. On peut distinguer trois types de matelas : matelas en mousse entièrement, plaques de mousse et ressorts et le dernier type mousse injecté et ressorts. Le matelas est fabriqué selon la séquence de procédés suivante : découpe des plaques et tissus, collage, gan sage (picage), emballage. [13]

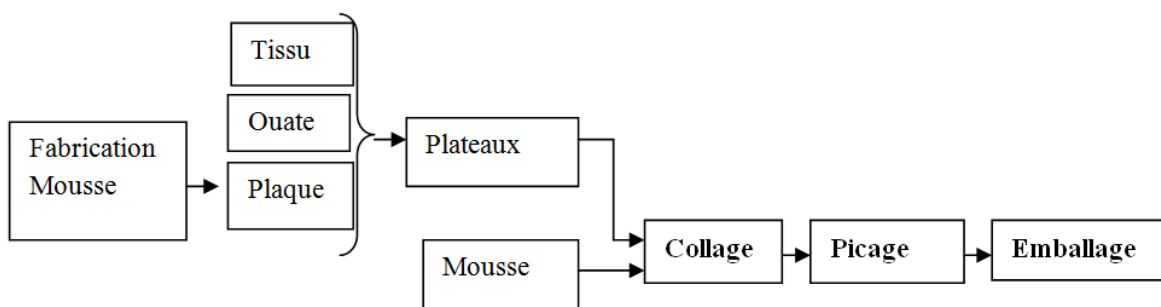


Figure 2.10: différentes étapes pour la réalisation d'un matelas. [14]

- Les différents articles et leurs codages

Il existe plusieurs types de produits, on va les citer dans le tableau suivants:

**Tableau 2.1: Les produits et leurs codages. [14]**

Type de produit	Codage	Article
Matelas 1 place	BB100*70	Matelas Mousse BeBe100*70*7
	BB120*60	Matelas Mousse BeBe120*60*7
	MO180*65	Matelas Mousse 180*65*18
	MO190*65	Matelas Mousse 190*65*18
	MO190*70	Matelas Mousse 190*70*18
	MO190*80	Matelas Mousse 190*80*18
	MO120*60	Matelas Mousse 120*6*18
	MO140*70*17	Matelas Mousse 140*70*18
	RIO80	Matelas Roulé Rio De Janéro 190*80
	MO190*90	Matelas Mousse 190*90*18
	MI190*90	Matelas Ressort Miami 190*90
	BB120*85	Matelas Mousse BeBe120*85
	BB120*70	Matelas Mousse BeBe120*70
	RIO70	Matelas Roulé Rio De Janéro 190*70
	BB130*70	Matelas Mousse BeBe130*70*7
	BB140*70	Matelas Mousse BeBe140*70*7
	MO200*90	Matelas Mousse 200*90*18
Matelas 2 places	MO190*120	Matelas Mousse 190*120*18
	MO190*140	Matelas Mousse 190*140*18
	MO190*160	Matelas Mousse 190*160*18
	TL190*160	Matelas Mousse Tlemcen 190*160*18
	MI190*140	Matelas Ressort Miami190*140
	MI190*160	Matelas Ressort Miami 190*160
	MO200*160	Matelas Mousse 200*160*18

	MO200*180	Matelas Mousse 200*180*18
	RIO120	Matelas Roulé Rio De Janéro 190*120
	RIO140	Matelas Roulé Rio De Janéro 190*140
	RIO160	Matelas Roulé Rio De Janéro 190*160
	TL190*140	Matelas Mousse Tlemcen 190*140*18
	MI200*160	Matelas Ressort Miami 200*160
	MI200*180	Matelas Ressort Miami200*180
	TL200*160	Matelas Mousse Tlemcen 200*160*18
	TL200*180	Matelas Mousse Tlemcen 200*180*18
	RIO160	Matelas Roulé Rio De Janéro 200*160
	RIO180	Matelas Roulé Rio De Janéro200*180
Oreiller	ORE45*45	Oreiller45*45
	ORE70*45	Oreiller70*45
	ORE70*50	Oreiller70*50
	ORE60*60	Oreiller60*60
	ORE75*55	Oreiller75*55
	ORELUX45*45	Oreiller Luxe 45*45
	ORELUX70*45	Oreiller Luxe 70*45
	ORELUX70*50	Oreiller Luxe 70*50
	ORELUX60*60	Oreiller Luxe 60*60
	ORELUX75*55	Oreiller Luxe 75*55
Traversins	TRAV80	Traversin 80
	TRAV140	Traversin 140
	TRAV180	Traversin 160
	TRAV180	Traversin 180

Draps	Parure de Draps Prince 1 Place	DRAPPRIN1P
	Parure de Draps Prince 2 Places	DRAPPRIN2P
Couette	Couette cléopatre1P	Coucle1P

## 2.8 Système d 'approvisionnement de LIT MAG

Les approvisionnements ou siens de l'entreprise LIT MAG s'effectue selon un procédé bien déterminé, après la réception de la demande une vérification au niveau d'approvisionnement pour détecter si la quantité nécessaire, il existe pour pouvoir lancer la production sinon un débranchement de l'achat ou de la récupération de la matière premier est effectué.

L'entreprise suit l'ancienne méthode de prévision qui dépend à l'historique des demandes veut dire, ils n'ont pas un processus développé, ils se basent sur les demandes précédentes. [13]

## 2.9 Le stock de sécurité de l'entreprise

LIT MAG possède un stock de sécurité bien définie pour chaque type de leurs produits, lors qu'elle tombe en panne que ce soit de côté technique (machine, manque d'intervention, maintenance ...) ou le coté d'absence de matière première. Car le client reste toujours la première priorité pour cette entreprise. [13]



**Figure 2.11: Le stockage des matelas dans LIT-MAG.**

LIT MAG peut compter sur un véritable savoir-faire artisanal de son fabricant depuis 1999 dans le domaine de la production de matelas.

En effet, notre fabricant collabore avec les plus grandes marques internationales pour l'approvisionnement des matières premières pour le but de la réalisation d'un produit d'une bonne qualité. La technologie à ressorts ensachés ainsi que les compétences utilisées, dans la conception des matelas, se retrouve dans les plus grandes chaînes d'hôtels dans l'Algérie.

À chaque étape de fabrication LIT MAG, effectue des contrôles suivants :

- La qualité des tissus.
- La finesse des broderies.
- La perfection des finitions.

Les détails cousus à la main telle que le capitonnage, le tout englobant une technologie de pointe, magnifiant ce « objet du quotidien ».

Le stockage des matelas s'effectue dans un endroit ou un paysage sec dont lequel le matelas ne se pose jamais à plat sur le sol ou même debout. Il recueillera toute l'humidité provenant de ce dernier, ce qui l'endommagerait en un clin d'œil. Elle ne s'adosse pas non plus au mur, car on est en risque de se passer la même chose, ce qui abîmerait non seulement l'accessoire de literie.

On va insérer plutôt une ou deux palettes en dessous avant et on ne le plie pas si l'espace vous le permet. À force de garder cette position longtemps, il pourrait avoir du mal à retrouver sa forme initiale.

Les fluides, la poussière, la chaleur et l'humidité ambiante, les odeurs, tout cela finit par avoir une influence négative sur notre produit si on ne le protège pas dans un milieu convenable.

### **2.10 Le transport dans Lit Mag**

Après l'emballage des produits l'entreprise stock ces derniers, mais elle s'effectue le transport au lieu demander d'une manière quotidienne, car le lancement de production est relatif avec la demande des clients. Donc comment peut-on transporter les matelas ? D'abord, il faut protéger le matelas avec une housse spéciale déménagement en plastique, mais on ne la plier pas ou ne la rouler pas surtout s'il est de type matelas ressort, enfin on le stock à verticale dans le camion de transport. [13]

En effet, un matelas pourra se déchirer rapidement lors d'un transport même s'il est d'une haute qualité donc il faut le bien protéger.

### **2.11 Les demandes des clients**

- **Les demandes des clients de produit 1 les oreillers luxe 70\*50**

Nous avons choisi dans notre recherche le produit le plus demandé qui est les oreillers luxe 70\*50, nous pouvons appliquer notre méthode sur les autres produits ou la demande totale de cliente/entreprise mère, mais chaque produit est spécial dans son processus de fabrication, quantité des matières premières et aussi sa valeur dans le marcher et surtout son prix.

Nous avons partir au dépôt LIT MAG de Tlemcen pour récolter les informations nécessaires et il nous donne les demandes de trois ans de deux grands clients ici à Tlemcen le premier client est Magasin de Tlemcen (MGS Tlemcen) et le deuxième est le Magasin d'Imama (MGS Imama).

- **MGS Tlemcen**

Tableau 2.2: Demande de MGS Tlemcen 2017/2018/2019.

	2017	2018	2019
1	45	40	43
2	45	20	33
3	1	60	31
4	40	120	80
5	60	80	70
6	52	0	26
7	45	0	22
8	0	40	20
9	0	20	10
10	30	76	53
11	53	100	76
12	0	60	30

- **MGS Imama**

Tableau 2.3: Demande de MGS Imama 2017/2018/2019.

	2017	2018	2019
1	0	50	25
2	60	73	66
3	54	132	93
4	90	135	112
5	75	100	88
6	40	56	48
7	0	100	50
8	0	0	0
9	60	22	41
10	80	44	62
11	44	98	71
12	35	160	98



Nous avons classé les séries d'après l'année demande veut dire faire la somme des demandes des deux clients.

**Tableau 2.4: La demande totale des clients-dépôt Tlemcen 2017/2018/2019.**

	2017	2018	2019
1	45	90	68
2	105	93	99
3	55	192	124
4	130	255	192
5	135	180	158
6	92	56	74
7	45	100	72
8	1	40	20
9	60	42	51
10	110	120	115
11	97	198	147
12	35	220	128

- **Les demandes des clients de produit 2 Matelas mouse**

Les données historiques des deux magasins dans Alger comme suivants.

**Tableau 2.5: Les demandes de clients pour les trois années.**

	2017	2018	2019
1	193	132	136
2	305	249	277
3	272	395	334
4	197	690	444
5	208	169	189
6	229	572	400
7	337	1016	677
8	151	223	187
9	156	257	207
10	354	735	672
11	258	375	316
12	264	632	448

**2.12 Conclusion**

Nous avons décrit bien l'entreprise Lit Mag, son côté technique et définir ses produits. Ce dernier travail jour par jour pour le but d'amollir la qualité de leurs produits et avoir une bonne image dans le marché (le monde concurrentiel).

La bonne gestion offre à l'entreprise un bon bénéfice et une réduction de stress, car l'organisation de taches donne un environnement de travail confortable aux collaborateurs. Nous avons vu que cette organisation néglige le coté prévisionnel des demande, nous voulons ce maître la ligne sur les prévisions. Nous choisissons de travailler sur les demandes et nous proposons d'utiliser une des méthodes des prévisions celle que nous voulons la détailler dans le prochain chapitre.



# **Chapitre III:**

## **L'étude prévisionnelle**

### 3.1 Introduction

Dans ce chapitre, tout d'abord, nous allons présenter le logiciel Eviews qui on a utilisé sur certaines méthodes et expliquer la problématique abordée, qui consiste en l'amélioration des performances de la prévision de demande pour une bonne gestion de stocks. Puis, nous allons présenter les différents résultats pour les deux types de produit après l'application de quelque technique de prévision et nous allons expliquer comment ajuster les paramètres des méthodes de prévision. Ensuite, nous allons analyser et comparer entre les techniques de prévisions afin de sélectionner les meilleures techniques selon des critères pour créer un planning ou bien un système qui aide à prendre des décisions pour résoudre notre problème.

### 3.2 Présentation de logiciel Eviews

C'est un logiciel de système d'exploitation Windows dans un des leaders mondiaux de logiciels d'économétrie. Il donne une prévision de l'analyse des données scientifiques, l'analyse financière, les prévisions des ventes et les prévisions économétriques. Il fournit des outils sophistiqués d'analyse, de régression et de prévision des données.[21]

Le but d'utilisation d'Eviews est d'obtenir des résultats précis à propos de modélisation des séries chronologiques, il est facile d'utiliser, car il contient des tests compliqué a calculé théoriquement, mais très facile a exécuté dans ce logiciel.[21]

Avec Eviews, nous pouvons rapidement développer une relation statistique à partir de nos données puis utilisons la relation pour prévoir les valeurs futures des données.



Figure 3.1: L'icône de logiciel Eviews.

### 3.3 La description de la problématique et les hypothèses

Dans l'industrie en particulier l'entreprise LIT MAG, les problèmes de rupture de stock et le manque de satisfaction de client et parfois aussi l'entreprise tombe sur le problème de surstocks ont attiré notre attention et sont l'impulsion qui nous a conduits à cette étude, ces problèmes sont le résultat d'un manque d'organisation et de la gestion des vents. Afin d'éviter ce genre des problèmes, nous devons utiliser quelques méthodes de prévision avec logiciel Eviews et l'Excel pour nous aider à atteindre notre objectif. Pour l'entreprise que nous avons choisi de réaliser notre étude, nous nous intéressons aux prévisions de demandes les produits qui sont plus demandés par les clients sont les suivants :

- Matelas Mousse 190\*70\*18 pour les années 2017/2018/2019.
- les Oreillers luxe 50\*70 pour les années 2017/2018/2019.

### 3.4 Les méthodes de résolution appliquée

Afin de pouvoir établir un planning prévisionnel pour notre cas d'étude l'entreprise LIT MAG, nous avons utilisé :

- La méthode de Box Jenkins parce que c'est une méthode de prévision la plus utilisée par les économistes et une m riche en plusieurs modèles. En utilise cette méthode pour la prévision à court terme maximum 6 mois, pour cette méthode nous avons utilisé Eviews, car il contient tous les tests qu'il faut faire et qui sont difficiles a calculer théoriquement ou par Excel.
- La méthode de lissage exponentiel, c'est une méthode simple et très utilisable et facile à calculer, dépend les données historiques des périodes précédentes. En utilise cette méthode pour la prévision à long et court terme en même temps, en utilise Excel pour le calcul de cette méthode.
- La méthode des moyens mobiles, c'est une méthode simple et facile à exprimé sous la forme d'une série de valeurs (séries temporelles) en fonction du temps. Il élimine les fluctuations les moins importantes. En utilise cette méthode pour la prévision à long terme, en utilise Excel pour le calcul de cette méthode.

#### 3.4.1 La méthode Box Jenkins

- **La prévision des demandes pour le produit 1(Oreillers luxe 50\*70)**

D'après la méthodologie citée précédemment, il faut d'abord effectuer un test de saisonnalité sur Eviews.

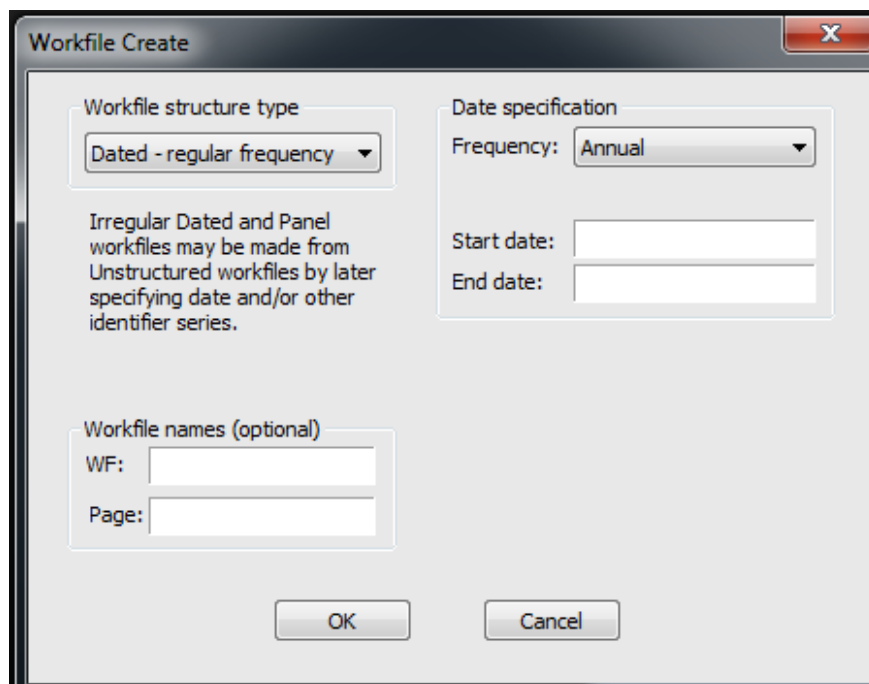
- **Saisir les données sur Eviews**

Quand nous lançons Eviews et logiciel, nous remarquons cette figure :



**Figure 3.2: Comment ouvrir un nouvel espace de travail.**

On clique sur create à new Eviews workfile pour ouvrir un nouvel espace de travail. Après l'exécution de l'étape passée, il nous apparaît cette figure :



**Figure 3.3: Comment poser notre information nécessaire.**

Il existe plusieurs types des fréquences ici et dans notre cas nous choisissons le type mensuel, car notre unité du temps est le mois.

On s'appuie sur Ok dès quand nous remplis la date de début et de fin et le nome de fichier. Pour saisir nos données, il faut aller sur Quick-----Empty Group (Eddit Series)

- Oreiller Luxe 70\*50 : on a choisir cet article par ce que c'est le produit le plus demandé par les magazines à Tlemcen parmi les autre produit.

Date	Value
2017M01	45
2017M02	105
2017M03	55
2017M04	130
2017M05	135
2017M06	92
2017M07	45
2017M08	1
2017M09	60
2017M10	110
2017M11	97
2017M12	35
2018M01	90
2018M02	93
2018M03	192
2018M04	255
2018M05	180
2018M06	56
2018M07	100
2018M08	40
2018M09	42
2018M10	120
2018M11	198
2018M12	220
2019M01	67
2019M02	99
2019M03	

Figure 3.4: Affichage des données historique des trois années de la demande.

- **Analyse graphique**

Tout d'abord, nous avons tracé le graphique qui est le suivant :

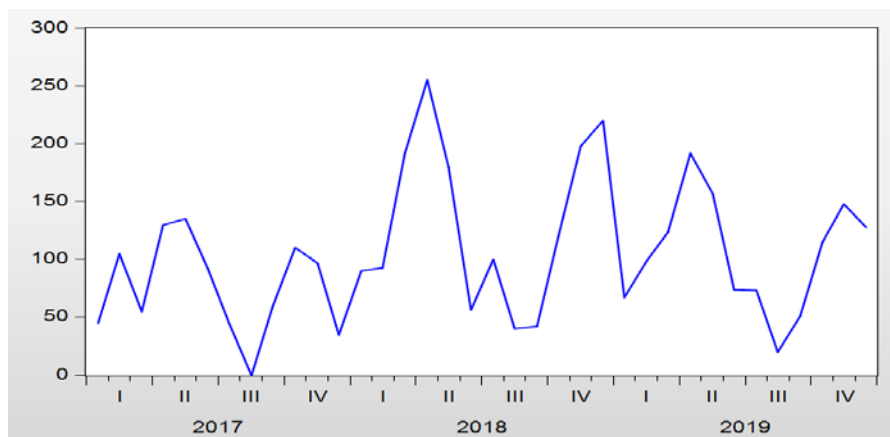


Figure 3.5: La courbe d'évolution mensuelle des demandes des clients.

On a fait l'analyse avec Eviews et on observe à travers le graphique de la série temporelle du produit pour la première fois qu'il y a des grandes fluctuations et cela peut être le résultat des variations saisonnières ou des variations aléatoires, c'est ce que nous voulons détecter à travers le traçage de ce graphe.

- **Test de saisonnalité**

Comme nous avons dit les tests sont préparer dans Eviews donc il est facile de tester la saisonnalité en lissant juste le corrélogramme de cette série comme suivants :



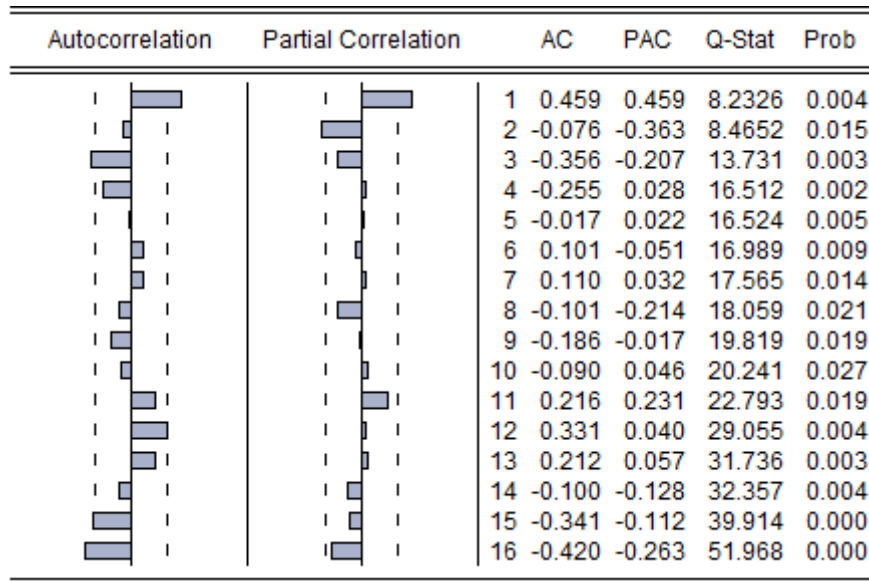


Figure 3.6: Corrélogramme de notre série temporelle.

Nous remarquons qu'ils existent des barres de ce corrélogramme dans l'auto corrélation sont en dehors de l'intervalle de confiance donc c'est une série saisonnière.

À travers ce graphe, nous avons remarqué que les probabilités affichées dans le correlograme

Sont inférieure à 0.05 donc il appartient à l'intervalle des données correct au 95 %. Nous avons déduire que notre série est saisonnière donc il faut éliminer le facteur de saisonnalité en créant une nouvelle série temporelle corrigée à l'aide de Eviews et ajoutée des coefficients significatifs.

Tableau 3.1: La nouvelle série correcte des variations saisonnières.

Date	Les données réelles	Série sans saisonnalité
01/2017	45	68.47296
02/2017	105	104.6537
03/2017	55	47.75589
04/2017	130	71.94802
05/2017	135	90.78151
06/2017	92	130.4801
07/2017	45	68.21000
08/2017	1	5.319674
09/2017	60	125.1303
10/2017	110	102.6617
11/2017	97	71.61721

---

12/2017	35	24.49136
01/2018	90	136.9459
02/2018	93	92.69324
03/2018	192	166.1715
04/2018	255	141.1288
05/2018	180	121.0420
06/2018	56	79.042269
07/2018	100	151.5778
08/2018	40	205.5870
09/2018	42	87.59120
10/2018	120	111.9946
11/2018	198	146.1877
12/2018	220	153.9457
01/2019	68	101.9486
02/2019	99	98.67345
03/2019	124	107.6678
04/2019	192	106.2617
05/2019	158	105.5755
06/2019	74	104.9514
07/2019	72	110.6518
08/2019	20	102.7935
09/2019	51	106.3607
10/2019	115	107.3282
11/2019	147	109.2716
12/2019	128	89.56840

Nous avons utilisé les données réelles dans Eviwes pour éliminer le facteur de saisonnalité en créant des facteurs de saisonnalités.

Maintenant, on va travailler sur la nouvelle série la série sans saisonnalité que nous avons appelé **x-d11** après avoir ces coefficients saisonniers suivant:

D 10.A Final seasonal component forecasts  
 From 2020.Jan to 2020.Dec  
 Observations 12

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	AVGE
2020	65.7	100.3	115.2	180.7	148.7	70.5	
	66.0	19.5	48.0	107.1	135.4	142.9	100.0

Figure 3.7: Les coefficients saisonniers de l'année 2020.

D 11 Final seasonally adjusted data  
 From 2017.Jan to 2019.Dec  
 Observations 36

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
2017	68.5	104.7	47.8	71.9	90.8	130.5	
	68.2	5.1	125.1	102.7	71.6	24.5	911.3
2018	136.9	92.7	166.7	141.1	121.0	79.4	
	151.6	205.6	87.6	112.0	146.2	153.9	1594.8
2019	101.9	98.7	107.7	106.3	105.6	105.0	
	110.7	102.8	106.4	107.3	109.3	89.6	1251.1
AVGE	102.5	98.7	107.4	106.4	105.8	105.0	
	110.1	104.5	106.4	107.3	109.0	89.3	
Table Total-	3757.22		Mean-	104.37	Std. Dev.-	37.33	
			Min -	5.14	Max -	205.59	

Figure 3.8: Les coefficients saisonniers des années 2017/2018/2019.

Nous obtenons cette série exempte des variations saisonnières en divisant la série chronologique brute par des coefficients saisonniers.

- **Test de stationnarité**

Pour tester la stationnarité de notre série temporelle, il faut d'abord faire le test de racine unitaire.

- ❖ **Test de racine unitaire**

Comme on a dit déjà dans le chapitre 1 qu'on va utiliser le test de Phillips Perron pour le test de stationnarité de la série temporelle à l'aide de logiciel Eviews pour faciliter les calculs et diminuer le temps. Qui est détecté le nombre des retards avec les trois degré 1 %, 5% et 10%, et trois normes Akaike, et Schwarz. Après en fait l'estimation de trois modèles de Dickey Fuller suivants :

- Modèle (3) avec constante et tendance :

$$P_t = \alpha P_{t-1} + \beta t + c$$

- Modèle (2) avec constance :

$$P_t = \alpha P_{t-1} + c$$

- Modèle (1) sans constante ni tendance :

$$P_t = \alpha P_{t-1}$$

$P_t$  : La valeur future estimée.

$\alpha$  : valeurs réels (=1 si la demande passée est validé)

$\beta, c$  : valeurs réels.

$P_{t-1}$  : La valeur passée (historique).

Ce test est exécuté sur Eviews est voici le rapport :

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X_D11(-1)	-0.913944	0.177791	-5.140549	0.0000
C	81.31305	19.70592	4.126325	0.0002
@TREND("2017M01")	0.836777	0.664934	1.258436	0.2173

Figure 3.9: Les valeurs de modèle 3 de Phillips Perron.

On remarque que cette probabilité de la tendance (TREND) est supérieure à 0.05 donc la tendance n'est pas incluse dans notre modèle.

Alors la tendance générale  $T(t)$  n'est pas significative donc on passe au deuxième modèle qui contient juste le constant C. Celle de modèle (2):

- Modèle (2) avec constance :

$$\Delta X_t = c + \alpha X_{t-1} + \sum_{j=1}^p \varphi_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X_D11(-1)	-0.842441	0.169951	-4.956971	0.0000
C	88.88223	18.93078	4.695117	0.0000

Figure 3.10: Les valeurs de modèle 2 de Phillips Perron.

On remarque que cette probabilité est inférieure à 0.05 donc le constant C est inclus dans notre modèle.

D'après ces résultats on déduit que le deuxième modèle est idéal pour notre série corrigée. Pour cela, il n'est pas nécessaire d'exécuter le test de premier modèle. Une fois, le test de racine unitaire est effectué sur la nouvelle série  $x-d11$ .

Phillips-Perron test statistic		-4.963322	0.0003
Test critical values:	1% level	-3.632900	
	5% level	-2.948404	
	10% level	-2.612874	

Figure 3.11: Comparaison des valeurs de modèle (2) de Phillips Perron.

On remarque que la valeur de Phillips Perron calculé (Test critical values) aux les trois niveaux inférieurs à la valeur de Phillips Perron tabulée (Phillips-Perron test statistic) donc notre série est stationnaire.

La série est stationnaire dans tous les niveaux (1%, 5% et 10%) cela signifie que la probabilité d'erreur est très faible.

• **Estimations de modèle**

Maintenant, nous dessinons le corrélogramme d'autocréation simple et partiel de la série temporelle de ce produit pour définir le modèle adaptable et le suivant.

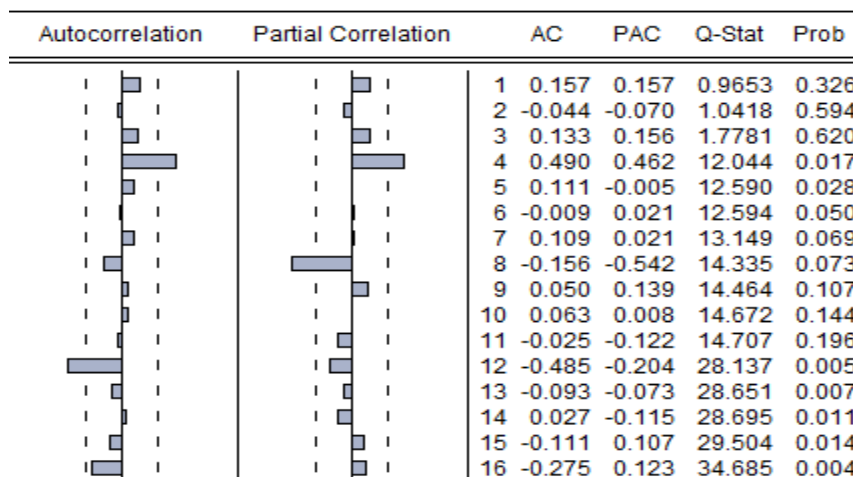


Figure 3.12 : Corrélogramme de série corrigé.

Pour interpréter le corrélogramme et prendre la décision concernant l'estimation du modèle que nous adopterons est ce que (AR, MA, ARMA.....etc.) il faut tester tous les modèles afin de choisir le meilleur cela se fait en comparant entre les trois critères :

- Akaike info criterion.
- Schwarz criterion.
- Hannan-quinn criter.

- **L'exécution et la comparaison entre les modèles**

Le choix du meilleur modèle se fait avec l'essai de plusieurs modèles et on prend à chaque fois en considération la probabilité d'erreur si elle est inférieure à 0,05 nous en tenons compte et enregistrons les trois critères qui sont (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn) et à la fin nous faisons la comparaison entre les modèles que nous avons enregistré par rapport à ces critères. Ensuite, nous choisissons le modèle que les trois critères ont de plus petites valeurs. À cette fin, nous avons créé le tableau suivant contenant les essais de quelques modèles et leurs propriétés.

Le tableau suivants sont des résultats prisent des rapports de Eviews après l'exécution des plusieurs tests, telque le rapport suivant:

Dependent Variable: X_D11				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 07/14/21 Time: 17:03				
Sample: 2017M01 2019M12				
Included observations: 36				
Convergence achieved after 72 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.458827	0.249023	1.842507	0.0750
AR(4)	0.521495	0.244586	2.132151	0.0410
MA(1)	-0.345667	0.371864	-0.929551	0.3598
MA(3)	0.259364	0.165435	1.567774	0.1271
SIGMASQ	1026.076	222.4059	4.613530	0.0001
R-squared	0.263586	Mean dependent var		104.3673
Adjusted R-squared	0.168565	S.D. dependent var		37.85699
S.E. of regression	34.51916	Akaike info criterion		10.16115
Sum squared resid	36938.74	Schwarz criterion		10.38108
Log likelihood	-177.9007	Hannan-Quinn criter.		10.23791
Durbin-Watson stat	1.961172			
Inverted AR Roots	.99	.11-.83i	.11+.83i	-.75
Inverted MA Roots	.44+.53i	.44-.53i	-.54	

**Figure 3.13: les résultats de l'un des modèles testé sur Eviews de produit 1.**

Après de testé quelques modèles en remarquant qu'on a des modèles n'est pas appropriées pour ce problème, ils sont les suivants.

Pour le modèle (AR (1) AR(2) MA(1)) n'est pas acceptable parce que la probabilité de L'erreur de  $P(\text{AR}(2) = 0.95)$  est très grande et supérieure à 0.05, pour le modèle (AR(1) MA(1) MA(2)) refusé parce que la probabilité d'erreur de  $P(\text{MA}(2) = 0.82)$  est très grande et supérieure à 0.05 et concernant le troisième modèle (AR(1) AR(3) MA(1)) est n'est pas appropriée pour ce problème car la probabilité  $P(\text{AR}(3) = 0.104)$  est supérieure à 0.05.

Afin de sélectionner les modèles acceptables, il est nécessaire de les comparer selon les critères d'erreur.

D'après le tableau précédent et la comparaison nous remarquons que parmi les modèles que nous avons essayés, le modèle AR(1,4) est très acceptable et appropriée pour ce produit, car les probabilités d'erreur de  $P(\text{AR}(1) = 0.0006)$ , et  $P(\text{AR}(4) = 0.000)$  sont très petite

et inférieur à 0.05 c'est ce que nous pousser à choisir ce modèle et comporte des valeurs minimaux de ces trois critères par rapport à les autres modèles. On prend les coefficients d'AR (1) et AR (4) et nous ne prenons pas en compte les erreurs, car nous avons utilisé le modèle AR, qui ne concerne que les valeurs précédentes, et nous n'avons pas utilisé le modèle MA, qui concerne les erreurs aléatoires pour calculer les prévisions de demande du produit 1.

**Tableau 3.2 : les essais des modèles pour le produit 1.**

modèle	Le coefficient	La probabilité	Le critère akaike	Le critère schwarz	Le critère hannan
AR(1)	0.894	0.000	10.705	10.793	10.735
MA(1)	0.684	0.000	11.639	11.727	11.670
AR(2)	0.868	0.000	10.964	11.057	11.000
MA(2)	0.549	0.003	11.863	11.951	11.894
AR(3)	0.885	0.000	10.827	10.915	10.857
ARMA (1.1)	AR (0.998)	0.000	10.334	10.466	10.380
	MA (-0.797)	0.000			
AR(1)	0.0004	0.0004	10.389	10.565	10.451
AR(2)	0.012	0.957			
MA(1)	-0.793	0.003			
AR(1)	0.9965	0.000	10.389	10.565	10.450
MA(1)	-0.8337	0.000			
MA(2)	0.0424	0.824			
AR(1)	0.704	0.0005	10.304	10.480	10.365
AR(3)	0.288	0.104			
MA(1)	-0.603	0.001			
AR(1)	0.988	0.000			

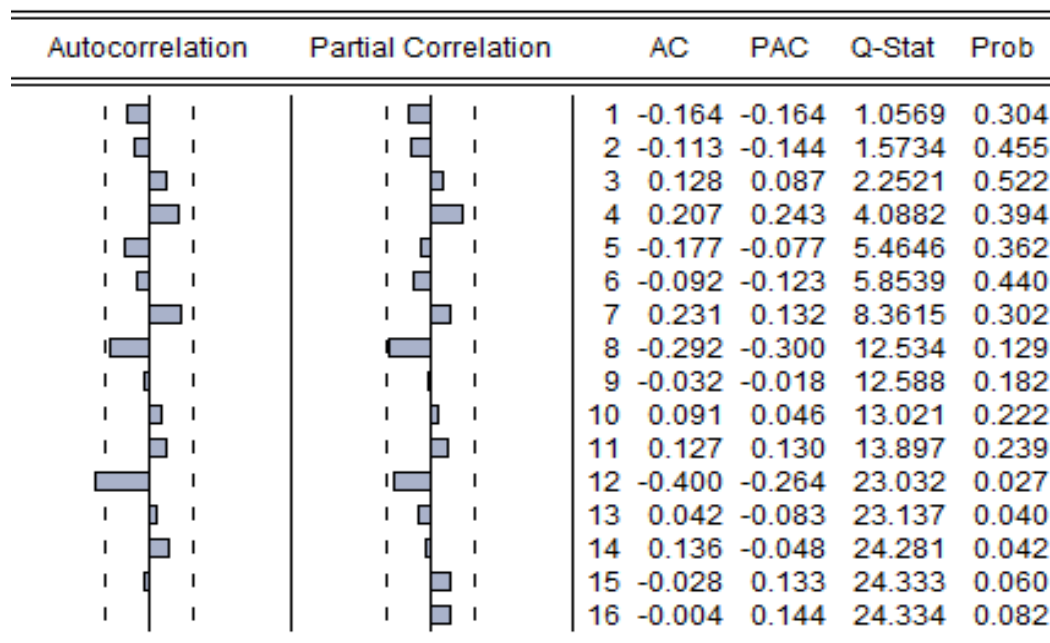
MA(1)	-0.925	0.000	10.263	10.439	10.324
MA(3)	0.338	0.002			
AR(1)	0.313	0.0006	10.14492	10.27688	10.19097
AR(4)	0.660	0.000			

**Test de la qualité de modèle**

Une fois qu'on a estimé le modèle adaptable avec la série temporelle, il faut voir si le modèle est de bonne qualité ou non, alors pour cela, on fait deux tests le test de bruit blanc et le test de Jarque-Bera sont les suivants :

❖ **Test de bruit blanc**

Pour faire ce test, il faut tracer le corrélogramme de l'erreur aléatoire et l'interpréter.



**Figure 3.14: Corrélogramme de l'erreur.**

D'après le corrélogramme nous notons que la plupart des limites se situent dans l'intervalle de confiance et sa probabilité supérieure à 0.05 sauf la valeur 0.027 qui à inférieur à 0.05 alors on peut dire que l'erreur, c'est un bruit blanc.

• **Test de Jarque-Bera**

Il faut prendre la série Réside (les valeurs des erreurs). Et tracer leur histogramme avec Eviews bien sur la figure suivante montre l'historgramme des erreurs.



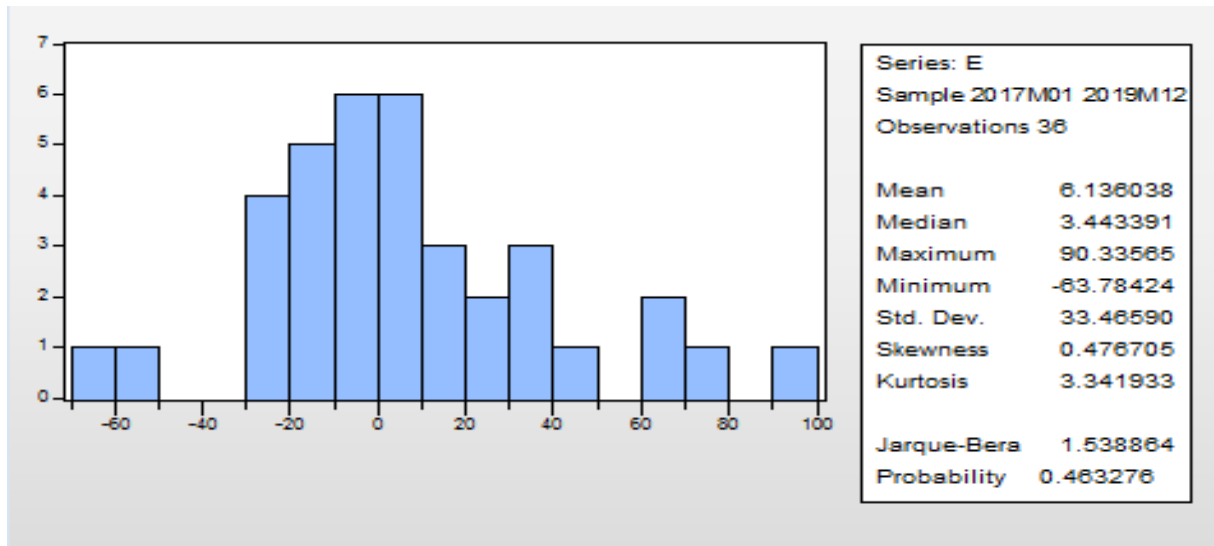


Figure 3.15: l'histogramme des erreurs.

Nous remarquons à travers cet histogramme que l'erreur blanche est également relative à zéro aussi, à l'aide d'un test de **Jarque-Bera** nous trouvons :

$$JB = 1,538 < \chi^2(2) = 5,99$$

Et donc le bruit blanc suit la loi normale, cela augmente la puissance du modèle de prévision obtenu et confirme que notre modèle est fiable. Alors nous pouvons le faire confiance et l'utiliser pour effectuer notre processus de prévision.

- **Estimations des prévisions de la demande de ce produit (les Oreillers luxe 50\*70)**

Après toutes ces étapes on passe à l'estimation. Tant que nous avons vu le modèle AR(1,4) est le plus adaptable sur notre série donc l'équation est come suit :

$$X_{d11_t} = AR(1) * X_{d11_{t-1}} + AR(4) * X_{d11_{t-4}}$$

$$AR(1) = 0,313$$

$$AR(4) = 0,661$$

Donc pour calculer  $X_{d11_{01/2020}}$  nous avons besoin des valeurs de

$$X_{d11_{12/2019}} \text{ et } X_{d11_{09/2019}}$$

$$X_{d11_{12/2019}} = 89,5683955$$

$$X_{d11_{09/2019}} = 106,360737$$

- **Application numérique**

$$X_{d11_{01/2020}} = 0,313 * 89,5683955 + 0,661 * 106,360737$$

$$= 98,339355$$

Mais pour calculer la demande X il faut multiplier la valeur de X\_d11 \* coefficient saisonnier.

Le coefficient saisonnier de mois 01/2020 est (d'après le tableau sur Eviews) :

$$S_{01/2020} = 0,657$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } X_{01/2020} &= X_{d11_{01/2020}} * S_{01/2020} \\ &= 64,6089563 \end{aligned}$$

Puis nous avons finir le calcul avec cette façon et nous avons trouvé les valeurs suivants :

**Tableau 3.4 : les valeurs estimé pour le produit 1.**

La date	La demande (X)	Série correcte(X_d11)	X_d11 estimé
01/2017	45	68,4729625	----
02/2017	105	104,653662	----
03/2017	55	47,7558914	----
04/2017	130	71,9480177	----
05/2017	135	90,781509	----
06/2017	92	130,480129	----
07/2017	45	68,2099967	----
08/2017	1	5,13967398	----
09/2017	60	125,130279	----
10/2017	110	102,661714	----
11/2017	97	71,6172086	----
12/2017	35	24,4913582	----
01/2018	90	136,945925	----
02/2018	93	92,6932437	----
03/2018	192	166,711476	----
04/2018	255	141,128804	----
05/2018	180	121,042012	----
06/2018	56	79,4226871	----
07/2018	100	151,57777	----
08/2018	40	205,586959	----
09/2018	42	87,5911953	----

10/2018	120	111,994597	----
11/2018	198	146,187704	----
12/2018	220	153,94568	----
01/2019	68	101,948633	----
02/2019	99	98,673453	----
03/2019	124	107,667828	----
04/2019	192	106,261688	----
05/2019	158	105,575533	----
06/2019	74	104,951408	----
07/2019	72	110,651772	----
08/2019	20	102,79348	----
09/2019	51	106,360737	----
10/2019	115	107,328155	----
11/2019	147	109,271617	----
12/2019	128	89,5683955	----
<b>01/2020</b>	<b>64,6089563</b>		98,339355
<b>02/2020</b>	<b>102,029301</b>		101,724129
<b>03/2020</b>	<b>119,886556</b>		104,068191

- **La comparaison entre les prévisions estimées et les demandes réelles l'année 2020 de produit1**

Le tableau suivant montre que par la comparaison de nos résultats avec nos données réels nous remarquons que les valeurs estimées pour le produit 1 sont proches des valeurs réelles et le pourcentage d'erreur est inférieur à 30 %.

**Tableau 3.5: La comparaison entre les valeurs estimées et les valeurs réelles.**

Mois	X estimé (P1)	X réel (P1)	Les erreurs
1	64	50	0.218
2	102	110	0.078
3	119	130	0.092
Erreur moyenne en(%)			12.93%

- **La prévision des demandes pour les Matelas Mousse 190\*70\*18**

Nous allons suivre la même méthodologie de résolution et passer avec tous les étapes citées précédemment.

➤ Analyse graphique

Faire le graphe et le corrélogramme pour la détection de la saisonnalité.

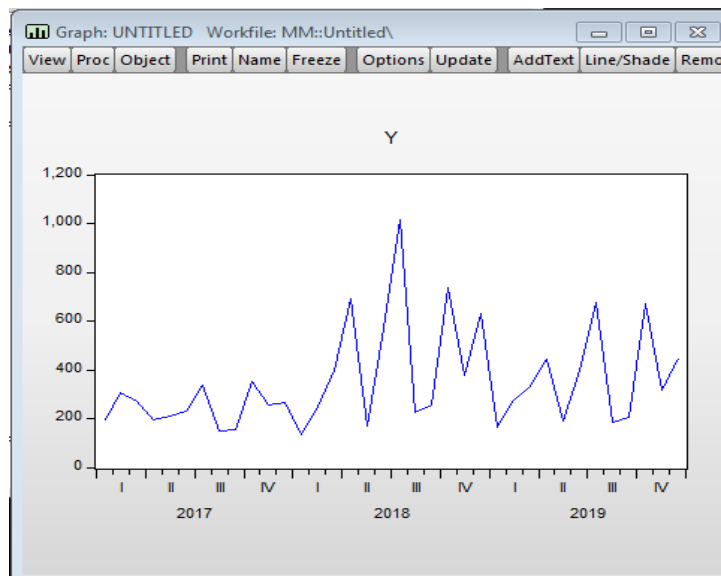


Figure 3.16: Le graphe de la demande de Matelas mousse 190\*70\*18.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.014	-0.014	0.0072	0.932
		2	-0.103	-0.104	0.4377	0.803
		3	0.407	0.409	7.3181	0.062
		4	0.157	0.171	8.3690	0.079
		5	0.006	0.112	8.3706	0.137
		6	0.027	-0.129	8.4034	0.210
		7	-0.065	-0.248	8.6057	0.282
		8	0.062	-0.051	8.7951	0.360
		9	0.023	0.032	8.8223	0.454
		10	-0.242	-0.119	11.891	0.292
		11	-0.219	-0.279	14.517	0.206
		12	0.344	0.383	21.270	0.047
		13	-0.178	-0.036	23.161	0.040
		14	-0.247	0.090	26.960	0.019
		15	0.082	-0.222	27.401	0.026
		16	-0.016	-0.067	27.419	0.037

Figure 3.17: le corrélogramme de la demande de Matelas mousse 190\*70\*18.

Nous remarquons que toute les valeurs des probabilités dans le corrélogramme est supérieur à 0.05 donc la série est non saisonnière, il n'existe pas le phénomène de saisonnalité.

- **Test de stationnarité**

**Test de racine unitaire:** comme on a déjà dit que pour faire ce test on utilise le test de Phillips Perron et on trouve les résultats suivants.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y(-1)	-1.013402	0.173075	-5.855291	0.0000
C	361.5421	70.16281	5.152902	0.0000

**Figure 3.18: Les valeurs de modèle 2 de Phillips Perron.**

La probabilité de la constante C est inférieure à 0.05 donc elle est incluse dans notre équation de PP. Veux dire qu'on applique le deuxième modèle.

- Modèle (2) avec constance :

$$P_t = \alpha P_{t-1} + c$$

$P_t$  : La valeur future estimée.

$\alpha$  : valeurs réels (=1 si la demande passée est validé)

$\beta, c$  : valeurs réels.

$P_{t-1}$  : La valeur passée (historique).

Mais est-ce-que notre série est stationnaire ou non ?

Pour cela, on fait observer le rapport suivant :

	Adj. t-Stat	Prob.*
<b>Phillips-Perron test statistic</b>	<b>-5.890578</b>	<b>0.0000</b>
Test critical values:		
1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

**Figure 3.19: Comparaison des valeurs de modèle (2) de Phillips Perron.**

On remarque que la valeur de Phillips Perron calculer (Phillips-Perron test statistic) **inférieur** aux valeurs tabulée (Test critical values) donc notre série est **stationnaire**.

- **Estimations de modèle Idéal**

On peut maintenant faire l'estimation de modèle de la méthode Box-Jenkins avec le corrélogramme de la série comme on a vu pour le premier produit.

- **L'exécution et la comparaison entre les modèles**

Le choix du meilleur modèle se fait avec l'essai de plusieurs modèles et on prend à chaque fois en considération la probabilité d'erreur si elle est inférieure à 0,05 nous en tenons compte et enregistrons les trois critères qui sont (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn) et à la fin nous faisons la comparaison entre les modèles que nous avons enregistré par rapport à ces critères comme on a fait pour le produit 1.

Ensuite, nous choisissons le modèle que les trois critères ont de plus petites valeurs. À cette fin, nous avons créé le tableau suivant contenant les essais de quelques modèles et leurs propriétés.

Les résultats suivants sont présentés dans le rapport suivant:

Dependent Variable: Y  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 07/23/21 Time: 14:42  
 Sample: 2017M01 2019M12  
 Included observations: 36  
 Convergence achieved after 50 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.465170	0.165854	2.804695	0.0085
AR(3)	0.513022	0.156127	3.285937	0.0025
MA(1)	-0.425813	0.195387	-2.179330	0.0368
SIGMASQ	34732.68	7764.151	4.473468	0.0001
R-squared	0.157637	Mean dependent var		352.3056
Adjusted R-squared	0.078665	S.D. dependent var		205.9381
S.E. of regression	197.6721	Akaike info criterion		13.59471
Sum squared resid	1250377.	Schwarz criterion		13.77066
Log likelihood	-240.7048	Hannan-Quinn criter.		13.65612
Durbin-Watson stat	1.960384			
Inverted AR Roots	.99	-.26-.67i	-.26+.67i	
Inverted MA Roots	.43			

**Figure 3.20: résultat de l'un des modèles testé sur Eviews de produit 2.**

Après de testé quelques modèles en remarquant qu'on a des modèles n'est pas appropriée pour ce problème, ils sont les suivants.

Pour le modèle MA(2) n'est pas acceptable parce que la probabilité de L'erreur de

P (MA(2) = 0.091) est très grande et supérieure à 0.05, pour le modèle (AR(1) AR(4)) refusé parce que la probabilité d'erreur de P (AR(1) = 0.0849) est très grande et supérieure à 0.05, et concernant le modèle (AR(1) AR(2) MA(1)) est n'est pas appropriée pour ce problème car la probabilité P (AR(2) = 0.509) est supérieure à 0.05.

Afin de sélectionner les modèles acceptables, il est nécessaire de les comparer selon les critères d'erreur.

D'après le tableau précédent et la comparaison nous remarquons que parmi les modèles que nous avons essayés et accepté, le modèle ARMA (1,3 ; 1) est très acceptable et appropriée pour ce produit, car il comporte des valeurs minimales de ces trois critères par rapport à les autres modèle, c'est ce que nous pousser à choisir ce modèle. On prend les coefficients d'AR (1), AR (3) et MA (3) et on prend en compte les erreurs et les valeurs précédentes, car nous avons utilisé le modèle ARMA, (AR qui concerne que les valeurs précédentes, le modèle MA qui concerne les erreurs aléatoires), pour calculer les prévisions de demande du produit 2.

**Tableau 3.6: les essais des modèles pour le produit 2.**

Modèle	Le coefficient	La probabilité	Le critère akaike	Le critère schwarz	Le critère hannan
AR(1)	0.739	0.000	14.117	14.265	14.208
MA(1)	0.626	0.000	14.485	14.573	14.515
AR(2)	0.750	0.000	14.280	14.368	15.311
MA(2)	0.405	0.091	14.659	14.747	14.690
AR(3)	0.850	0.000	13.774	13.862	13.804
ARMA (1.1)	AR (0.996)	0.000	13.744	13.876	13.790
	MA (-0.859)	0.000			
AR(1)	0.239	0.0849	13.628	13.760	13.674
AR(4)	0.512	0.0178			
AR(1)	0.465	0.008	13.594	13.770	13.656
AR(3)	0.513	0.002			
MA(1)	-0.425	0.036			
AR(1)	0.849	0.0006	13.784	13.960	13.845
AR(2)	0.144	0.509			
MA(1)	-0.812	0.000			

- **Test de la qualité de modèle**

Une fois qu'on a estimé le modèle adaptable avec la série temporelle il faut voir si le modèle est de bonne qualité ou non, alors pour cela on fait deux tests le test de bruit blanc et le test de Jarque-Bera sont les suivants :

- ❖ **Test de Bruit Blanc**

Pour faire ce test il faut tracer le corrélogramme de l'erreur aléatoire et l'interpréter.

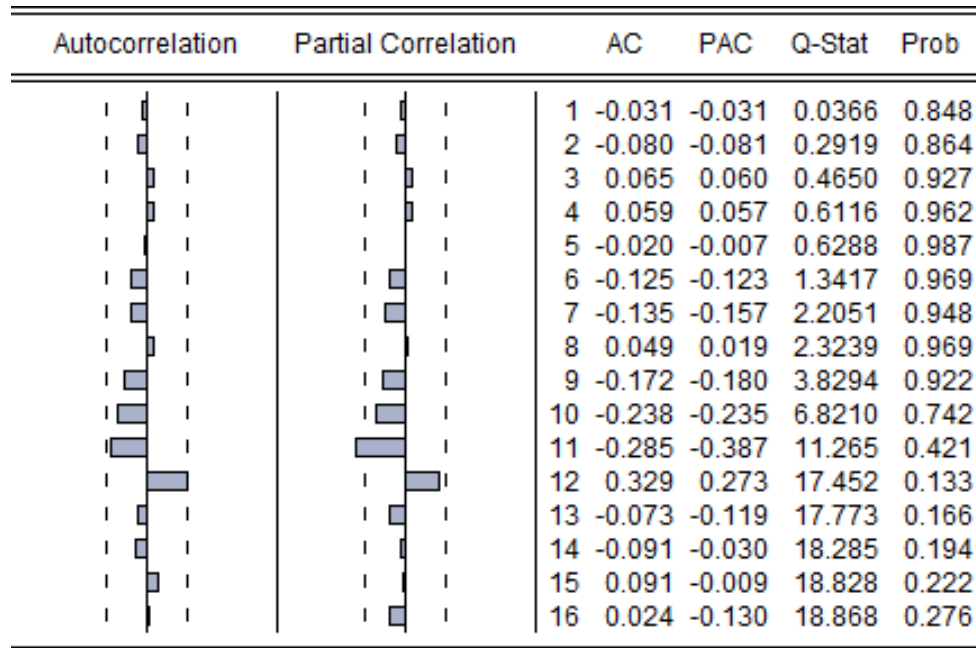


Figure 3.21: Corrélogramme de l'erreur E.

Nous remarquons que tous les valeurs des probabilités dans le corrélogramme est supérieur à 0.05 donc cette erreur est une bruit blanc.

- ❖ **Test de Jarque-Bera**

Il faut prendre la série Réside dans Eviews et la nommer E (l'erreur), et tracer leur histogramme.



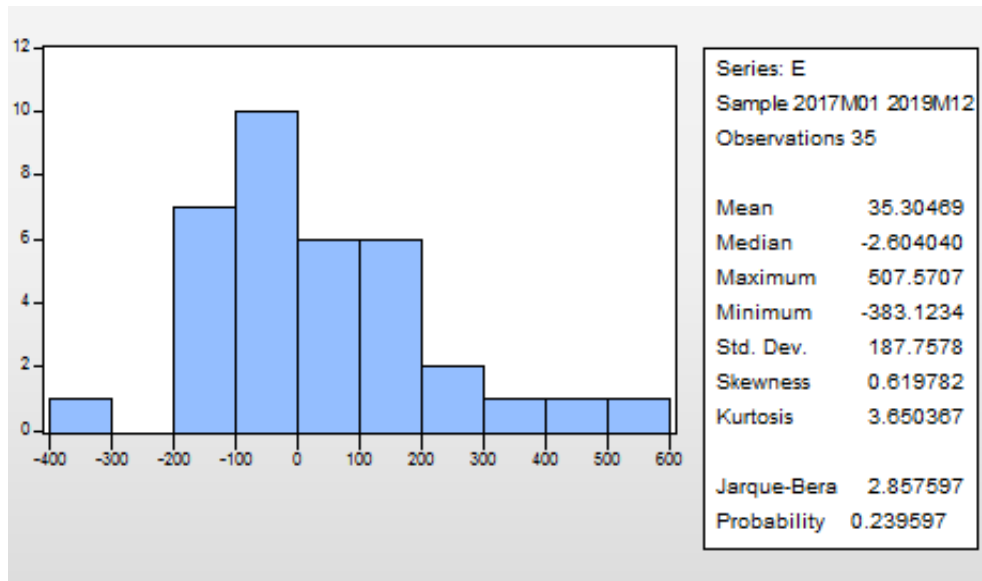


Figure 3.22: L’histogramme de l’erreur E.

Nous remarquons que la valeur de Jarque-Bera = 2,857 donc elle est inférieure à 5,99, alors on déduit que notre modèle fiable. Donc le bruit blanc suit la loi normale et nous pouvons le faire confiance et l’utiliser pour effectuer notre processus de prévision.

• **Estimations des prévisions de la demande de produit 02 (Matelas mousse 190\*70\*18)**

Après toutes ces étapes on passe à l’estimation. Temps-que nous avons vu que le modèle **AR(1) AR(3) MA(1)** est le plus adaptable sur notre série donc l’équation est :

$$Y_t = AR(1) * Y_{t-1} + AR(3) * Y_{t-3} + MA(1) * \epsilon_{t-1} \dots \dots \dots 3.1$$

Y : la demande client

$$AR(1)=0,465$$

$$AR(3)=0,513$$

$$MA(1)= -0,425$$

Donc pour calculer  $Y_{01/2020}$  nous avons besoin des valeurs de  $Y_{12/2019}$ ,  $Y_{10/2019}$  et  $\epsilon_{12/2019}$

$$Y_{12/2019} = 448$$

$$Y_{10/2019} = 672$$

$$\epsilon_{12/2019} = 187,105$$

Application numérique :

$$Y_{01/2020} = 0.465*448+0,513*672-0.425*187,105$$

Puis nous avons finir le calcul avec cette façon et nous avons trouvé les valeurs suivants :

Tableau 4.7 : Les valeurs estimé pour le produit 02.

La date	ε	Y	Y estimer
01/2017	90.274	193	----
02/2017	113.139	305	----
03/2017	44.174	272	----
04/2017	-13.662	197	----
05/2017	-45.431	208	----
06/2017	-26.491	229	----
07/2017	118.119	337	----
08/2017	-62.182	151	----
09/2017	-58.199	156	----
10/2017	83.762	354	----
11/2017	51.530	258	----
12/2017	85.897	264	----
01/2018	-135.838	132	----
02/2018	-2.604	249	----
03/2018	142.626	395	----
04/2018	499.271	690	----
05/2018	-67.113	169	----
06/2018	262.164	572	----
07/2018	507.570	1016	----
08/2018	-120.183	223	----
09/2018	-191.357	257	----
10/2018	12.738	735	----
11/2018	-75.879	375	----
12/2018	293.404	632	----
01/2019	-383.123	163	----
02/2019	-154.345	277	----
03/2019	-184.804	334	----
04/2019	126.318	444	----
05/2019	-105.854	189	----
06/2019	95.659	400	----

07/2019	303.883	677	----
08/2019	-95.483	187	----
09/2019	-125.853	207	----
10/2019	174.803	672	----
11/2019	-18.095	316	----
12/2019	187.105	448	----
01/2020	----	<b>473</b>	<b>473,5362</b>
02/2020	----	<b>162</b>	<b>162,108</b>
03/2020	----	<b>229</b>	<b>229,824</b>

- **La comparaison entre les prévisions estimées et les demandes réelles l'année 2020 de produit 2**

Le tableau suivant montre que par la comparaison de nos résultats avec nos données réels nous remarquons que les valeurs estimées sont proches pour le produit 2 des valeurs réelles et le pourcentage d'erreur inférieure à 30 %.

**Tableau 3.8 : Les valeurs de demande estimée.**

Date	Y estimer	Les demandes réelles	L'erreur
01/2020	<b>473</b>	<b>460</b>	<b>0.027</b>
02/2020	<b>162</b>	<b>150</b>	<b>0.074</b>
03/2020	<b>230</b>	<b>210</b>	<b>0.086</b>
		Erreur moyenne en(%)	<b>6.23%</b>

- **Analyse de performance de la méthode de Box-Jenkins**

Selon les résultats obtenus pour les deux types de produits, nous avons constaté que le pourcentage d'erreur absolu moyen qui est présenté dans les tableaux précédents, et il est calculé et inférieure à 30%, nous pouvons déduire que cette méthode est très précise et les résultats sont très fiables dans les deux types de produit. Alors la méthode de Box Jenkins est appropriée pour ce problème, pour le produit 1 avec le modèle (AR(1), AR(4)) et pour le deuxième produit avec le modèle ARMA (1, 2; 1).

### 3.4.2 La méthode de lissage exponentiel

Dans cette méthode nous avons un seul paramètre ajusté " $\alpha$ " qui varie entre 0.1 et 0.9 et pour définir la valeur de " $\alpha$ " qui est appropriée, nous avons calculé le pourcentage de l'erreur absolu moyen de prévision en fonction de chaque valeur de " $\alpha$ " pour chaque type de produit puis nous avons choisi le paramètre  $\alpha$  qui nous donne la plus petit de pourcentage de l'erreur absolue moyen de prévision, avec l'Excel parce que cette méthode n'est pas compliqué a faire c'est juste le paramètre " $\alpha$ " qui change a chaque fois, ne contient pas des test ou des équations difficile a faire comme la méthode Box-Jenkins.

- **La prévision des demandes pour le produit 1(Oreillers luxe 50\*70)**

Nous avons appliqué la méthode de LE sur les commandes de produit 1 et nous avons obtenu des résultats qui sont résumé dans les tableaux suivants :

**Tableau 3.9: la prévision du produit 1 par la méthode LE ( $\alpha=0.1$ )**

$\alpha = 0.1$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	204.80	1.07
3	124	194.22	0.57
4	192	187.20	0.03
5	158	187.68	0.19
6	74	184.71	1.50
7	72	173.64	1.41
8	20	163.48	7.17
9	51	149.13	1.92
10	115	139.32	0.21
11	147	136.88	0.07
12	128	137.90	0.08
Erreur moyenne en (%)			137.05%

**Tableau 3.10: la prévision du produit 1 par la méthode LE ( $\alpha=0.2$ )**

$\alpha = 0.2$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	189.60	0.92
3	124	171.48	0.38
4	192	161.98	0.16
5	158	167.99	0.06
6	74	165.99	1.24
7	72	147.59	1.05
8	20	132.47	5.62
9	51	109.98	1.16
10	115	98.18	0.15
11	147	101.55	0.31
12	128	110.64	0.14
Erreur moyenne en (%)			111.81%

Tableau 3.11 : la prévision du produit 1 par la méthode LE ( $\alpha=0.3$ ).

$\alpha = 0.3$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.240
2	99	174.4	0.76
3	124	151.78	0.22
4	192	143.446	0.25
5	158	158.012	0.00
6	74	158.009	1.14
7	72	132.806	0.84
8	20	114.564	4.73
9	51	86.194	0.69
10	115	75.63	0.34
11	147	87.44	0.41
12	128	105.312	0.18
Erreur moyenne en (%)			98.31

Tableau 3.12 : la prévision du produit 1 par la méthode LE ( $\alpha=0.4$ )

$\alpha = 0.4$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	159.2	0.61
3	124	185.12	0.09
4	192	130.67	0.32
5	158	155.203	0.02
6	74	156.32	1.11
7	72	123.39	0.71
8	20	102.83	4.14
9	51	69.70	0.37
10	115	62.22	0.46
11	147	83.33	0.43
12	128	108.8	0.15
Erreur moyenne en (%)			88.72%

Tableau 3.13: la prévision du produit 1 par LE ( $\alpha= 0.5$ )

$\alpha = 0.5$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	144	0.45
3	124	121.50	0.02
4	192	122.75	0.36
5	158	157.38	0.00
6	74	157.69	1.13
7	72	115.84	0.61
8	20	93.92	3.70
9	51	56.96	0.12

<b>10</b>	115	53.98	0.53
<b>11</b>	147	84.49	0.43
<b>12</b>	128	115.75	0.10
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			80.66

Tableau 3.14 : la prévision du produit 1 par la méthode LE ( $\alpha=0.6$ )

$\alpha = 0.6$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
<b>1</b>	68	220	2.24
<b>2</b>	99	128.80	0.30
<b>3</b>	124	110.92	0.11
<b>4</b>	192	118.77	0.38
<b>5</b>	158	162.71	0.03
<b>6</b>	74	159.88	1.16
<b>7</b>	72	108.35	0.50
<b>8</b>	20	86.54	3.33
<b>9</b>	51	46.62	0.09
<b>10</b>	115	49.25	0.57
<b>11</b>	147	88.70	0.40
<b>12</b>	128	123.68	0.03
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			76.11

Tableau 3.15: la prévision du produit 1 par LE ( $\alpha = 0.7$ ).

$\alpha = 0.7$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
<b>1</b>	68	220	2.24
<b>2</b>	99	113.60	0.15
<b>3</b>	124	103.38	0.17
<b>4</b>	192	117.81	0.39
<b>5</b>	158	169.74	0.07
<b>6</b>	74	161.52	1.18
<b>7</b>	72	100.26	0.39
<b>8</b>	20	80.48	3.02
<b>9</b>	51	38.14	0.25
<b>10</b>	115	47.14	0.59
<b>11</b>	147	94.64	0.36
<b>12</b>	128	131.29	0.03
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			73.61

Tableau 3.16 : la prévision du produit 1 par LE ( $\alpha = 0.8$ )

$\alpha = 0.8$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	98.40	0.01
3	124	98.88	0.20
4	192	118.98	0.38
5	158	177.40	0.12
6	74	161.88	1.19
7	72	91.58	0.27
8	20	75.92	2.80
9	51	31.18	0.39
10	115	47.04	0.59
11	147	101.41	0.31
12	128	137.88	0.08
Erreur moyenne en (%)			71.41

Tableau 3.17 : la prévision du produit 1 par LE ( $\alpha = 0.9$ ).

$\alpha = 0.9$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	68	220	2.24
2	99	83.20	0.16
3	124	97.42	0.21
4	192	121.34	0.73
5	158	184.93	0.17
6	74	160.69	1.17
7	72	82.67	0.15
8	20	73.07	2.65
9	51	25.31	0.50
10	115	48.43	0.58
11	147	108.34	0.26
12	128	143.13	0.12
Erreur moyenne en (%)			71.54

- **La prévision des demandes pour le produit 2 Matelas Mousse**

Nous avons appliqué la méthode de LE sur les commandes de produit 2 et nous avons obtenu des résultats qui sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 3.18 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.1$ ).

$\alpha = 0.1$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2.88
2	277	585.10	1.11
3	334	554.29	0.66
4	444	532.26	0.20
5	189	523.43	1.77
6	400	489.99	0.22
7	677	480.99	0.29
8	187	500.59	1.68
9	207	469.23	1.27
10	672	443.01	0.34
11	316	465.91	0.47
12	448	450.92	0.01
Erreur moyenne en (%)			90.81%

Tableau 3.19 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.2$ ).

$\alpha = 0.2$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2.88
2	277	538.20	0.94
3	334	485.96	0.45
4	444	455.57	0.03
5	189	453.25	1.40
6	400	400.40	0.00
7	677	400.32	0.41
8	187	455.66	1.44
9	207	401.93	0.94
10	672	362.94	0.46
11	316	424.75	0.34
12	448	430.00	0.10
Erreur moyenne en (%)			78.27%

Tableau 3.20 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.3$ ).

$\alpha = 0.3$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2.88
2	277	491.3	0.77
3	334	427.01	0.28
4	444	399.107	0.10
5	189	412.575	1.18
6	400	361.852	0.14
7	677	345.396	0.47
8	187	456.396	1.44
9	207	375.577	0.81
10	672	325.004	0.52
11	316	429.103	0.36



12	448	395.172	0.12
		<b>Erreur moyenne en (%)</b>	75.52%

Tableau 3.21 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.4$ ).

$\alpha = 0.4$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2.88
2	277	444.4	0.60
3	334	377.44	0.13
4	444	360,064	0.19
5	189	393.638	1.08
6	400	311.783	0.22
7	677	347.07	0.49
8	187	479.049	1.56
9	207	362.225	0.75
10	672	300.135	0.55
11	316	448.881	0.42
12	448	395.729	0.12
		<b>Erreur moyenne en (%)</b>	74.95%

Tableau 3.22 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.5$ ).

$\alpha = 0.5$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2,88
2	277	397,50	0,44
3	334	337,25	0,01
4	444	335,63	-0,24
5	189	389,81	1,06
6	400	289,41	-0,28
7	677	344,70	-0,49
8	187	510,85	1,73
9	207	348,93	0,69
10	672	277,96	-0,59
11	316	474,98	0,50
12	448	395,49	-0,12
		<b>Erreur moyenne en (%)</b>	75.17

Tableau 3.23: la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.6$ ).

$\alpha = 0.6$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2,88
2	277	350,60	0,27
3	334	306,44	-0,08
4	444	322,98	-0,27
5	189	395,59	1,09
6	400	271,64	-0,32
7	677	348,65	-0,49
8	187	545,66	1,92
9	207	330,46	0,60
10	672	256,39	-0,62
11	316	505,75	0,60
12	448	391,90	-0,13
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			<b>77.13</b>

Tableau 3.24 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.7$ ).

$\alpha = 0.7$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2,88
2	277	303,70	0,10
3	334	285,01	0,15
4	444	319,30	0,28
5	189	406,59	1,15
6	400	254,28	0,36
7	677	356,28	0,47
8	187	580,78	2,11
9	207	305,14	0,47
10	672	236,44	0,65
11	316	541,33	0,71
12	448	383,60	0,14
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			78.96

Tableau 3.25 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.8$ ).

$\alpha = 0.8$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2,88
2	277	256,80	0,07
3	334	272,96	0,18
4	444	321,79	0,28
5	189	419,56	1,22
6	400	235,11	0,41
7	677	367,02	0,46
8	187	615,00	2,29
9	207	272,60	0,32
10	672	220,12	0,67
11	316	581,62	0,84
12	448	369,12	0,18
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			81.61

Tableau 3.26 : la prévision du produit 2 par LE ( $\alpha = 0.9$ ).

$\alpha = 0.9$			
Mois	Commande	Prévision	Erreur
1	163	632	2,88
2	277	209,90	0,24
3	334	270,29	0,19
4	444	327,63	0,26
5	189	432,36	1,29
6	400	213,34	0,47
7	677	381,33	0,44
8	187	647,43	2,46
9	207	233,04	0,13
10	672	209,60	0,69
11	316	625,76	0,98
12	448	346,98	0,23
Erreur moyenne en (%)			85.38

- **Analyse de performance de la méthode de lissage exponentiel**

Selon les résultats obtenus pour les deux types de produits, nous avons constaté que le pourcentage d'erreur absolu moyen qui est présenté dans les tableaux précédents, et il est calculé par l'équation qui à expliquer dans le chapitre 1 a dépassé le 30%, nous pouvons déduire que la précision de cette méthode est faible et les résultats ne sont pas fiables puisque l'erreur de prévision à dépasser 30% dans les deux types de produit. Alors la méthode de lissage exponentiel n'est pas appropriée pour ce problème.

Selon les figures suivantes nous avons trouvé que dans cette méthode, l'effet de lissage sur la prévision pour les deux types de produits est plus grand.

### 3.4.3 La méthode de Moyenne Mobiles

Le lissage de la moyenne mobile est exprimé sous la forme d'une série de valeurs (séries temporelles) en fonction du temps. Il élimine les fluctuations les moins importantes. Nous calculons des moyennes mobiles d'ordre 3 parce que c'est l'ordre le plus utilisable par les experts. L'ordre est le nombre de périodes (année, trimestre, mois, etc.) pour le calcul de la

moyenne mobile. Nous avons appliqué cette méthode sur les données de commandes qui sont choisi.

- **La prévision des demandes pour le produit 1(Oreillers luxe 50\*70)**

Nous avons appliqué la méthode de MM sur les demandes de produit 1 et nous avons obtenu des résultats qui sont résumés dans le tableau suivant.

**Tableau 3.27 : La prévision des demandes de produit 1 par la méthode MM.**

<b>Ordre 3</b>			
<b>Mois</b>	<b>Commandes</b>	<b>Prévision</b>	<b>Erreur</b>
<b>1</b>	68	179,333333	1,6372549
<b>2</b>	99	162	0,63636364
<b>3</b>	124	129	0,04032258
<b>4</b>	192	97	0,49479167
<b>5</b>	158	138,333333	0,12447257
<b>6</b>	74	158	1,13513514
<b>7</b>	72	141,333333	0,96296296
<b>8</b>	20	101,333333	4,06666667
<b>9</b>	51	55,3333333	0,08496732
<b>10</b>	115	47,6666667	0,58550725
<b>11</b>	147	62	0,57823129
<b>12</b>	128	104,333333	0,18489583
<b>Erreur moyenne en (%)</b>			<b>87.76</b>

- **La prévision des demandes pour le produit 2 Matelas Mousse**

Nous avons appliqué la méthode de MM sur les demandes de produit 2 et nous avons obtenu des résultats qui sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 3.28 : La prévision de la demande de produit 2 par la méthode MM

Ordre 3			
Mois	Commandes	Prévision	Erreur
1	163	580,666667	2,56237219
2	277	390	0,40794224
3	334	357,333333	0,06986028
4	444	258	0,41891892
5	189	351,666667	0,86067019
6	400	322,333333	0,19416667
7	677	344,333333	0,49138355
8	187	422	1,25668449
9	207	421,333333	1,03542673
10	672	357	0,46875
11	316	355,333333	0,12447257
12	448	398,333333	0,1108631
Erreur moyenne en (%)			66.67

- **Analyse de performance de la méthode de Moyenne Mobile**

Selon les résultats obtenus pour les deux types de produits, nous avons constaté que le pourcentage d'erreur absolu moyen qui est présenté dans les tableaux précédents, et il est calculé par l'équation qui à expliqué dans le chapitre 1 a dépassé le 30 %. Par conséquent, nous pouvons déduire que la précision de cette méthode est faible et que les résultats ne sont pas fiables puisque l'erreur de prévision a dépassé 30 % dans les deux types de produit.

Alors la méthode de moyen mobile (MM) n'est pas appropriée pour ce problème.

### 3.5 Comparaison entre les différentes méthodes

Afin de sélectionner la meilleure technique de prévision, il est nécessaire de comparer les techniques selon des critères d'erreur. À cette fin, nous avons créé un tableau contenant les pourcentages d'erreur absolue moyen pour chaque technique et chaque produit.

Tableau 5: la comparaison entre les méthodes utilisées

Pourcentage d'erreur moyen			
Produit	Box Jenkins	Lissage Exponentiel	Moyenne Mobile
Oreiller Luxe	12.93%	55.09%	87.76%
Matelas Mousse	6.23%	74.95%	66.67%

À travers le tableau d'erreur, nous avons remarqué que la valeur d'erreur donnée par la méthode des Moyenne mobiles est très élevée pour les deux types de produits. Par rapport à d'autres techniques de prévision, cela nous donne des résultats non acceptables, sauf que la méthode de Box Jenkins fournit de meilleurs résultats pour les deux types de produits, là où ils sont inférieurs à 15 %. La méthode de Box Jenkins est donc le meilleur moyen de résoudre notre problème.

Ces résultats vont pris en considération par l'entreprise pour l'objectif d'inclure un système de prévision dans sa démarche global, vu que notre entreprise ne suit aucune démarche pour sa gestion d'approvisionnement.

La méthode de Box Jenkins comporte l'avantage prend en considération la saisonnalité par contre si l'entreprise prendre une autre méthode qui ne la compte-pas ça va être tombé dans les diverses variations aléatoires et saisonnières.

### 3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons appliqué des techniques de prévision aux données historiques de les données des deux types de produits les plus demandées, et d'analyser les différents résultats obtenus à partir de ces techniques de prévision, pour pouvoir comparer entre leurs fiabilités et en sélectionner la meilleure. Après toutes ces analyses et comparaisons, nous avons constaté que la méthode de Box Jenkins est la méthode fournissant les meilleurs résultats pour la prévision des demandes de deux produits. Donc nous suggérons à l'entreprise LIT MAG d'utiliser la méthode de Box Jenkins comme une solution. Et d'autre part nous avons établi cette démarche pour faciliter la prise de décision dans la gestion des vents et gérer les stocks parce que quand on a une bonne prévision des demandes futures quand nous pouvons réaliser une bonne gestion de stocks.



# Conclusion générale

---

## Conclusion Générale

---

### Conclusion générale

Nous avons essayé à travers cette humble recherche la démonstration d'utilisation des techniques de prévision pour les demandes des acheteurs en étudiant les différentes caractéristiques de la dynamique des séries chronologiques, ainsi que les méthodes et les techniques de recherche scientifique en tant qu'outils stratégiques dans le processus de fabrication, la gestion des approvisionnements et des stocks.

Nous montre la nécessité de l'aspect prédictif dans le processus de fabrication et la gestion des stocks, car nous abordons la détermination des modèles pour chaque série temporelle d'un seul produit sur une période de trois ans avec un calculer des données mensuelles.

Cette technologie est considérée comme une technologie de contrôle des flux de ressources primaires (matière première), brutes, produit manufacturées ou semi-manufacturées.

Le gestionnaire ou le décisionnaire doit prendre les meilleures décisions parmi un large éventail d'alternatives disponibles à chaque étape du processus de la prise de décision. La prévision des demandes permet de répondre aux exigences et aux besoins du client au bon moment et au bon endroit dans la bonne quantité.

La proposition d'un modèle idéal pour l'estimation des demandes reste toujours un grand défi pour les entreprises, car les séries des données sont généralement aléatoires et leurs propriétés sont différentes. Nous avons expliqué en détail comment peut, on ignorer ces facteurs. Les résultats obtenus sont des résultats plus proches à la réalité de ces demandes client.

Afin d'atteindre ce qui précède nous avons s'effectue notre étude sur les divers outils de prévision et ses propriétés et leurs domaines d'application. Comme nous avons visé sur l'importance d'analyse des séries chronologiques en utilisant le logiciel Eviews, qui est spécialisé pour les calculs statistiques. Nous avons pris en considération tous les conditions et la conséquence liée au notre étude.

Le plus important dans notre étude est la cotée pratique, car c'est une recherche qui nous avons la réaliser sur le terrain, au sein de l'entreprise Lit Mag. C'est un cas d'étude spécial, car l'entreprise se mise dans un milieu plus en plus concurrentiel dans ces dernières années. Pour cela nous avons analysé les produits les plus demandés durant trois années précédentes (2017, 2018,2019), et nous avons trouvé que la méthode Box-Jenkins est le plus

## Conclusion Générale

---

adaptable par rapport au notre séries temporelles car elle a l'avantage de prise en considération les variations aléatoire celle que nous ne pouvons pas l'estimer, mis seulement avec l'utilisation des modèles de cette méthode.

Après la modélisation, nous avons estimé les valeurs futures des demandes, se la nous permettrons de vérifier trois butes principales :

- Maximiser le bénéfice.
- Minimiser les coûts (stockages, transport....)
- Augmenter la qualité de chaque produit en général.

Cette étude se base sur des conditions qui sont la production selon la quantité estimée, donc il faut respecter les normes de la qualité de chaque produits, la quantité limité de capacité de production des machines et le stockage, en addition les heures de travail mensuel chez Lit Mag. Par la mise en place des actions d'amélioration et la prise correcte de décision, l'organisation est impatiente d'élargir les horizons de production, d'approvisionnement et la gestion en général, en addition la réalisation des bénéfices doubles en tenant compte de la stratégie mentionnée précédemment dans la gestion des prévisions des demandes.

Enfin, nous concluons que les prévisions des demandes et leurs techniques de modélisation ont un rôle très important dans l'amélioration des taches de la gestion principale.

## Conclusion Générale

---

### **Les perspectives**

Dans ce travail, nous avons appliqué trois méthodes de prévision qui sont lissage exponentielle, moyenne mobile et Box-Jenkins qui contient des divers modèles. Ces modèles se basent sur les calculs des données historiques et les variations aléatoires (l'erreur précédente).

Mais en réalité, on peut appliquer des autres méthodes de prévision telle que la méthode des moindres carrées, méthode de tendance ou encore des autres méthodes, on peut aussi faire une combinaison entre deux ou plusieurs méthodes. Nous proposons de prendre ce travail et essayons avec les autres méthodes.

Nous sommes intéressées seulement aux deux divers types de produits de Lit Mag. Nous avons pris le produit le plus demandé dans le type des oreillers (oreiller luxe 80\*50) et le produit le plus demander dans les matelas (Matelas Mousse 190\*70\*18). Mais en réalité, on peut appliquer cette méthode aux autres types des produits, pour cela on propose de prendre les autres produits et d'appliquer cette méthode ou bien les autres types de méthode de prévision.

## Résumé

Ce travail concerne une étude de planification des approvisionnements appliqué à l'entreprise LIT MAG en trouvant la méthode adaptable au nôtre série chronologique des données historique liées aux demandes clientes, nous aurons utilisé deux logiciels de calculs statistiques Eviews pour la méthode Boc Jenkins et l'Excel pour les autres méthodes pour obtenir des valeurs bien précis en effectuant plusieurs tests.

L'objectif de cette étude est d'avoir un processus de prévision développé pour une bonne gestion d'approvisionnement au sein de l'entreprise LIT MAG.

Pour le premier chapitre nous avons définir et expliquer les notions de base, le deuxième chapitre est une présentation d'entreprise LIT MAG et dans le troisième chapitre nous avons effectué notre application numérique sur nos données des années précédentes.

### Les mots clé

La prévision, les méthodes de prévision, Box-Jenkins, la gestion de stocks, la production et la demande client.

### التلخيص

يتعلق هذا العمل بدراسة تخطيط التوريد المطبقة على شركة LIT MAG من خلال إيجاد طريقة قابلة للتكيف مع سلسلة البيانات التاريخية الخاصة بنا المتعلقة بطلبات العملاء ، وسنستخدم برنامجين للحساب الإحصائي Eviews لطريقة Box Jenkins و Excel للطريقة الأخرى طرق للحصول على قيم دقيقة للغاية عن طريق إجراء عدة اختبارات.

الهدف من هذه الدراسة هو تطوير عملية تنبؤ للإدارة الجيدة للإمداد داخل شركة LIT MAG.

بالنسبة للفصل الأول قمنا بتعريف وشرح الأساسيات، والفصل الثاني هو عرض تقديمي لشركة LIT MAG وفي

الفصل الثالث قمنا بتنفيذ تطبيقنا الرقمي على بياناتنا من السنوات السابقة.

### Abstract

This work concerns a supply planning study applied to the LIT MAG Company by finding the method adaptable to our chronological series of historical data related to customer requests, we will have used two statistical calculation software Eviews for the Boc Jenkins method and the Excel for the other methods to obtain very precise values by performing several tests.

The objective of this study is to have a forecasting process developed for good supply management within the LIT MAG company.

For the first chapter we have defined and explained the basics, the second chapter is a presentation of LIT MAG company and in the third chapter we carried out our numerical application on our data from previous years.

## Références

---

### Les références

- [1] : <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Previsions-ventes-consommations.htm>
- [2] : Robert F. Byme, PDG.2010. Bref historique de la prévision.
- [3] : <https://www.google.com/search?q=1%27objectif+de+la+pr%C3%A9vision&oq=1%27objectif+de+la+pr%C3%A9vision&aqs=chrome..69i57j33.24262j0j4&client=ms-android-samsung-gj-rev1&sourceid=chrome-mobile&ie=UTF-8>
- [4] : [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.memoireonline.com/12/13/8302/m\\_La-prevision-et-un-outil-pour-la-gestion-de-stock3.html&ved=2ahUKEwjMjKnS3IDvAhUShlwKHfZgC6sQFjACegQICRAC&usg=AOvVaw0AUzLnByWbvdo5MhnXWFi-&cshid=1614122846172](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.memoireonline.com/12/13/8302/m_La-prevision-et-un-outil-pour-la-gestion-de-stock3.html&ved=2ahUKEwjMjKnS3IDvAhUShlwKHfZgC6sQFjACegQICRAC&usg=AOvVaw0AUzLnByWbvdo5MhnXWFi-&cshid=1614122846172)
- [5] : Belmokaddem, M., & Benatek, O. (2010). Prévision des ventes et efficacité des chaînes logistiques-Essai de modélisation. Les cahiers du cread, 92, 5-24.
- [6] : 1\_ Doctoral dissertation, تلمسان، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان. كلية الآداب كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير). (2008). التنبؤ بالمبيعات و فعالية شبكات الإمداد محاولة للنمذجة ( \_1 )
- [7] : Katchova, A. (2013). Time Series ARIMA Models. URL: <https://drive.google.com/file/d/0BwogTI8d6EEiaDJCRXd0dmU1ZDA/edit>. Accessed on, 8(9), 2016.
- [8] : المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية. 2018
- [9]: comptes rendus de l'académie des sciences-séries. 1998. A-Earth and Planetary Sciences.
- [10]: Benatek Omar.2014/2015.thèse de doctorat.
- [11] :M. S. Bazaraa, J.J. Jarvis, H.D. Sherali, 'Linear Programming and Network Flows', Third Edition, Wiley.(2005).
- [12] :G.B. Dantzig, P. Wolfe, 'Decomposition Principle for Linear Programs', *Operations Research* 8 (1960), 101-111.
- [13] :A.M. Geoffrion, 'Elements of Large Scale Mathematical Programming, Part I: Concepts; Part II: Synthesis of Algorithms and Bibliography', *Management Science* 16 (1970), 652-691.
- [12] : تدرانت ليندة.(2015/2014).استخدام طريقة بوكس-جنكينز للتنبؤ بالمبيعات.ام البواقي.جامعة ام البواقي.كلية العلوم : [12] الاقتصادية و العلوم التجارية و علوم التسيير.

## Références

---

- [13] : Triqui-Sari, L. (2015). Gestion des stocks dans un réseau de distribution approvisionnement et échanges (Doctoral dissertation).
- [14] : Benfriha, AI, Triqui-Sari, L., Bougloula, AE, & Bennekrouf, M. (2019, juin). Echange de produits dans un réseau de distribution à plusieurs niveaux. En 2019 Colloque international sur la logistique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement (LOGISTIQUA) (pp. 1-5). IEEE.
- [15]: <https://www.officiel-demenagement.com/nos-formules/petit-demenagement/lit>.
- [16] : MOKRANI, A. (2014). للتنبؤ في تخطيط المبيعات دراسة حالة Box-Jenkins دور استخدام منهجية (SAFILAIT مؤسسة Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).
- [17] : Macor, J. L. (2007). Développement de techniques de prévision de pluie basées sur les propriétés multi-échelles des données radar et satellites (Doctoral dissertation, Ecole des Ponts ParisTech).
- [18] : في التنبؤ بالسلاسل الزمنية ARIMAX محمد عبد الرحمن جاد الله ابو لبدة. (2017). استخدام نماذج (Doctoral dissertation).
- [19] : Hamisultane, H. (2002). Econométrie Des Séries Temporelles.
- [20] : MERZAK, Z., & ABBAZ, S. Problème de tournées de véhicules avec gestion de stock dans un réseau de distribution (Doctoral dissertation).
- [21] : Global Inc. 1994–2017 . EViews 10 User's Guide I. ISBN: 978-1-880411-43-8 (2nd Edition)
- [22]: Katchova, A. (2013). Time Series ARIMA Models. URL : <https://drive.google.com/file/d/0BwogTI8d6EEiaDJCRXd0dmU1ZDA/edit>. Accessed on, 8(9), 2016.
- [23] : Belmokaddem, M., & Benatek, O. (2010). Prevision des ventes et efficacite des chaines logistiques-Essai de modelisation. Les cahiers du cread, 92, 5-24.
- [24] : Delignières, D. (2000). Séries temporelles–Modèles ARIMA. Séminaire EA" Sport–Performance–Santé.
- [25] : MERZAK, Z., & ABBAZ, S. Problème de tournées de véhicules avec gestion de stock dans un réseau de distribution (Doctoral dissertation).
- [26] : Using models Box-Jenkins ARIMA forecasting of The exchange rate of the dollar against the Algerian dinar. وليد بشيشي, سليم مجلخ, & حمزة بعلي.



## Références

---

: [28] de Student, I. B. S., & de Cook, V. D. Chapitre 4 Méthode des moindres carrés.