

La prévision à court terme selon la méthode de Box Jenkins :
Cas de la Tannerie de Jijel.
Short-term forecasting using Box Jenkins method :
Case of Jijel Tannery

Yeghni Samia¹, Louadj Mounir ²

¹ Université Mohamed Seddik Benyahia Jijel, yeghni_samia@univ-jijel.dz

² Université Mohamed Seddik Benyahia Jijel, m.louadj@univ-jijel.dz

Reçu le :01/11/2021

Accepté le :13/04/2022

Publié le :30/06/2022

Résumé:

L'objectif de l'étude est de proposer un modèle de prévision à court terme qui permet de déterminer les valeurs futures des ventes mensuelles. Il est suggéré pour aider les gestionnaires à anticiper les risques d'erreurs, et renforcer la fiabilité des résultats. Après avoir présenté une approche théorique de la prévision à court terme, l'étude empirique a conclu que la gestion optimale des ventes repose sur la fiabilité de la technique de prévision. Ainsi, l'application du modèle de Box Jenkins aux ventes de la tannerie de Jijel (2013-2017), a permis d'estimer, avec précision, les valeurs mensuelles futures des ventes à court terme.

Mots clés: Prévision à court terme; Box Jenkins; fiabilité; Tannerie de Jijel

Jel Classification Codes: C13,L25

Abstract:

The objective of the study is to develop a short-term forecasting model that allows us to determine future values. This model is suggested to help managers anticipate the risk of errors, enhance the reliability of results. After presenting a theoretical approach to short-term forecasting, the empirical study concluded that optimal sales management relies on the reliability of the forecasting technique, thus, the application of Box Jenkins' model to tannery sales (2013-2017), made it possible to obtain estimates of future monthly sales with great precision in the short term. Compared to the techniques employed, the performance of the model we suggest is superior.

Jel Classification Codes: C13,L25

Auteur correspondant: Louadj Mounir, Email: m.louadj@univ-jijel.dz

1. Introduction:

Après des changements que connaît l'environnement en matières économiques, technologiques et concurrentiels caractérisés par un nouveau besoin, et pour remplir un certain nombre de tâches nécessaires au bon fonctionnement des entreprises opérant dans une économie de marché, les entreprises modernes sont contraintes de se référer à des techniques quantitatives. La prévision en tant que technique quantitative est considérée comme un outil puissant dans la recherche des rendements élevés. La prévision recouvre un ensemble de méthodes très diverses qui ont en commun de chercher à réduire l'incertitude liée à la non connaissance du futur. Cette technique représente l'un des outils qui permet à l'entreprise de s'adapter à son environnement caractérisé par l'incertitude et la complexité. Il permet d'obtenir la maîtrise des coûts par le pilotage des ressources humaines et matérielles de l'entreprise, elle permet également de mieux comprendre le fonctionnement de l'entreprise, et de prendre des décisions plus avisées. La prévision est une fonction permettant d'estimer la demande future pour les biens et services offerts par l'entreprise, elle se définit comme le processus par lequel l'entreprise planifie et donc adapte ses capacités à ses activités futures en fonction de l'estimation de la demande établie. Les techniques de prévisions sont conçues pour aider les services commerciaux à atteindre leurs objectifs.

L'objectif du recours aux méthodes prévisionnelles selon différentes périodes, est de satisfaire la demande des clients et assurer la pérennité de l'entreprise. La prise de décision pour toutes les entreprises se pose sur des prévisions. C'est ainsi, qu'il est indispensable aux entreprises de s'intéresser aux méthodes prévisionnelles des ventes futures pour faire face à la demande, gérer de manière efficace la production et éviter les risques de rupture de stocks. En effet, les méthodes de prévision sont nombreuses (régression simple, régression multiple, lissage exponentiel simple, lissage exponentiel double, la méthode de Box & Jenkins, la méthode Holt et Winters,...etc).

La méthode de Box & Jenkins a été choisie pour notre étude empirique, considérée comme méthode efficace dans le cadre de la prévision à court terme pour des données temporelles. Aujourd'hui, avec le

développement de la technologie de l'information et de la communication, de nombreux logiciels ont fait leur apparition, et on simplifié la complexité des modèles économétriques par leur utilisation de ces logiciels.

La maîtrise des techniques de prévision permet de gérer efficacement la production, de prévoir des ventes futures, de savoir sur quelle catégorie de produits se concentrer et ainsi d'optimiser le travail du service commercial. Dans certains cas, les décideurs des entreprises, peuvent procéder à un arrêt de la fabrication d'un produit, si les prévisions de ventes ne sont pas à la hauteur. De ce fait, l'utilisation des séries temporelles dans le but de faire des prévisions plus exactes s'explique par l'importance de sa caractéristique qui la distingue des autres analyses statistiques, qui est la reconnaissance explicite de l'importance de l'ordre dans lequel les observations sont prises, puisque l'étude des séries temporelles ou séries chronologiques correspond à l'analyse statistique d'observations régulièrement espacées dans le temps. Le but donc d'utiliser ces séries temporelles, peut être la prévision du futur en se basant sur la connaissance du passé. La maîtrise des techniques de prévisions impactera directement la gestion des stocks, le Besoin en Fonds de Roulement de l'entreprise.

Le but visé des techniques de prévision et de prendre de bonnes décisions dans l'élaboration du budget de fonctionnement de l'entreprise.

Notre travail est scindé en trois parties; dans la deuxième partie, nous présentons une approche théorique du modèle de prévision à court terme. Quant à la troisième partie, l'application de la méthode de Box Jenkin's au sein de la Tannerie de Jijel s'avère importante pour mieux comprendre l'intérêt de la méthode dans la gestion prévisionnelle des ventes. Nous terminons notre travail par la conclusion des résultats de l'étude empirique et quelques recommandations.

Notre question principale est : Quel est l'impact de la modélisation des ventes du cuir sur la gestion de l'entreprise ?

Hypothèse : Nous avons supposé que le recours aux techniques de prévision à court terme permet une meilleure visibilité, pour les décideurs, de la gestion de l'entreprise.

2. Approche théorique des prévisions à court terme

Dans cette partie nous essayons de présenter une approche théorique des techniques de prévision à court terme, à travers la présentation des méthodes qualitatives et des méthodes quantitatives.

La gestion prévisionnelle, des entreprises (Lewandowski, 1979,p42) est le fondement de toute gestion convenable et saine. Les méthodes de prévisions sont des techniques qui peuvent servir d'outil d'aide à la décision pour la gestion prévisionnelle de la production, des ventes et des stocks.

Les méthodes qualitatives de prévisions

Ces méthodes sont essentiellement basées sur l'opinion, la comparaison et le jugement. On y retrouve:

- La méthode de sondage d'opinion (enquêtes auprès des vendeurs)
- La méthode de comparaison (Prévision par comparaison avec des produits similaires vendus dans le passé) ;
- La méthode Delphi: réponse à une série de questions par un panel d'experts) ;
- Les études de marché (application d'un questionnaire aux consommateurs afin d'anticiper sur les changements du marché).

2.1 Les méthodes quantitatives de prévision;

Ces méthodes reposent sur l'extrapolation de la demande dans le temps en utilisant les données du passé.

- Méthode des moyennes mobiles,
- Méthode de lissage exponentiel simple, double ou triple (moyenne pondérée par des coefficients exponentiels) ;
- Méthode de la tendance (projection linéaire, exponentielle, logarithmique ou polynomiale de la tendance passée.
- Méthode de décomposition (décomposition du résultat des prévisions en tendance, saisonnalité, effets aléatoires)
- Méthode de régression et corrélation (utilisation combinée de la droite des moindres carrés et de la corrélation avec une variable de dépendance)
- Méthode de Box et Jenkins...etc.

La méthode la plus utilisée et la plus efficace est celle de Box & Jenkins (LUBU,2015, p16), cette dernière repose sur une méthodologie

qui a été conçue pour faire de la prévision en se basant sur l'évolution passée de la variable elle-même. Selon (SARAPPA,2006,p9) le succès de la prévision dépend de l'efficacité de la communication interne et externe, d'une bonne organisation structurelle et découle aussi de la capacité, des gestionnaires et du personnel concerné, à bien saisir le fonctionnement de la technique utilisée

En effet, l'analyse des séries temporelles (MELARD,2006,p14) et plus particulièrement la technique de prévision à court et moyen terme, a connu des développements importants depuis plusieurs décennies. C'est la diffusion des logiciels spécialisés, qui ont mis ces méthodes complexes de prévision à la portée de toutes organisations. Selon (BOURBONNAIS, 2001,p7), lorsque le prévisionniste dispose d'un historique, le premier réflexe qu'il doit avoir est de tracer le graphique de la série chronologique appelée aussi courbe représentative du phénomène. Cela permet de visualiser l'évolution de la chronique, de déceler les accidents éventuels (pics ou creux), et d'en tirer une tendance générale; le mouvement saisonnier (Anon., s.d.) des séries chronologiques peut être examiné à l'aide d'un corrélogramme ou deux types de modèles peuvent être combinés et permettent ainsi de représenter la plupart des processus aléatoires stationnaires. Chaque modèle est caractérisé par sa fonction d'auto corrélation simple (FAC) et sa fonction d'auto corrélation partielle (FAP). En pratique, il est important de déterminer au préalable la nature de la série temporelle, elle peut être générée à travers quatre différents types de processus qui sont : les processus AR, MA, ARMA et ARIMA. Le dernier processus peut lui-même être affecté d'une saisonnalité donnant lieu au processus appelé SARIMA.

Le modèle AR: Il représente la partie autorégressive d'un processus, c'est-à-dire lorsqu'il existe une relation de type fonction affine entre la série de données et cette même série affectée d'un décalage temporel. La partie autorégressive d'un processus est constituée d'une combinaison linéaire finie des valeurs passées du processus.

Le modèle MA: représente la partie moyenne mobile du processus, et est constitué d'une combinaison linéaire finie en t des valeurs passées d'un bruit blanc (c'est-à-dire variable de moyenne nulle et variance constante).

Le choix d'un processus ainsi que l'identification de son ordre constituent la phase la plus importante de cette méthodologie. Les différentes étapes de la méthodologie de Box&Jenkins repose sur identification, l'estimation, la validation et la prévision (CHARPENTIER,2014,p13).

Dans la première étape, une analyse exploratoire des données permet d'identifier la série à travers des tests informels, c'est-à-dire un examen visuel des corrélogrammes (حمدي, 2013, ص47).

Ces représentations sont des coefficients d'auto corrélation (simples et partiels), qu'on déterminera si la série chronologique est de type AR, MA, ARMA. Comme principe général, les coefficients d'auto corrélation simple génèrent un processus AR(p) et ceux d'auto corrélation partielle génèrent un processus MA(q). Puis, nous identifions également la stationnarité de la série par des tests formels de stationnarité.

Ce sont les deux principaux auteurs Dickey et Fuller (Anon,2007,p15) qui ont proposé en 1979 un test permettant de détecter la non stationnarité d'une série temporelle. Le test de Dickey- Fuller est un test de racine unitaire.

Ce test estime trois modèles (M3: trend et la constante, M2: constante, M1: ni constante, ni trend). L'équation de chaque modèle s'écrit de la manière suivante :

$$M_3 : x_t = \phi_1 x_{t-1} + b_t + c + a_t$$

Si la tendance n'est pas significative ($b=0$) on passe au modèle M2, Sinon on s'arrête au modèle M3

$$M_2 : x_t = \phi_1 x_{t-1} + c + a_t$$

Si la constante n'est pas significative ($c=0$) on passe au modèle M1. Sinon on s'arrête au modèle M2.

$$M_1 : x_t = \phi_1 x_{t-1} + a_t \quad \text{le modèle ne présente ni la constante ni la tendance.}$$

Pour déterminer la valeur de "p", il suffit de minimiser les critères d'information qui sont des critères fondés sur le pouvoir prédictif du modèle considéré et qui tiennent compte du nombre de paramètre à estimer, les critères d'Akaike, ou AIC et le critère de Schwartz.

On cherche le nombre de retards p optimal, compris entre 0 et p max qui minimise ces deux critères d'informations. Le test de Dickey et Fuller (D.F) standard est un test de stationnarité qui ne concerne que les processus autorégressifs d'ordre un ou processus AR (1). Ce test de Dickey-Fuller a été prolongé par le test de Dickey et Fuller augmenté (ou test ADF) afin de détecter la présence d'une racine unitaire pour les processus de type AR(p). (mokrani, p 14, 2015). En règle générale, si la série étudiée est issue d'un processus stationnaire, on cherche alors le meilleur modèle parmi la classe des processus stationnaires pour la représenter, puis on estime ce modèle. En revanche, si la série est issue d'un processus non stationnaires, on doit avant toutes choses, chercher à la « stationnariser », c'est à dire trouver une transformation stationnaire de ce processus. Puis, on modélise et on estime les paramètres associés à la composante stationnaire. La difficulté réside dans le fait qu'il existe différentes sources de non stationnarité et qu'à chaque origine de la non stationnarité est associée une méthode propre de stationnarisation. Les deux processus non stationnaires : les processus TS (Time Stationary), DS (Differency Stationary).

L'équation du processus TS s'écrit de la manière suivante: $y_t = \alpha + \beta t + \epsilon_t$ où ϵ_t représente l'erreur du modèle à la date t . Il présente une non stationnarité de nature déterministe. Les processus DS (Differency Stationary), l'équation du processus DS avec dérive ($\beta \neq 0$) s'exprime comme suit : $y_t = y_{t-1} + \beta + \epsilon_t$.

Et, l'équation du processus DS sans dérive ($\beta = 0$) s'écrit de la manière suivante : $y_t = y_{t-1} + \epsilon_t$. Si le processus est de type « DS », on emploie les filtres aux différences pour le stationnariser, le recours à ces filtres permet de définir les processus ARMA notés « ARIMA ». Lorsqu'un processus TS est affecté par un choc stochastique, l'effet de ce choc tend à disparaître au fur et à mesure que le temps passe; c'est la propriété de non persistance des chocs. Dans le cas des processus DS, les chocs aléatoires conservent une influence sur le niveau de la variable et cela jusqu'à l'infini des temps; c'est la propriété de persistance des chocs.

Le test de normalité des résidus : Le test le plus fréquent qui permet de vérifier la normalité d'une distribution statistique est celui de Jarque et Bera (1984), ce dernier est fondé sur la notion de Skewness (asymétrie) et de

Kurtosis (queue de distribution), par $B_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$ (iste un autre test celui de Kolmogorov-Smirnov.

Le coefficient de Skewness est défini par :

$$B_2^{\frac{1}{2}} = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$$

Si $n > 30$, on suit la loi $B_1^{1/2} \sim N(0, \sqrt{\frac{6}{n}})$ $B_2 \sim N(3, \sqrt{\frac{24}{n}})$

Cette approche théorique de la méthodologie de Box Jenkins, a identifié, les différentes étapes mathématiques de la stratégie, et sont la clé de prévisions de vente fiables qui stimuleront le potentiel de l'équipe commerciale. Comme l'explique (Hubert,2013,p57) pour la plupart des entreprises, l'établissement des prévisions est un préalable pour la gestion efficace des stocks, elles sont la base de tout système de gestion de production.

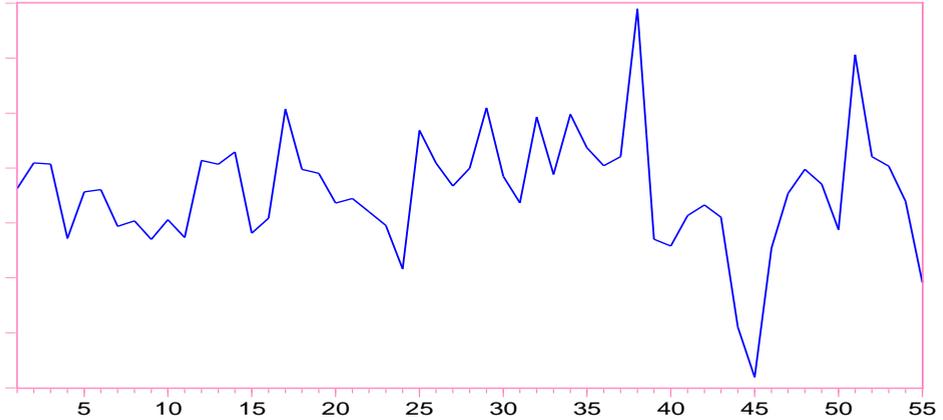
3. Approche empirique: Application de la méthode de Box et Jenkins à la Tannerie de Jijel.

La tannerie de Jijel se distingue des autres entreprises de par son caractère stratégique de son produit fini et par le fait qu'elle opère dans un marché international. En raison de la qualité du produit fini, toute unité produite de cuir est systématiquement vendue. La collecte des données s'est basée sur l'évolution mensuelle de la production du cuir allant de l'année 2013 à 2017, à l'exception du mois d'août considéré comme un mois de congé, l'année est composée de 11mois. Dans l'application de la méthode de prévision, nous avons supposé que les données sont indéterminées, afin d'éviter le pic du mois d'août. Les principales étapes du modèle de Box Jenkins sont :

3.1. Représentation graphique de la série par des tests informels:

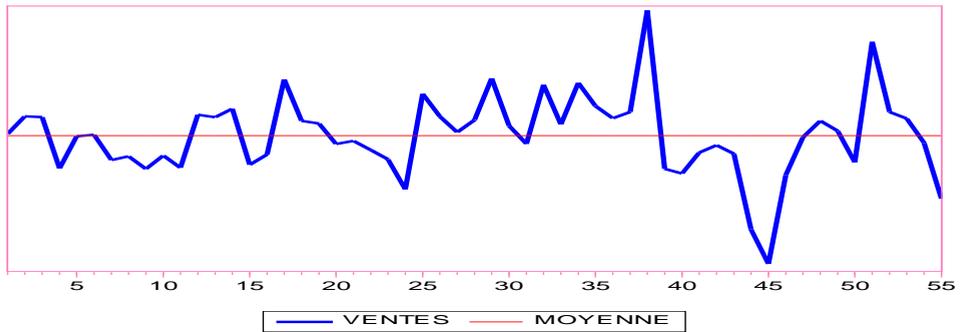
Cette visualisation donne des indications très précieuses pour choisir un modèle. Pour illustrer cette première phase de modélisation, nous examinons le graphique de la figure1.

Figure N°1: La représentation graphique de la série brute des ventes.



Source : service de commerce tannerie de Jijel, Graphe obtenu à partir logiciel Eviews10.0

Figure N°2 : La représentation graphique de la série brute des ventes autour de sa moyenne.



Source : service commercial tannerie de Jijel, Graphe obtenu à partir logiciel Eviews10.0

L'analyse des graphiques, nous permet de visualiser l'évolution de la série brute des ventes. Ainsi, à partir des données des ventes, nous obtenons les graphiques de la série brute, puis le graphe autour de la moyenne. Visuellement, on remarque, la présence de pics et de creux, il n'existe pas de tendance, la moyenne de la série est régulière. On peut dire que la série est stationnaire, mais on doit confirmer par des tests économétriques.

Table N°1: Estimation du modèle de la série brute avec constante

Variabes	Coefficient	E.S.	t-statistique	Prob.
C	13569886	11211715	1.210331	0.3128
Moyenne	-0.092641	0.720923	-0128504	0.9059

Source : Résultat obtenu à partir logiciel Eviews10.0

Le résultat de l'analyse du tableau n°1 indique une probabilité supérieure à 5% pour la constante, cette dernière n'est pas significative, on doit l'éliminer du modèle. On régresse écart-type sur la moyenne, voir le résultat du tableau n°2.

Table N° 2: Estimation du modèle de la moyenne de la série brute des ventes sans la constante.

Variabes	Coefficient	E.S.	t-statistique	Prob.
Moyenne	0.778250	0.047022	16.55093	0.0001

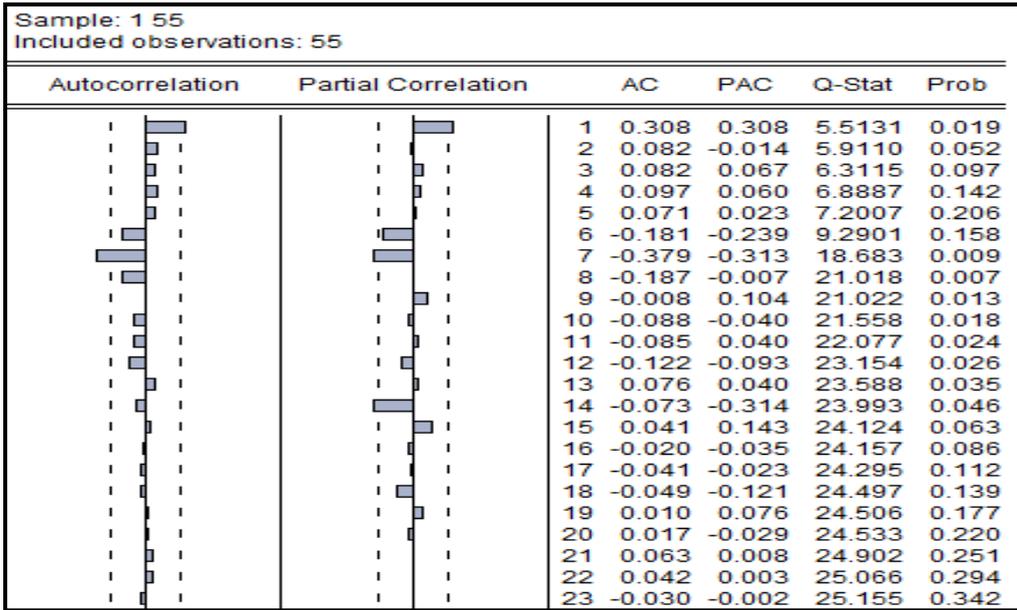
Source : Résultat obtenu à partir logiciel Eviews10.0

L'estimation du modèle, sans la constante, donne une moyenne significative, donc la série est stationnaire.

3.2. Analyse graphique du correlogramme (ACF, PACF)

Le correlogramme permet d'analyser les fonctions d'autocorrélation simple et partielle, afin d'identifier les coefficients d'autocorrélation significatifs, et avoir une idée de la stationnarité de la série. L'autocorrélation simple et l'autocorrélation partielle (Anon., s.d.) sont des mesures de l'association entre des valeurs de séries actuelles et passées ; elles indiquent les valeurs de séries passées les plus utiles à la prévision de valeurs futures.

Figure 3 : La représentation du corrélogramme de la série brute des ventes.



Source : Résultat obtenu à partir logiciel Eviews10.0

On observe dans la première colonne notée AC que l'autocorrélation de la série ventes notamment à l'ordre 1 et 7 est relativement importante. Cela signifie que la série ventes est auto-corrélée. Elle est statistiquement différente de zéro puisque la réalisation sort de l'intervalle de la région de confiance de l'hypothèse de nullité matérialisée par des petits tirets verticaux. Ce corrélogramme de la fonction d'autocorrélation présente une décroissance rapide vers 0, ce qui traduit une stationnarité. Le corrélogramme de la fonction d'autocorrélation partielle décroît également. En revanche, si la série est issue d'un processus stationnaire, on modélise et on estime les paramètres associés à la composante stationnaire. C'est précisément l'objet des tests de Dickey Fuller Augmentés de la 3ème étape du modèle.

3.3. Le test de stationnarité (Racine unitaire Dickey Foller Augmented)

Nous vérifions la stationnarité de la série brute des ventes par des tests formels. Il y'a le test de racine unitaire de Dickey & Foller DF, ce test permet de valider la stationnarité de la série vente. La procédure du test ADF est fondée sur l'estimation par la méthode des moindres carrés MCO,

sous l'hypothèse alternative, de trois modèles autorégressifs du premier ordre dont les erreurs sont identiquement et indépendamment distribuées : le modèle sans constante, le modèle avec constante et le modèle avec constante et tendance.

Table N°3 : Résultat Test ADF sous l'hypothèse : Trend avec Constante.M3

Variables	Coefficient	Stat Error	t-Stat	Prob.
ventes(-1)	-0.6762	0.135953	-4.9744	0.0000
C	19161558	4055047	4.7253	0.0000
trend	-12207.30	45656.72	-0.26737	0.7003
			t-Stat	Prob.
		ADF	-4.974	0.0009
		1%	-4.137	
		5%	-3.495	
		10%	-3.176	

Source : Résultat obtenu à partir logiciel Eviews10.0

Ce qui nous intéresse dans le tableau n°3, c'est la statistique de Student associée à la variable endogène retardée ventes (-1). On compare la réalisation de la statistique de Student aux seuils tabulés par Dickey et Fuller. Si la réalisation est supérieure au seuil, on accepte l'hypothèse nulle de non stationnarité. Celle-ci est égale à -4.9744 , et cette valeur est en outre reportée à l'affichage (ADF Test Statistic).

Pour tester l'hypothèse nulle, au seuil de 5%, le seuil critique est de -3.495 . Ainsi, dans ce cas, pour un niveau de risque de 5%, le t-calculé est inférieur au seuil critique; on rejette l'hypothèse nulle de racine unitaire, la série est stationnaire.

H0: série ventes admet une racine unitaire: série non stationnaire.

H1: série ventes n'admet pas de racine unitaire : série stationnaire

La prise de décision : si $t\text{-Stat} > t\text{-tab}5\%$ NRH0.

Donc, au seuil de 5% la série vente est stationnaire,

$t\text{-stat} = -4.974 > t\text{-tab} 5\% = -3.495$ donc rejet de l'hypothèse nulle du modèle M3, la série ventes est donc stationnaire

Le tableau nous affiche également, la probabilité du trend : $\text{prob.} = 0.70 > \text{seuil} 5\%$, le trend est non significatif. Le modèle M3 est remis en cause. On recommence ce test à partir du modèle incluant uniquement une constante. il s'agit du modèle M2 : « la série vente sans le trend ».

Table N°4: Résultat du Test ADF sous l'hypothèse de la Constante.M2

Variables	Coefficient	Stat Error	t-Stat	Prob.
ventes(-1)	-0.6770	0.134704	-5.0263	0.0000
C	18847519	3846412	4.9000	0.0000
			t-Stat	Prob.
		ADF	-5.0263	0.0001
		1%	-3.5574	
		5%	-2.9165	
		10%	-2.5961	

Source : Résultat obtenu à partir du logiciel Eviews 10.0.

Si la réalisation de la série brute est supérieure au seuil de signification, on accepte l'hypothèse nulle de non stationnarité. Celle-ci est ici égale à -5.0263 , et cette valeur correspond : t-stat ADF. Pour tester l'hypothèse nulle, au seuil de 5%, le seuil critique est de $-2,9165$. Ainsi, dans ce cas, pour un niveau de risque de 5%, le t-calculé est inférieur au seuil critique; on rejette l'hypothèse nulle de racine unitaire, la série brute de vente est stationnaire.

Le tableau affiche également, la probabilité de la constante : la probabilité est égal à 0.000, elle est inférieur au seuil de signification de 5%, la constante est significative, il s'agit d'une série DS avec dérive. On s'arrête au modèle M2. Il faut à nouveau évaluer la validité de notre diagnostic en vérifiant que le modèle 2 à partir duquel, nous avons fait le test de racine unitaire est bien le bon modèle.

On teste pour cela la nullité du coefficient de la constante conditionnellement à la présence d'une racine unitaire. On observe que la réalisation de la statistique de Fisher, selon Eviews. F-Statistic est égal à 25.264, en la comparant à la valeur critique de 5% de la table ADF, pour un échantillon entre 50 -100, et pour le modèle M2 est égal à 2.86. La règle de décision, pour un risque de 5%, la t-stat de Fisher est inférieure au seuil critique, on accepte l'hypothèse nulle de la nullité de la constante conditionnellement à la présence d'une racine unitaire.

Dans notre cas, $F\text{-Stat} = 25.26 > \text{valeur critique } 5\% = 2.85$, donc on rejette l'hypothèse nulle de la nullité de la constante la constante est bien différent de zéro.

H0: $c = 0$ (série n'est pas affectée par la constante)

H1: $c \neq 0$ (série est affectée par la constante)

Il s'agit donc, d'un modèle stationnaire avec constante et sans trend.

3.4. La détermination des ordres p et q

Il existe différentes façons de choisir l'ordre optimal p des retards dans le modèle des tests Dickey Fuller Augmentés. Dans la pratique, on se limite à l'application des tests formels à savoir, les tests ADF : le critère AIC, Schwartz & Durbin Watson, ces tests permettent de choisir le décalage optimal qui minimise les critères pour réaliser un test efficace de Dickey-Fuller. On s'est basé sur les critères d'information disponibles sous Eviews, à savoir le critère d'Akaike (AIC), le critère de Schwartz et DW. Les formules des critères d'informations (PERRAUDIN, 2004/2005.) AIC et Swartz s'écrivent de la manière suivante :

$$AIC = -2 \log L + 2(p + q) \quad \& \quad BIC = -2 \log L + (p+q) \log T.$$

Pour ce faire, il suffit tout d'abord de se donner un nombre de retards maximum admissibles, noté p max, compte tenu du nombre d'observations disponibles. Nous poserons $p \text{ max} = 3$. Puis, pour chaque modèle, on cherche le nombre de retards p optimal, compris entre 0 et p max qui minimise les critères d'informations.

Table N°5 : Calcul des critères d'information pour la détermination du nombre de retard:

P	M3 : Intercept -constante			M2 : constante			M1 : none		
	DW	AIC	Sch	DW	AIC	Sch	DW	AIC	Sch
0	1.94	33.83	33.94	1.94	33.79	33.86	2.57	34.93	34.17
1	1.95	33.88	34.03	1.95	33.84	33.95	2.15	34.08	34.16
2	1.93	33.94	34.02	1.93	33.90	34.05	2.05	34.05	34.16
3	1.94	33.97	34.20	1.93	33.94	34.13	1.96	34.05	34.19

Source : Résultat obtenu à partir du logiciel Eviews 10.0.

Se basant sur les résultats du tableau n°5, on choisit le nombre de retard 0 et on effectue le test de Dickey Fuller pour le modèle M3, la valeur calculée ADF est inférieure en valeur absolue des valeurs tabulées. On en déduit donc la non stationnarité de la série ventes. Au regard des résultats d'ADF, nous confirmons la non stationnarité des ventes, et nous concluons

qu'elle est un DS car le trend est non significatif et la constante est significative. Puisque le trend n'est pas significatif on passe au modèle M2. Les résultats affichent que la constante est significative. La série vente est générée par un processus DS avec dérive. Pour les trois seuils de significativité la valeur calculée ADF est supérieur en valeur absolue des valeurs tabulées. On en déduit donc la stationnarité de la série ventes.

Table N°6 : Identification des modèles significatifs

Autocorrélation MA	Corrélation partiel AR	ARMA
MA1	AR1	ARMA(1, 1)
MA7	AR7	ARMA(1, 7)
	AR14	ARMA(7, 1)
		ARMA (7, 7)
		ARMA(14, 1)
		ARMA(14, 7)

Source : Résultat obtenu à partir du correlogramme du logiciel Eviews 10.0.

Sur les onze modèles identifiés, le logiciel Eviews fait sortir quatre modèles significatifs : AR1, AR7, MA1, MA7, ces modèles vont être choisis sur la base des critères d'informations.

3.5. Estimation des paramètres des modèles retenus

TableN°7: Estimation des modèles identifiés

Modèles	Coefficient	t-stat	Prob	Décision
MA1	0.3090	2.5903	0.0124	Significatif
C	2787192	29.74053	0.000	
AR1	0.3168	3.024530	0.003	Significatif
C	27849069	27.03654	0.000	
MA7	0.701703	-5.524561	0.000	Significatif
C	28086860	117.1974	0.000	
AR7	-0.405026	-3.674155	0.0006	Significatif
C	27898112	56.01993	0.000	

Source: Résultat obtenu à partir du logiciel Eviews.10.0.

La méthode d'identification d'un processus ARMA (choix entre AR, MA et ARMA, et choix de p et q) de Box et Jenkins est basée sur la comparaison de plusieurs critères d'informations, ainsi que sur la somme des carrés des résidus, le test de likelihood.

Table N°8: Choix optimal du modèle selon différents critères

Modèles	AIC	SCH	DW	Likelihood	SC Residus
AR1	33.813	33.923	1.93	-926.88	1.4 ^E 15
AR7	33.74	33.85	1.44	-925.07	1.28 ^E 15
MA1	33.817	33.927	1.90	-926.99	1.4 ^E 15
MA7	33.63	33.74	1.40	-921.907	1.07 ^E 15

Source : Résultat obtenu à partir Eviews.10.0

Le résultat du tableau n°8, nous affiche que le meilleur modèle correspond : MA7 qui a le minimum AIC, le minimum de la somme des carrés des résidus. L'équation du modèle retenu s'écrit de la manière suivante :

$$y_t = 28086860 - 0.701703 * \varepsilon_{t-7} + \varepsilon_t$$

La méthodologie de Box Jenkins (LAGNOUX, 2010-2011) repose sur le choix entre AR et MA, sur l'estimation des paramètres, le calcul des résidus, si le résidu est un bruit blanc le modèle est bon pour la prévision, sinon on reprend le même cheminement.

3.6. Application des tests des résidus du modèle retenu

L'étape du diagnostic : Cette étape consiste à tester la fiabilité du modèle statistique, et ce en analysant ses résidus, et s'assurer qu'ils ne représentent que des chocs aléatoires (bruit blanc) par le calcul des valeurs de la fonction des résidus et procéder aux différents tests. Les tests de significativité des paramètres et de blancheur du résidu, sont validés au niveau 5%. A la question :

Est-ce que les résidus du modèle retenu MA7 suivent un bruit blanc ?

On a utilisé le test de Jarque Bera, et on a posé les hypothèses suivantes du résidu.

H0 : Les résidus suivent un bruit blanc (prob-JB > 5%)

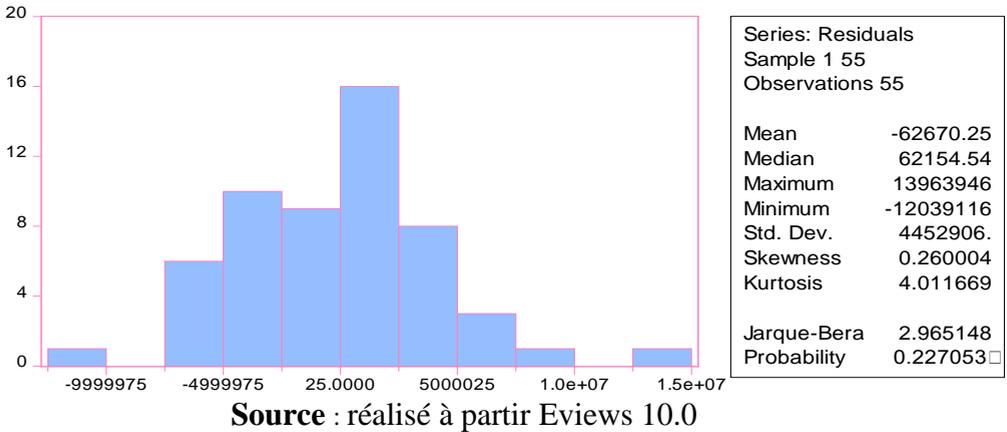
H1 : Les résidus ne suivent pas un bruit blanc (prob-JB < 5%)

$$\chi_{\alpha,2}^2 = \chi_{0.05,2}^2 = 5.99$$

$$J.B. = \chi_c^2 = 2.96 < \chi_{0.05,2}^2 = 5.99 \rightarrow NRH_0$$

Selon le résultat du test de normalité, la distribution des résidus suit la loi normale. Les résidus sont des bruits blancs.

Figure N°4 Le test de normalité des résidus du modèle MA7



La règle de décision à appliquer, si la Probabilité de Jarque - Bera (JB) est inférieure à 5% on rejette l'hypothèse nulle sinon on accepte l'hypothèse que les résidus suivent un bruit blanc.

D'après les résultats, la probabilité de JB (0.227) est supérieure au seuil de signification 5%, donc accepte l'hypothèse nulle, c'est-à-dire que les résidus du modèle sont des bruits blancs Gaussiens. Nous avons recouru également au calcul des indices pour identifier la symétrie et l'aplatissement des résidus dans notre cas, nous avons utilisé celui de Skweness et Kurtosis:

Indice :Skweness

H0 :v1égal à zéro la distribution des résidus est symétrique.

H1:v1 est différent de zéro la distribution des résidus est non symétrique.

$$v_1 = \frac{|\beta_1^{1/2} - 0|}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{0.5099058}{\sqrt{\frac{6}{55}}} = 1.54$$

$$v_1 = 1.54 < 1.96 \rightarrow NRH_0$$

Selon le résultat de l'étude, la distribution des résidus est symétrique.

Indice de Kurtosis

H0 :v2égal à zéro la distribution des résidus est aplatie.

H1:v2 est différent de zéro la distribution des résidus est non aplatie.

$$V_2 = \frac{|\beta_2 - 3|}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{4.011669 - 3}{\sqrt{\frac{24}{55}}} = 1.53$$

$$V_2 = 1.53 < 1.96 \rightarrow NRH_0$$

Selon le résultat de l'étude, la distribution des résidus est aplatie.

3.7. La prédiction du modèle optimal.

La prévision pour l'année 2018 selon la méthode Box Jenkins en utilisant la commande forecast Eviews 10.0, on obtient le résultat suivant :

Table N°9 : Le résultat de la prévision et la réalisation des ventes.

Mois	Prévision MA7 /2018 B.J.	Réalisation 2018	Ecart
Janvier	26741745	20654000	6087745
Février	30407447	22664000	7743447
Mars	25432507	24019000	1413507
Avril	29628744	34518000	-4889256
Mai	28641758	32084000	-3442242
Juin	29836233	32123000	-2286767
Juillet	32336446	27801000	4535446
Septembre	28086860	25013000	3073860
Octobre	28086860	22730000	5356860
Novembre	28086860	25436000	2650860
Décembre	28086860	31619000	-3532140
Total	315372320	298661000	16711320

Source : Résultat obtenu à partir de la tannerie de Jijel et du logiciel Eviews.10.0

Discussion des résultats de l'étude empirique:

La méthodologie de la prévision de ventes à court termes de Box Jenkins influe directement l'organisation du service commercial de l'entreprise. Ce qui confirme notre hypothèse de base « que le recourt aux techniques de prévision à court terme permet une meilleure visibilité pour les décideurs de la gestion de l'entreprise ». Cette méthodologie est basée sur une approche claire et intégrée, car elle permet de tester le modèle de prédiction optimal dans une large gamme de modèles, et cela à travers quatre étapes identification: estimation, les tests informels et formels, la prédiction. Elle est basée sur des fondements mathématiques dans la plupart

de ses étapes. C'est une méthode coûteuse, car elle nécessite des compétences et des logiciels spécialisés.

Cette méthodologie se caractérise par une grande précision dans le diagnostic et la description des phénomènes futurs et des variables économiques en raison de la faible variation des erreurs de sa prédiction, ce qui renforce sa position et son importance dans la prise de décision. La modélisation statistique est utilisée comme un outil permettant un aperçu futur en étudiant le passé du point de vue du présent.

A partir de cette étude, la méthodologie de Box et Jenkins est considérée comme la plus importante, et la plus efficace des différents modèles prédictifs pouvant être utilisés pour faire des prédictions pour les différents produits réalisés par l'entreprise. elle permet d'augmenter le niveau de performance tout en améliorant les méthodes de gestion. Les résultats que cette étude nous mène aux recommandations suivantes :

- ✓ La nécessité d'utiliser la méthode de prévision de Box Jenkins, afin de rationaliser les décisions prises au sein de l'organisation et d'assurer la coordination entre les différents services de l'entreprise.
- ✓ La nécessité d'utiliser des méthodes statistiques dont les résultats sont précis dans le calcul des prévisions.
- ✓ La nécessité de développer d'autres méthodes de prévision, comme outil par lequel le planificateur utilise pour prédire l'avenir.

4. Conclusion:

Les techniques de prévision sont des outils d'aide aux processus de prise de décision liées à la gestion de l'entreprise, leurs applications sont primordiales pour la pérennité et la compétitivité des entreprises. L'avantage principal des techniques de prévisions sont d'améliorer les orientations, plus précisément les plans d'action de suivi et de développement de l'entreprise.

De nombreuses entreprises s'attachent à prévoir les ventes sur des estimations approximatives, alors qu'elles pourraient exploiter des techniques de prévisions à court termes susceptibles de déboucher sur des idées originales et novatrices. Cette étude a conclu à partir des résultats obtenus, que l'utilisation de la méthodologie de Box Jenkins pour une prévision de vente à court terme peut être considérée comme une stratégie

pour gérer les différentes fonctions de l'organisation de l'entreprise, car à chaque étape du processus de planification, le gestionnaire doit prendre les meilleures décisions parmi les différentes décisions alternatives disponibles, afin de les mieux gérer, mais aussi, dans le but de minimiser les coûts, le temps et améliorer la qualité des services fournis aux clients.

Pour y parvenir, l'application de la méthodologie de Box et Jenkins au sein de la Tannerie de Jijel au cours de la période allant de 2013 à 2017, il en ressort d'après les résultats, que la prévision des ventes est extrêmement importante dans la gestion optimale des fonctions de l'entreprise, tout en répondant aux objectifs, et en rationalisant l'utilisation de ses ressources. Cependant, ces méthodes et techniques quantitatives de prévision restent utiles dans le processus de décision et le gestionnaire doit utiliser ces méthodes dans la gestion stratégique de l'entreprise.

Recommandations

Il est important d'utiliser des techniques de prévisions pour réaliser les objectifs et minimiser les risques qui peuvent induire en erreur tous les plans de développement économique de l'entreprise, sachant, qu'il n'existe pas un modèle idéal pour une prévision parfaite. Cependant, pour plus d'efficacité et de précision, il est souhaitable de recourir à d'autres modèles de prévisions à court terme, comme celle du lissage exponentiel simple, double et triple (Winters, Brown), en raison de la fiabilité des résultats due à l'utilisation de plusieurs logiciels (SPSS, STATA, Origin, Eviews, R., ect).

L'avenir perspectives, d'élargir la base de données par d'autres variables, comme celles des points de ventes en Algérie et à l'étranger, en faisant des études comparatives avec des entreprises similaires. Ces différentes méthodes sont devenues une priorité pour tous décideurs de l'entreprise.

5. Liste Bibliographique:

- **Livres :**

- LUBU, Gastonfils LONZO. (2015) « *Théorie et pratiques de prévision BOX-JENKINS*». Extrait de cours de prévision kamiantako.france.

- **Thèses;**

- Sarappa, Carolina. (2006) *L'identification des facteurs qui affectent la demande des produits sanguins au Quebec.*

<http://neumann.hec.ca/pages/bruno.remillard/Theses/CSarappa.pdf>. (consulté le 5/08/2021)

- PERRAUDIN, Corinne. (2005) «Chapitre1: Les modèles ARMA stationnaires.». <https://samos.univ-paris1.fr/archives/membres/perraudin/ST/chap1.pdf>. (consulté le 08/08/2021)
- LAGNOUX, Agnes. (2010) «Séries chronologiques. Le test de Dickey-Fuller augmenté (ADF).».»https://www.math.univ-toulouse.fr/~lagnoux/Transp_renf.pdf. ISMAG1 - MIS243Y.. (consulté le 12/08/2021)

- **Articles et Journaux :**

- Hamdi, Zayan Ihsan Karim. (2013), Utilisation des modèles Box-Jenkins pour la prévision des ventes. Une étude appliquée à la cimenterie de Kirkouk» Journal des sciences administratives et économiques de l'Université de Kirkouk Volume 02, p. 32
- Makrani Ahlam, Imad Eddine Sharabi (2015) Prévision des ventes selon la méthodologie « Box Jenkins », cas de la société « Safili », Université de Constantine 1.» Journal des sciences humaines - Numéro 34, Volume B, p. 14.

1- Sites web :

- MELARD, Guy. . (2006) *Initiation à l'analyse des séries temporelles et à la prévision. Université Libre de Bruxelles. Revue MODULAD..* https://www.researchgate.net/publication/228643642_Initiation_a_l'analyse_des_series_temporelles_et_a_la_previson. (consulté le 14/08/2021)
- Lewandowski, Rudolph. (1979) *la prévision a court terme. Présentation des techniques, organisation et mise en place des systèmes de prévisions.* <https://excerpts.numilog.com/books/9782706299759.pdf>. (consulté le 12/08/2021)
- Hubert, Thibault (2013) *previson de la demande et pilotage des flux en approvisionnement lointain.* 30 Janvier 2013. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00879853/document>. (consulté le 16/08/2021)
- CHARPENTIER, Arthur. . (2014) «Modèles de prévision Séries temporelles 1 UQAM, ACT6420.». <http://freakonometrics.hypotheses.org>. «Fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle» s.d. (consulté le 21/08/2021)
- https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/fr/SS3RA7_sub/modeler_main_help_client_ddita/components/dt/timeseries_acf_pacf.html. (consulté le 21/08/2021)
- Bourbonnais, Régis. (2001) *PREVISION DES VENTES. Polycopié du produit ultimédia.* Octobre. <http://m1transport.e-monsite.com/medias/files/poly-1.pdf>. (consulté le 27/08/2021)