

Gestion des stocks d'une famille de pièces de rechange : cas de l'entreprise Sonatrach Béjaïa, Algérie

Anabi D., Djema N., Aiane N. et Aïssani D.

E-mail : lamos_bejaia@hotmail.com

E-mail : aianenedjma@hotmail.com

Résumé Les problèmes de gestion des stocks restent parmi les plus étudiés par les spécialistes de la recherche opérationnelle vu que l'existence des stocks au sein de l'entreprise amène le gestionnaire à se poser la question sur le niveau optimal de ces derniers, en évitant à la fois le sur-stockage et le sous-stockage. Pour cela, le gestionnaire doit appliquer une politique (règle) de contrôle.

C'est le cas de l'entreprise Sonatrach où les responsables du service gestion des stocks des pièces de rechange au sein de cette entreprise envisagent une politique rigoureuse de gestion des stocks afin d'éviter les ruptures de stocks et le sur-stockage tout en minimisant le coût total de gestion. Dans ce travail, nous avons proposé les politiques de gestion des stocks adéquates tout en déterminant le modèle minimisant le coût total de gestion. Après avoir eu recours à une classification de tous les articles par la méthode ABC, nous nous sommes intéressés à une seule famille d'article pour lesquels nous avons effectué des prévisions sur la loi de la demande par la méthode de lissage exponentiel de Holt et Winters, pour déterminer enfin la politique de gestion de stock adéquate.

Mots clefs : Gestion des stocks, pièce de rechange, la demande, optimisation du coût, rupture, sur-stockage, prévision, modèle de stock.

10.1 Introduction

Les problèmes de gestion des stocks constituent une part importante des recherches dans le domaine de la recherche opérationnelle, en effet, depuis le travail introduit par Harris en 1913 [5] plusieurs travaux de recherche dans ce domaine ont vu le jour [6,8,9], cela peut être expliqué par le fait que les modèles de gestion des stocks contiennent un grand nombre de paramètres. En plus de cela, nous savons que l'existence des stocks au sein de l'entreprise amène le gestionnaire à se poser la question sur le niveau optimal de ces derniers, en évitant à la fois le sur-stockage et le sous-stockage [7]. Pour cela, le gestionnaire doit appliquer une règle de contrôle.

Parmi les principaux buts de chaque entreprise : la minimisation de ses coûts est pour cela, elle doit bien gérer ces stocks, car lorsque une entreprise stocke, cette dernière engage des dépenses pour acquérir des biens qui produiront des revenus qu'ultérieurement. Selon ce qu'elle stocke, en quelle quantité et suivant la durée, ces dépenses peuvent s'avérer conséquent, c'est pour cela qu'une méthode de gestion rigoureuse doit être appliquée par les spécialistes de la recherche opérationnelle.

En effet, il existe plusieurs travaux réalisés par l'unité de Recherche LaMOS (Modélisation et Optimisation des Systèmes) s'inscrivant dans le domaine de la recherche opérationnelle, qui visent à apporter des solutions et des éléments de réponse à une (ou plusieurs des) préoccupations de l'entreprise [1,2,3,4]. Ce travail a pour but la gestion des stocks des pièces de rechanges à la région de transport centre (RTC) de l'entreprise Sonatrach de Béjaïa.

Suite aux différents entretiens que nous avons eu au service gestion des stocks au sein de l'entreprise Sonatrach, nous avons constaté qu'une tenue du stock assistée par ordinateur existe. Cependant, sur le point de vue compréhension, il s'agit seulement d'une gestion intuitive qui est essentiellement basée sur l'expérience des responsables du service.

L'objectif de ce travail est d'appliquer une méthode de gestion rigoureuse à l'aide d'outils mathématiques dont la modélisation et les prévisions au stock de l'entreprise Sonatrach afin d'apporter une amélioration à la politique de gestion des stocks au sein de cette entreprise.

Cet article est organisé comme suit : Dans la section 2, nous exposons la problématique dégagée ainsi que l'approche que nous envisageons d'appliquer pour traiter le problème de la gestion des stocks des pièces de rechanges à la région de transport centre (RTC) de l'entreprise Sonatrach de Béjaia. Une modélisation du problème sera établie dans la section 3 via une étude statistique. Dans la section 4, nous déterminons enfin la politique de gestion des stocks adéquate à chaque article étudié. Nous concluons par quelques perspectives éventuelles en développement du travail présenté dans cet article suivi d'une annexe.

10.2 Position du problème

Le service gestion des stocks des pièces de rechange au niveau de l'entreprise nationale Sonatrach (plus exactement à la RTC - Direction Régionale Centre de Béjaia) gère près de 17 783 articles non périssables classés en deux catégories : les pièces de rechange et les pièces consommables, ces pièces sont stockées dans des hangars appartenant à l'entreprise. Nous avons constaté qu'une tenue du stock assistée par ordinateur existe. Cependant, aucune gestion scientifique des stocks n'est appliquée. Les responsables de la RTC envisagent une politique rigoureuse de gestion des stocks afin d'éviter les ruptures et les sur-stockages tout en minimisant les coûts encourus.

La problématique majeure à traiter concerne la détermination d'une politique de contrôle des stocks minimisant le coût total de gestion des stocks tout en évitant à la fois le sur-stockage et le sous-stockage. Pour ce faire, nous nous sommes seulement intéressés aux pièces de rechange. Cette intérêt porté à cette catégorie peut être justifié par leurs coûts élevés.

La famille de pièces de rechange étudiée dans ce travail est nommée la pompe Guinard. Les étapes de cette étude se résume comme suit : une classification ABC des articles de cette famille puis une étude statistique pour prévoir l'évolution future de la loi de la demande des articles de classe A et enfin la détermination du modèle de gestion de stock approprié.

10.3 Modélisation et application

Afin de déterminer le modèle de gestion des stocks minimisant le coût total et assurant en parallèle un niveau de service contre la pénurie, nous commençons tout d'abord par la collecte de données de la famille d'articles nommée la pompe Guinard. Les données utilisées sont annuelles et s'étalent sur une période allant de 2001 à 2015 selon l'historique de chaque article. Nous avons donc modélisé les données recueillies pour connaître l'évolution actuelle et future des articles spécifiés.

10.3.1 La classification ABC des articles de la pompe Guinard

Pour la détermination des pièces à étudier (Classe A), nous avons réalisé une analyse ABC sur les articles de la pompe Guinard, illustrée par la **Figure. 10.1**.

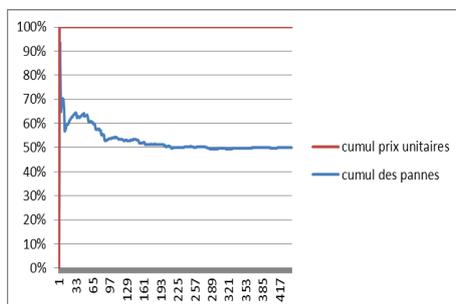


FIGURE 10.1: Classification ABC des articles de la pompe Guinard.

Pour avoir la courbe illustrée par la **Figure. 10.1**, nous avons trié les articles de la pompe Guinard par ordre décroissant de leur consommation traduit en pannes dans notre cas, puis nous avons tracé la courbe par rapport au cumul de leur panne et le cumul de leur prix. D'après la courbe de classification des articles de la pompe Guinard, on constate qu'il y a sept articles dans la classe A représentant 72 pour cent de la consommation totale de tous les articles. Les sept articles cités dans le **Tableau. 10.1** feront l'objet de notre étude.

Article	Libelle
724001690C	RONDELLE EN CUIVRE POUR VOLUTE (DVDS 14X14X16H FOLIO 177261)
724000360C	JOINT U NEOPRENE REP 645 (GM U 96-140)
724000340C	GRAIN FIXE AU CARBONE AVEC ERGOT D'IMMOBILISATION REP 644 (GM U 98-140)
724000250C	BAGUE TOURNANTE STELLITEE REP 640 (GM U 96-140)
724007270C	VIS DE FILTRE POMPE P21V
724000380C	JOINT TOURIQUE DE GRAIN FIXE REP 6440 (GM U 98-140)
724004150C	MANCHON COUSSIN ET TUBE HUILE REP 528 (VB 1150-25 2 ETAGES)

TABLE 10.1: Les sept articles de la classe A de la pompe Guinard.

10.3.2 Modélisation et approche de résolution

Il existe dans la littérature plusieurs modèles et approches de résolution permettant d'atteindre une politique de réapprovisionnement optimale, du moins satisfaisante. Le problème du choix d'une méthode consiste à déterminer le niveau de risque que le gestionnaire est prêt ou pas à prendre. En effet, l'approche anticipée des flux de sorties constitue le premier pilier de la gestion des stocks.

Sachant que le facteur décideur pour le système de stockage est la demande, donc une étude statistique s'impose pour prévoir au moins son évolution future.

Identification du modèle

Afin de déterminer la loi de la demande nous avons procédé par l'approche prévisionnelle, en utilisant le logiciel R, qui est spécialisé dans le calcul et l'analyse statistique. Il permet d'analyser les séries chronologiques des échantillons des articles, d'établir des prévisions sur leurs lois de demande et enfin de les valider ou pas en établissant un test d'ajustement.

Plus précisément, nous avons opté pour les méthodes de prévisions par lissage exponentiel, car elles fournissent de bons résultats en ce qui concerne les prévisions à court terme mais aussi elles présentent l'avantage de la simplicité dans leur mise en œuvre.

Dans la **Figure. 10.2**, nous présentons le graphe de la série originale de l'article 1 (rondelle en cuivre pour volute), nous constatons que ce graphe présente une tendance et une saisonnalité d'où le modèle de lissage exponentiel le plus approprié est le modèle de Holt-Winters.

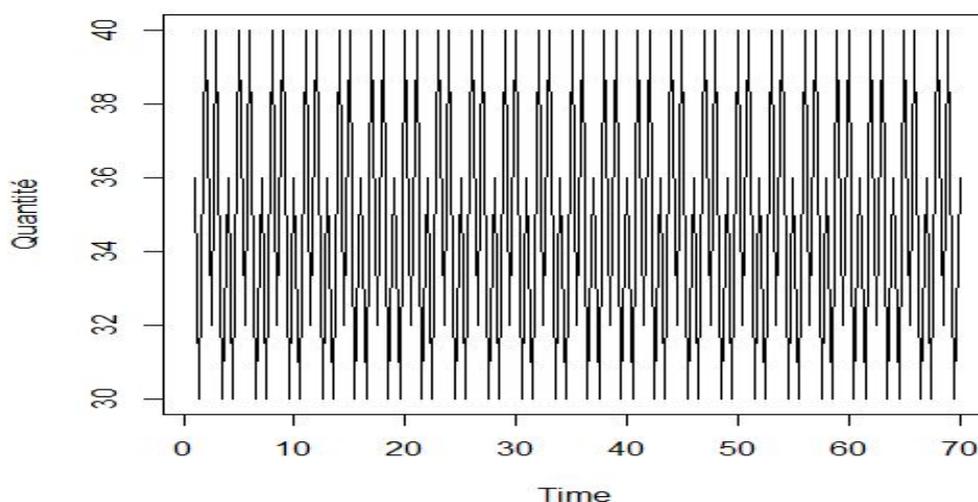


FIGURE 10.2: Graphe de la série originale de l'article 1 (rondelle en cuivre pour volute).

Les graphes des séries originales des six articles restant sont donnés en annexe, les six graphes montrent une tendance et une saisonnalité. Donc, le modèle de lissage exponentiel qui leur est adéquat est celui de Holt-Winters.

Le graphe de la série originale et de la série lissée de l'article 1 (rondelle en cuivre pour volute) est illustré par la **Figure. 10.3**.

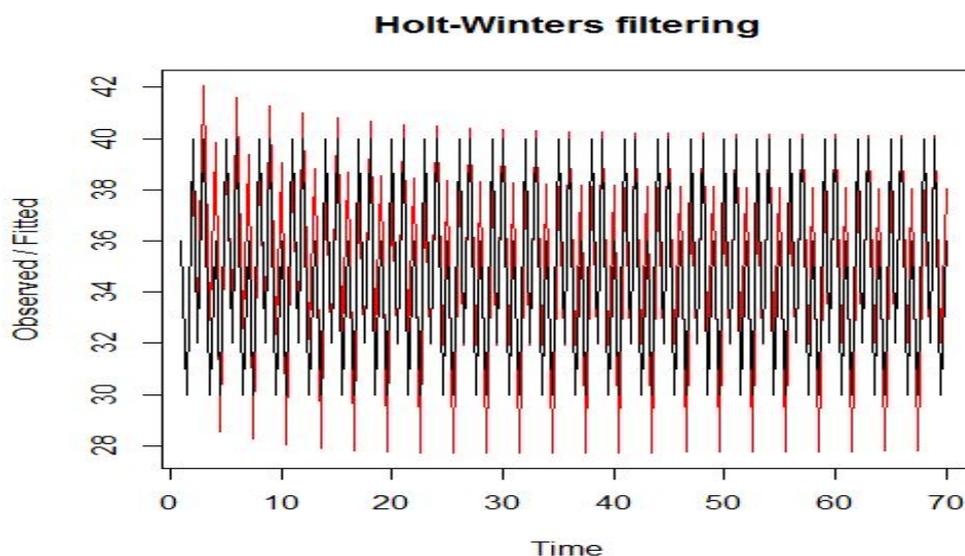


FIGURE 10.3: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 1.

Après avoir effectué le lissage, la deuxième étape consiste à l'estimation des paramètres du modèle.

Estimation des paramètres de lissage

Les paramètres du modèle (Alpha, Beta et Gamma) pour chacun des articles de la classe A de la pompe Guinard sont déterminés à l'aide du logiciel R. Le **Tableau. 10.2** résume les différentes valeurs des paramètres du modèle pour les sept articles de la pompe Guinard.

Article	Alpha	Beta	Gamma
724001690C	0.983	0.055	1
724000360C	0.166	0.042	0.027
724000340C	0.002	0.052	0.005
724000250C	0.200	0.053	0.039
724007270C	0.079	0.441	0.009
724000380C	0.154	0.403	0.035
724004150C	0.081	0.466	0.009

TABLE 10.2: Les paramètres du modèle (Alpha, Beta et Gamma) pour chacun des articles de la classe A de la pompe Guinard.

Après avoir déterminé les paramètres du modèle, on passe maintenant à l'étude statistique.

Étude statistique

Pour pouvoir effectuer une étude statistique, il faut d'abord faire un calcul des prévisions de la demande de chaque article. Lors de cette étude, nous avons obtenu pour chaque article la série lissée ainsi que le calcul des prévisions.

A titre d'exemple, nous présentons le graphe de la série lissée de l'article 1 de la pompe Guinard illustré par la **Figure. 10.4**, les autres graphes seront donnés en annexe.

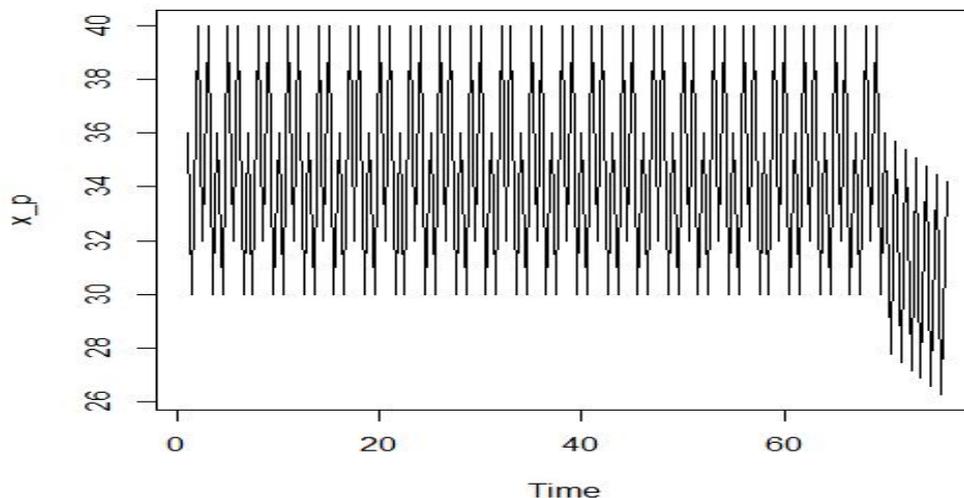


FIGURE 10.4: Graphe de la série lissée de l'article 1.

Le graphe de l'ajustement de la distribution de la demande de l'article 1 de la pompe Guinard est illustré par la **Figure. 10.5**.

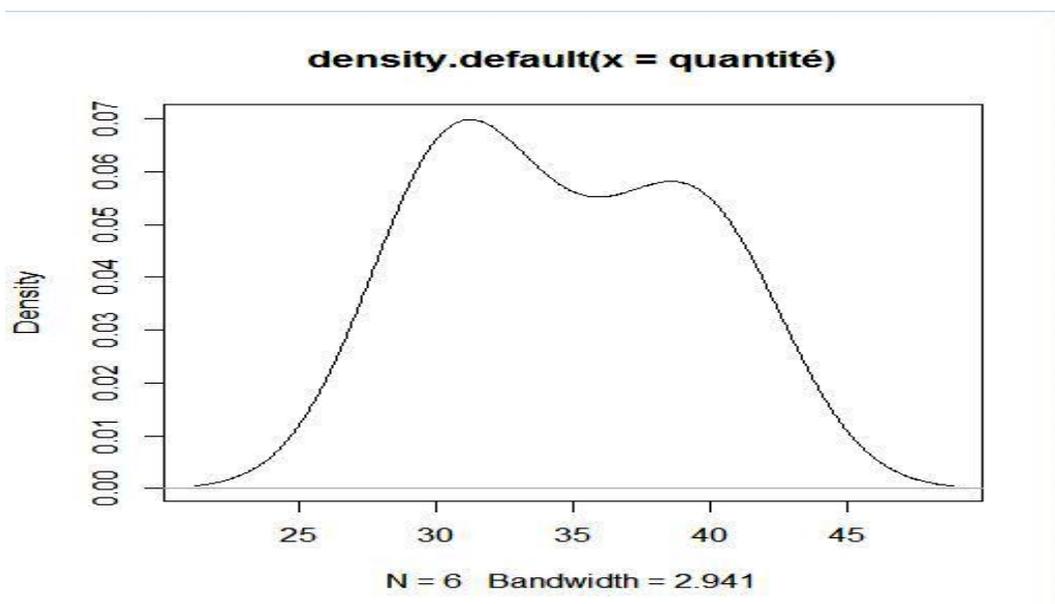


FIGURE 10.5: Ajustement de la distribution de la demande.

D'après la **Figure. 10.5**, nous constatons que l'ajustement de la distribution de la loi de la demande de l'article 1 de la pompe Guinard est de loi normale.

Les figures qui illustrent l'ajustement des lois de la demande des autres articles par une loi normale sont données en annexe.

A l'issue de cette étude statistique, la moyenne et la variance de chaque échantillon ont été évaluées et l'ajustement des distributions par une loi normale a été accepté par le test de Kolmogorov-Smirnov.

La dernière étape consiste en la détermination du modèle de gestion des stocks le plus adéquat en terme de minimisation du coût total de gestion des stocks et d'assurer un niveau de service contre la pénurie.

10.4 Détermination du modèle de gestion des stocks

Le modèle de gestion des stocks doit répondre à deux exigences majeures, il doit non seulement assurer un niveau de service contre la pénurie mais aussi optimiser les coûts. Le modèle en question doit aussi offrir une aide à la prise de décision quelle que soit la nature de la demande.

L'approche de résolution que nous allons proposer doit minimiser le coût total de gestion avec un niveau de service fixé à 0,99. Pour ce faire, il faut d'abord déterminer la quantité économique de commande dite aussi la quantité de Wilson en utilisant les formules données dans le chapitre 2 de la référence [3].

Le **Tableau. 10.3** présente les différents coûts ainsi que le prix unitaire de chaque article de la pompe Guinard.

Article	coût de lancement	coût de stockage	prix unitaire
724001690C	1268.71	288.28	2356.17
724000360C	1104.08	84.43	2050.44
724000340C	11136.53	729.95	20682.14
724000250C	46671.9	3008.18	86676.39
724007270C	20.31	1.06	37.72
724000380C	493.07	24.23	915.7
724004150C	3.2	0.1	5.95

TABLE 10.3: Les différents coûts ainsi que le prix unitaire de chaque article de la pompe Guinard.

La quantité économique de commande (quantité de Wilson) pour chaque article de la pompe Guinard est donné dans le **Tableau. 10.4**.

Après avoir déterminé la quantité économique de commande (quantité de Wilson) pour chaque article de la pompe Guinard, nous devons à présent déterminer le point de commande r pour ce qui est du modèle de gestion des stocks (Q, r) et la quantité de reapprovisionnement R pour ce qui est du modèle de gestion des stocks (R, T) . Les formules utilisées pour effectuer le calcul des paramètres r et R de chacun des modèles de gestion des stocks (Q, r) et (R, T) sont données en détail dans le chapitre 2 de la référence [3].

Article	La quantité économique de commande
724001690C	18
724000360C	14
724000340C	18
724000250C	14
724007270C	21
724000380C	12
724004150C	20

TABLE 10.4: La quantité économique de commande (quantité de Wilson) pour chaque article de la pompe Guinard.

Le **Tableau. 10.5** résume les différentes valeurs des paramètres pour le modèle de gestion des stocks à point de commande (Q, r) pour chaque article de la classe A de la pompe Guinard.

Article	L	E(D)	V(D)	Alpha	E(X)	Sigme(X)	r	S
724001690C	1	34.66	21.86	0.99	3	4.64	46	12
724000360C	1	5.41	59.35	0.99	5.41	7.70	23.36	19
724000340C	1	2.22	12.87	0.99	2.22	3.58	11	9
724000250C	1	2.08	10.32	0.99	2.08	3.21	10	8
724007270C	1	10.28	44.57	0.99	10.28	6.67	26	16
724000380C	1	1.40	0.24	0.99	1.40	0.49	3	2
724004150C	1	3	3.77	0.99	3	1.94	8	5

TABLE 10.5: Les différentes valeurs des paramètres pour le modèle de gestion des stocks à point de commande (Q, r) pour les articles de la classe A de la pompe Guinard.

Le **Tableau. 10.6** résume les différentes valeurs des paramètres pour le modèle de gestion des stocks de périodicité de commande (R, T) pour chaque article de la classe A de la pompe Guinard.

Article	$L + T$	E(D)	V(D)	Alpha	E(X)	Sigme(X)	Q(0)	R
724001690C	2	34.66	4.67	0.99	69.33	6.61	0	85
724000360C	2	5.41	7.70	0.99	10.83	10.89	0	37
724000340C	2	2.22	3.58	0.99	4.44	5.07	0	17
724000250C	2	2.08	3.21	0.99	4.17	4.54	0	15
724007270C	2	10.28	6.67	0.99	20.57	9.44	5	38
724000380C	2	1.40	0.49	0.99	2.81	0.70	0	5
724004150C	2	3	1.94	0.99	6	2.74	0	13

TABLE 10.6: Les différentes valeurs des paramètres pour le modèle de gestion des stocks de périodicité de commande (R, T) pour les articles de la classe A de la pompe Guinard.

Le **Tableau. 10.7** résume les différentes valeurs du coût total de gestion des stocks pour chaque article de la classe A de la pompe Guinard dans le cas du modèle à point de commande (Q, r) et celui de périodicité de commande (R, T) .

On observe que le coût total de gestion des stocks de l'article 1 de la pompe Guinard est égale à 9389 unités lorsque on applique le modèle à point de commande (Q, r) et lorsque on

Article	$Ct(Q, r)$	$Ct(R, T)$	Politique à adopter
724001690C	9389	9847.31	(Q, r)
724000360C	17656	17664.51	(R, T)
724000340C	23555.08	26012.08	(Q, r)
724000250C	605975.13	585032.13	(R, T)
724007270C	464.7	457.66	(R, T)
724000380C	3200	3171.67	(R, T)
724004150C	39.34	38.48	(R, T)

TABLE 10.7: Les différentes valeurs du coût total de gestion des stocks pour chaque article de la classe A de la pompe Guinard dans le cas du modèle à point de commande (Q, r) et celui de périodicité de commande (R, T) .

applique le modèle de périodicité de commande (R, T) , son coût de gestion des stocks est de 9847.31 unités. De ce fait, le gestionnaire a intérêt à appliquer le modèle (Q, r) pour l'article 1 afin de minimiser le coût total de gestion des stocks.

D'après les résultats du **Tableau. 10.7**, nous proposons aux responsables du service gestion des stocks d'appliquer le modèle à point de commande (Q, r) pour les articles 1 et 3 de classe A de la pompe Guinard, et d'appliquer le modèle de périodicité de commande (R, T) pour ce qui est des articles 2, 4, 5, 6 et 7 de classe A de la pompe Guinard.

10.5 Conclusion

Dans ce travail, nous avons appliqué une méthode de recherche opérationnelle afin de bien gérer les stocks au sein de la RTC de l'entreprise Sonatrach (Algérie). Dans un premier temps, nous nous sommes limités à une analyse statistique qui nous a permis de classer les articles stockés (pièces de rechange) afin de déterminer les articles qui méritent d'être analysés par des méthodes de gestion rigoureuse. Nous avons ensuite procédé à l'étude prévisionnelle sur la consommation de sept articles appartenant à une même famille d'article nommée pompe Guinard plus précisément à la classe A de cette famille pour pouvoir estimer la demande.

Cette étude nous a permis d'améliorer la gestion des stocks des pièces de rechange de l'entreprise Sonatrach, en obtenant les modèles de gestion des stocks à appliquer pour chaque article de la classe A de la famille pompe Guinard dans le but de minimiser le coût total de gestion des stocks et d'éviter les ruptures de stocks ainsi que le sur-stockage des articles.

Il serait intéressant de poursuivre ce travail qui s'inscrit dans le cadre de la gestion des stocks de l'entreprise Sonatrach, en appliquant d'autres modèles de gestion des stocks et/ou d'autres articles afin de tirer les modèles de gestion des stocks qui minimisent le coût total de chaque article pour enfin minimiser le coût total de gestion des stocks de l'entreprise Sonatrach.

Références

1. Aïssani, D., Aoudia, Z., Allab, D. and Hammami, N. (2016) 'Gestion de la Production et Optimisation de la Distribution : cas de l'entreprise CANDIA Bejaia (Algérie)', 10^{me} Conférence Internationale de MODélisation, Optimisation et SIMulation - MOSIM'16. 22 au 24 Août 2016. Montréal, Canada.
2. Amraoui, A. and Ouakli, F. (1999) Modèles de Prévion à Court Terme des Commandes de Voitures Touristiques et Utilitaires et Modélisation par Simulation de la Gestion des Stocks au sein de la SIMB, Algérie. Mémoire fin d'études ingénieur, Université de Béjaia, Algérie.

3. Anabi, D. and Djema, N. (2016) Gestion des Stocks des Pièces de Rechange cas : RTC-Sonatrach, Béjaia (Algérie). Mémoire de Master, Université de Béjaia, Algérie.
4. Hassaini, K., Kernou, F., Aoudia, Z. and Aïssani, D. (2004) Calcul et détermination des besoins en composants produits Candia au niveau de l'entreprise Tchinelait/Candia, Rapport interne, Département de Recherche Opérationnelle, Université de Béjaia.
5. Harris, F.W. (1913) 'How Many Parts to Make at Once', *Factory (The Magazine of Management)*, Vol. 10, No. 2, pp. 135-136.
6. Mouhoubi, Z. and Aïssani, D. (2007) 'Stability of the Inventory-Backorder Process In the (R,S) Inventory Production Model', *Pliska. Stud. Math. Bulgar*, Vol.18, No.1, pp. 255-270.
7. Rabta, B. (2006) Nouvelles Conditions et Nouvelles Estimations de la Stabilité des Chaines de Markov Application aux Modèles Stochastiques de Gestion des Stocks. Thèse de doctorat, Université de Béjaia, Algérie.
8. Rabta, B. and Aïssani, D. (2005) 'Estimate of the Strong Stability in an (R, s, S) Inventory Model', *Journal of Mathematical Sciences*, Vol.131, No.3, pp. 5669-5673.
9. Scarf, H. (1960) 'The Optimal of (s, S) Policies in the Dynamic Inventory Problem', in *Mathematical Methods in the Social Sciences*, A. et al (Eds.), Stanford Press, pp. 196-202.
10. Aïssani D., (2016) Cours de TAGS (Techniques Avancées de Gestion des Stocks), Département de Recherche Opérationnelle, Université de Béjaia, 2016.

Annexe

Nous présentons ici les graphes de la série originale et la série lissée ainsi que l'ajustement de la distribution de la demande des six articles restant de la pompe Guinard.

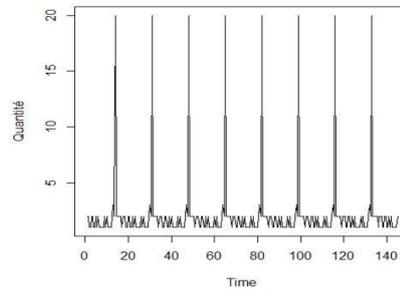


FIGURE 10.6: Graphe de la série originale de l'article 2.

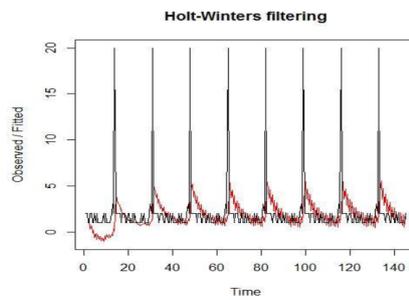


FIGURE 10.7: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 2.

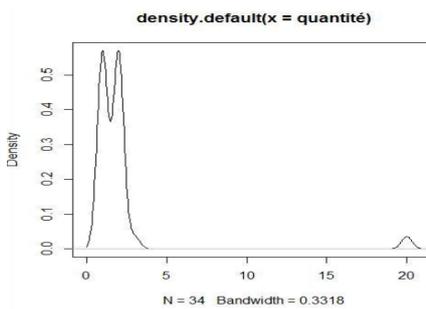


FIGURE 10.8: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 2.

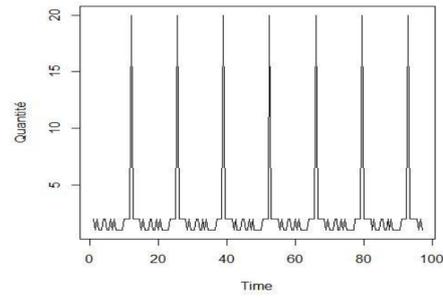


FIGURE 10.9: Graphe de la série originale de l'article 3.

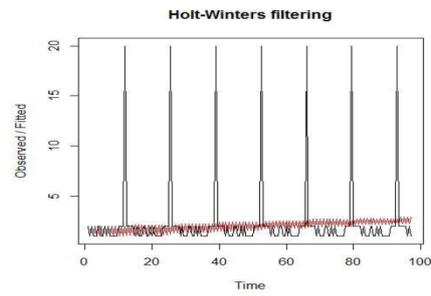


FIGURE 10.10: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 3.

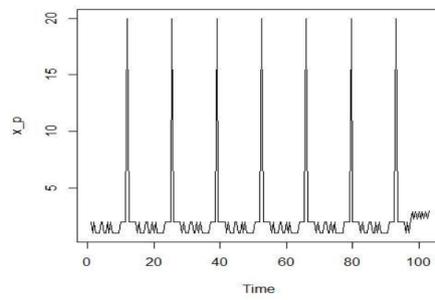


FIGURE 10.11: Graphe de la série lissée de l'article 3.

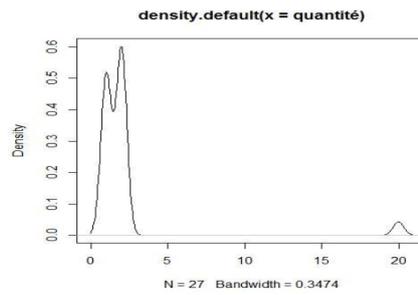


FIGURE 10.12: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 3.

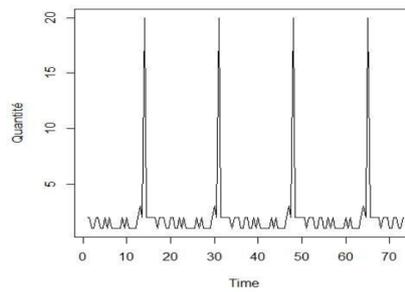


FIGURE 10.13: Graphe de la série originale de l'article 4.

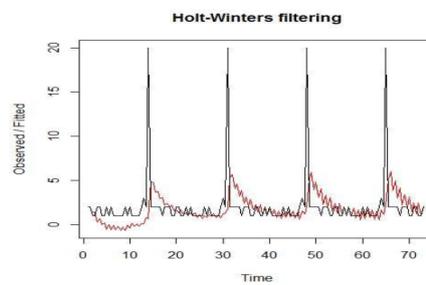


FIGURE 10.14: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 4.

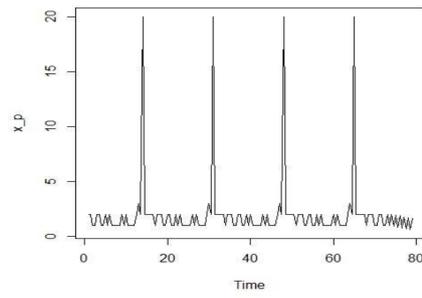


FIGURE 10.15: Graphe de la série lissée de l'article 4.

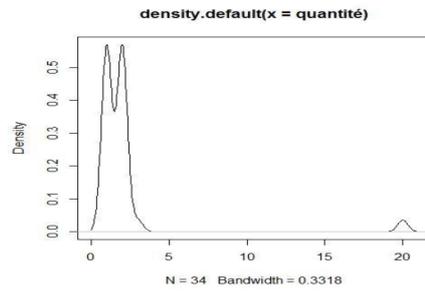


FIGURE 10.16: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 4.

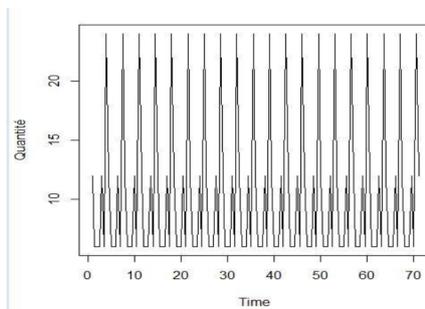


FIGURE 10.17: Graphe de la série originale de l'article 5.

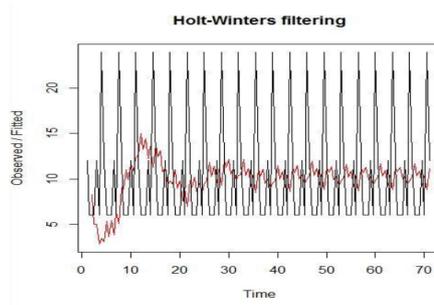


FIGURE 10.18: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 5.

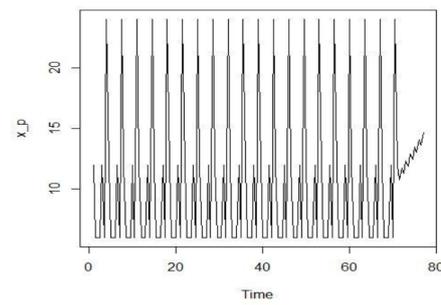


FIGURE 10.19: Graphe de la série lissée de l'article 5.

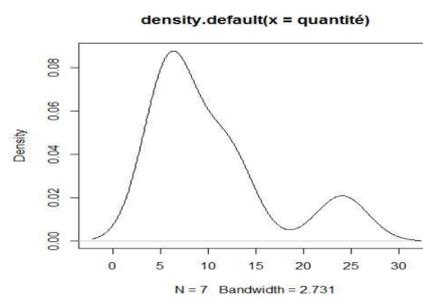


FIGURE 10.20: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 5.

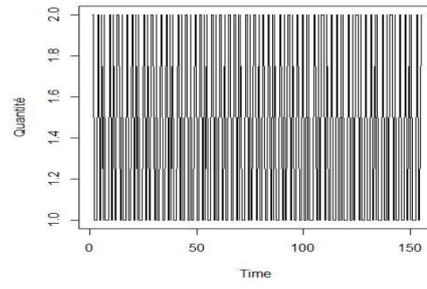


FIGURE 10.21: Graphe de la série originale de l'article 6.

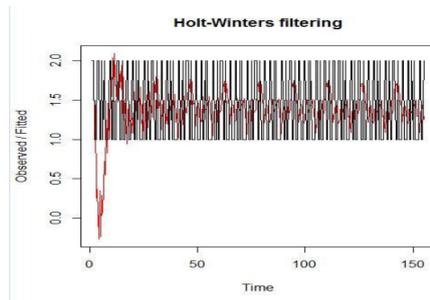


FIGURE 10.22: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 6.

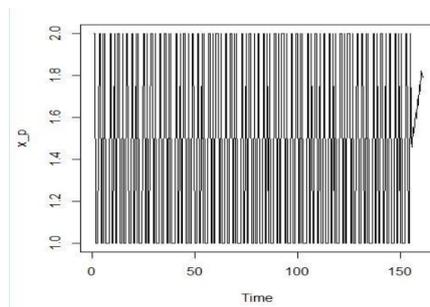


FIGURE 10.23: Graphe de la série lissée de l'article 6.

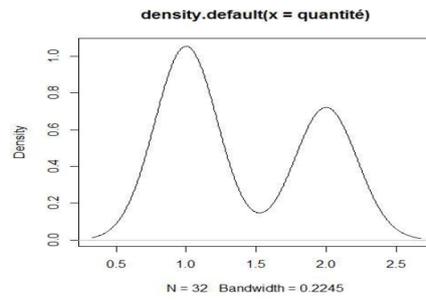


FIGURE 10.24: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 6.

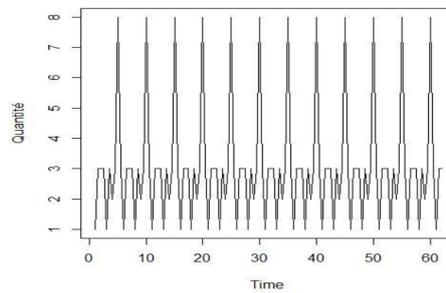


FIGURE 10.25: Graphe de la série originale de l'article 7.

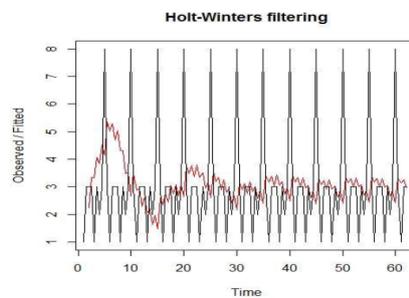


FIGURE 10.26: Graphe de la série originale et la série lissée de l'article 7.

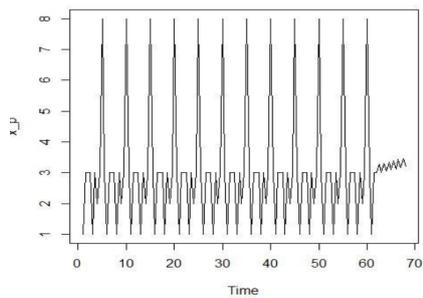


FIGURE 10.27: Graphe de la série lissée de l'article 7.

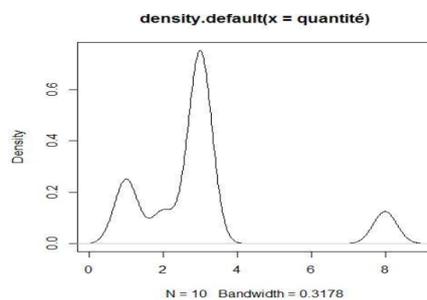


FIGURE 10.28: Ajustement de la distribution de la demande de l'article 7.