



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Kasdi Merbah Ouargla
Faculté des Sciences appliquées
Département génie Mécanique
Mémoire de fin d'étude



En vue de l'obtention du diplôme de master Académique
Filière : électromécanique
Spécialité : maintenance industrielle
Présenté par :
MOKHTARA AOUBAIDA
ET
BENMOUSSA ELMOUTASSIM BILLAH

Thème

Amélioration De La Planification Des Besoins En Pièces De Rechange, Et Consommables Au Sein De L'ENAFOR

Soutenu publiquement : 06/06/2023

Devant le jury composé de :

Mr : Dr.KHEIREDDINE	MCB	U. Kasdi Merbah Ouargla	Président
Mr : R.KAREK	MCB	U. Kasdi Merbah Ouargla	Examineur
Mme .I. ALLOUI	MCB	U. Kasdi Merbah Ouargla	Encadreur
Mr : Y.AOUF	Directeur de sonde école	ENAFOR	Co-Encadreur

Année universitaire: 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nous avoir donné les forces pour accomplir ce travail.

Premièrement et avant tout, Nous tenons à exprimer notre remerciement et notre gratitude à notre encadreur : **Alloui Imane** pour la confiance qu'elle nous a prodigué **Dr. KHEIREDDINE** et **R.KAREK** pour la direction de ce travail et qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi nos remerciements vont à notre co encadreur **Mr Aouf Yahia** directeur sonde école de l'entreprise ENAFOR.

On remercie également l'ensemble des membres du jury pour avoir consacré leur Temps pour examiner ce travail malgré leurs nombreuses responsabilités.

On est reconnaissant pour leurs attentions qu'ils ont porté à notre travail.

Nous voulons également remercier tous ceux qui ont participés à réaliser ce mémoire.

Enfin, on tient aussi à remercier nos famille et nos amis pour leur soutient Continue.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de
l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure
bonne santé et longue vie.

A toute ma famille, à mon soutien insaf, et mes amis,
Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce
projet
soit achevé, je vous dis merci.

Aoubayda



Dédicace

Je dédie humblement ce travail à mes chers parents, ma mère et mon père, qui m'ont toujours encouragé, soutenu et cru en moi tout au long de mes années scolaires.

Je n'oublie pas non plus tous les membres de ma merveilleuse famille individuellement pour tout l'amour que vous avez donné moi.

Ainsi qu'à tous mes chers proches et amis sans exception qui ont toujours été à mes côtés dans les moments les plus difficiles et m'ont donné force et enthousiasme.

Tout comme je ne peux offrir les meilleures expressions de remerciement à toutes les personnes qui se sont tenues à mes côtés de près ou de loin et n'ont ménagé aucun effort pour me soutenir et croire en leurs capacités.

Pour tous ceux qui ont enrichi ma vie académique et personnelle afin d'atteindre ce moment.

Elmoutassim Billah

SOMMAIRE

Remerciement.....	I
Dédicace.....	II
Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux.....	X
Acronymes et abréviations.....	XI
Introduction générale.....	1

CHAPITRE I: Généralités sur la gestion des stocks

I-1 Introduction.....	2
I-2 Définition de la gestion des stocks.....	2
I-3 Coût des stocks.....	3
I-3-1 Coût de l'article.....	3
I-3-2 Coût d'acquisition.....	3
I-3-3 Coût de possession.....	3
I-3-4 Coût de rupture.....	4
I-3-5 Coûts relatifs aux changements de capacité.....	4
I-4 Types de gestion des stocks.....	4
I-5 Objectif de la gestion des stocks.....	5
I-6 Conclusion.....	5

CHAPITRE II:Généralités sur la maintenance et méthodes d'analyse de la gestion des stocks

II-1 Introduction.....	6
II-2 La fonction maintenance	6
II-2 Définition de la maintenance	6
II-3 Les formes de la maintenance	6
II-3-1 Maintenance préventive	7
II-3-1-1 Maintenance systématique	7
II-3-1-2 Maintenance conditionnelle	7
II-3-1-3 Maintenance prévisionnelle	8
II-3-2 Maintenance corrective	8
II-3-2-1 Maintenance curative	8
II-3-2-2 Maintenance palliative	8
II-4 Loi de Pareto et courbe ABC	8
II-4-1 Origine de la méthode	8
II-4-2 Description de la méthode ABC	8
II-4-3 étapes de la méthode ABC en gestion des stocks	9
II-4-4 Limites de la classification ABC	10
II-4-4-1 Ratio de discrimination	10
II-4-4-2 Calcul de l'indice de GINI (γ).....	11
II-5-1 Origine de La matrice ABC/FMR :	11

II-5-2 Description de La matrice ABC/FMR	12
II-5-3 Analyse des résultats de l'analyse ABC/FMR.....	13
II-5-3-1 Catégories AF/AM/BF/BM	13
II-5-3-2 Catégories AR et BR	13
II-5-3-3 Catégories CF et CM.....	13
II-5-3-4 Catégories CR	13
II-6 But de La matrice ABC/FMR	13
II-7 Diagramme des causes et effets (Ishikawa)	14
II-7-1 Définition	14
II-7-2 Méthodes pour étudier un problème	14
II-8 Conclusion	15
CHAPITRE III:Analyse des stocks de pièces de rechange du TOP DRIVE	
III-1 Introduction	17
III-2 Système de collecte des données ERP(SAP).....	17
III-3 Collecte des données	19
III-4 Choix de l'équipement à étudier	19
III-4-1 évolution des stocks en pièces de rechange 2018-2023 de toutes les marques de l'équipement Top drive.....	21
III-4-2 évolution des stocks en PDR 2018-2023 pour le top drive Canrig Top Drive Type 8035e	23
III-4-3 évolution des stocks en PDR 2018-2023 pour le top drive: Bentec Top Drive Td- 500-Ht.....	25

III-5 Application de la matrice ABC/FMR	26
III-5-1 Méthode ABC (loi de Pareto) pour la marque Canrig Top Drive Type 8035	26
III-5-1-1 Application au Top drive Canrig Top Drive Type 8035	28
III-5-1-2 Interprétation de la courbe	28
III-5-2 Méthode ABC (loi de Pareto) pour la marque Bentec Top Drive Td-500-Ht.....	29
III-5-2-1 Interprétation de la courbe	30
III-5-3 Récapitulatif	30
III-5-4 La matrice ABC/FMR	31
III-5-5 Classement combiné valeur stocks /Fréquence de consommation.....	32
III-5-5-1 Interprétation des résultats	33
III-5-5-2 Comparaison entre la méthode ABC, et la matrice ABC/FMR.....	35
III-6 Méthode d'ISHIKAWA ou diagramme Cause-Effets.....	37
III-7 Conclusion	38
Conclusion générale.....	40
Références bibliographiques.....	40
ANNEXES.....	42

Liste des figures

CHAPITRE I :Généralités sur la gestion des stocks

CHAPITRE II : Généralités sur la maintenance et méthodes d’analyse de la gestion des stocks

Figure II-1: Formes de la maintenance.....	7
Figure II-2: Courbe de l’analyse ABC	9
Figure II-3: Diagramme d’ISHIKAWA	15

CHAPITRE III : Analyse des stocks de pièces de rechange du TOP DRIVE

Figure III-1: Schéma représentatif du système ERP/SAP.....	18
Figure III-2: les temps d'arrêts en heures causés par les pannes des trois équipements (treuil de forage, pompe à boue, et top drive), tout le long des années (2019-2020-2021-2022).	20
Figure III-3 : Évolution des stocks en PdR, en quantité pour la durée 2018-2023 (toutes les marques du Top drive).....	22
Figure III-4: Évolution des stocks en PDR, en valeur (Dinars) pour la durée 2018-2023 (toutes les marques du Top drive).....	23
Figure III-5 : Évolution des stocks en PdR, en quantité, pour la durée 2018-2023, Marque :Canrig Top Drive Type 8035e, en quantité	24
Figure III-6: Évolution des stocks en PDR, en valeur (Dinars) pour la durée 2018-2023, Marque : Canrig Top Drive Type 8035, en valeur.....	24
Figure III-7: Évolution des stocks en PdR en quantité, pour la durée 2018-2023, Marque Bentec Top Drive Td-500-Ht.....	26
Figure III-8: Évolution des stocks en PDR en valeur (Dinars), pour la durée 2018-2023, Marque Bentec Top Drive Td-500-Ht, en valeur.....	26

Liste des figures

Figure III-9: Courbe ABC pour Canrig Top Drive Type 8035	27
Figure III-10: Courbe ABC pour Bentec Top Drive Td-500-Ht.....	29
Figure III-11: Classement des articles PDR en quantités par la méthode ABC, ainsi que ABC/FMR pour le Top drive de marque Bentec Top Drive Td-500-Ht.	35
Figure III-12: Classement des articles PDR en quantités par la méthode ABC, ainsi que ABC/FMR pour le Top drive de marque CANRIG TOP DRIVE TYPE 8035.	36
Figure III-13: Diagramme d'ISHIKAWA appliqué à la mauvaise planification des besoins en RDR.....	37

Liste des tableaux

Liste des tableaux

CHAPITRE I : Généralités sur la gestion des stocks

CHAPITRE II : Généralités sur la maintenance et méthodes d'analyse de la gestion des stocks

Tableau.II-1: Répartition des classes en fonction de RD11

Tableau II-2: Exemple de matrice ABC/FMR12

CHAPITRE III : Analyse des stocks de pièces de rechange du TOP DRIVE

Tableau III-1: matrice ABC/FMR pour Canrig Top Drive Type 803532

Tableau III-2: Matrice ABC/FMR pour BENTEC TOP DRIVE TD-500-HT32

Acronymes et abréviations

Acronymes et abréviations

ENAFOR Entreprise Nationale de Forage.

SAP Systems, applications, and products for data processing, un progiciel de gestion intégré, en informatique et management.

PDR Pièces De Rechange

VSM Value Stream Mapping

ERP Enterprise resource planning

ABC Méthode de Pareto

FMR fréquemment, modérément ou rarement

Introduction générale

Introduction générale

La planification des pièces de rechange, l'identification des articles à stocker, le réapprovisionnement automatique, sont autant d'éléments qui participent à l'amélioration de la politique de gestion des stocks d'une entreprise.

Toute rupture de stocks prolongée peut avoir des conséquences sur l'activité de l'outil de production et s'avérer, par conséquent, onéreuse.

L'ENAFOR, qui est une entreprise nationale de forage de puits de pétrole et de gaz, nécessite pour le fonctionnement de ses appareils de forage, des structures de soutien telles que la structure maintenance des équipements et la structure approvisionnement en pièces de rechange (PDR). Dans le but de faire une analyse des stocks de l'entreprise et de comprendre les causes des incohérences, afin de mettre en œuvre un plan d'action visant l'amélioration de la planification des besoins de la maintenance en PDR, il serait indispensable de présenter les outils nécessaires et les méthodes d'analyse utilisées en maintenance.

On présentera dans le premier chapitre un bref aperçu sur la gestion des stocks, les couts qui y sont relatifs, les types et les objectifs de la gestion des stocks.

Des généralités sur la maintenance, et les différents types, ainsi que la loi ABC ou loi de PARETO, et le diagramme cause-effet d'ISHIKAWA seront présentés dans le deuxième chapitre. Une attention particulière sera donnée à une nouvelle méthode d'analyse qui sera présentée par la suite et qui est issue de la loi ABC, elle est nommée la matrice ABC/FMR, elle a été développée dans les années 1960 par H. Ford Dickie. De nos jours, cette matrice est largement utilisée dans les entreprises et les organisations servant à identifier les éléments les plus importants qui nécessitent une attention particulière, la méthode permet d'établir une hiérarchie des problèmes et leurs priorités en fonction de leur importance et de leur impact.

Dans le troisième chapitre on présentera notre travail d'analyse basé sur l'historique des cinq dernières années et fourni par l'entreprise nationale de forage ENAFOR, présentant des données sur les différents équipements de forage et les actions de maintenance effectuées ainsi que toutes les pièces de rechange associées aux travaux de maintenance sans oublier les couts correspondants. L'application de la matrice ABC/FMR éclaircira la situation et l'analyse des résultats donnera des pistes d'amélioration, l'utilisation du diagramme causes-effets d'ISHIKAWA, complètera l'étude en donnant des plans d'action visant l'amélioration de la planification des besoins de la maintenance en PDR.

On terminera par une conclusion générale regroupant les principaux résultats trouvés.

CHAPITRE I

Généralités sur la gestion des stocks

I-1 Introduction

La gestion des stocks de pièces de rechange PDR revêt une importance cruciale pour une entreprise exerçant les travaux de maintenance. Elle doit s'assurer qu'elle dispose de pièces de rechange en nombre suffisant pour assurer les réparations dans les plus brefs délais et maintenir ainsi l'outil de production en fonctionnement permanent et donc la satisfaction client.

Le budget alloué aux pièces PDR représente, en effet, un poste important de dépense, non seulement pour leur achat, mais aussi pour les coûts liés à leur transport, leur stockage et leur manutention. Toute optimisation de la gestion des stocks est donc la bienvenue.

L'optimisation des stocks de pièces PDR est donc un exercice délicat. La gestion des pièces d'utilisation courante est par nature plus facile à maîtriser, leur consommation est connue. Les pièces rarement utilisées supposent une gestion différente.

Les leviers d'optimisation des stocks diffèrent donc en fonction de la nature des pièces détachées. Les pièces prévues pour la maintenance préventive constituent le cas le plus simple. Les opérations étant planifiées à l'avance, il est aisé de déterminer leur quantité. De même, les besoins en pièces de consommation courante peuvent être évalués sur la base de l'historique des consommations.

L'optimisation du stock des pièces faisant l'objet de défaillances aléatoires est plus complexe à réaliser compte tenu de l'absence d'historiques ou de leur faible nombre. Les critères qui peuvent être pris en compte sont le délai d'approvisionnement, les coûts de logistique et de stockage.

L'objectif principal de la gestion des stocks dans ce contexte est de s'assurer que les pièces en option nécessaires sont disponibles en quantités adéquates pour répondre aux demandes des clients, tout en minimisant les coûts liés au stockage et à la gestion des stocks. Une mauvaise gestion des stocks peut entraîner des problèmes tels que des dépenses de pièces essentielles, des coûts de stockage engendrés ou une obsolescence accrue.

I-2 Définition de la gestion des stocks

La gestion des stocks est une discipline qui fait appel à de nombreux concepts de gestion, de statistiques et nécessite une bonne vision du fonctionnement de la chaîne logistique de l'entreprise. Elle est définie comme étant un ensemble de techniques et de procédures utilisées pour assurer une gestion efficace et efficiente des stocks de produits ou de matières premières d'une entreprise ou d'une organisation.

Elle implique de déterminer les quantités de stocks optimales à maintenir pour répondre à la demande, de suivre les niveaux de stocks en temps réel, de gérer les entrées et sorties de stocks, de minimiser les coûts de stockage et de commandes, d'anticiper les besoins futurs et de garantir la disponibilité des produits. L'objectif de la gestion des stocks est d'optimiser les niveaux de stocks pour éviter les ruptures de stock tout en minimisant les coûts associés. [1]

I-3 Coût des stocks

On classe les coûts des stocks selon cinq catégories.

I-3-1 Coût de l'article

C'est le prix que l'on paie pour l'achat d'un article, il inclut le coût de l'article lui-même et tous les autres coûts directs associés à la mise à disposition de celui-ci dans l'entreprise (transport, assurances, taxes...). Pour un article fabriqué, ces coûts incluent les coûts matières, de main-d'œuvre directe et les frais généraux.

I-3-2 Coût d'acquisition

Ce coût tient à la constitution et au renouvellement du stock et vient s'ajouter au prix d'achat de l'article. Il comprend tous les frais engagés pour réaliser les achats. Le mot acquisition est donc ici à prendre au sens large, il concerne aussi bien les coûts relatifs à une commande externe que ceux relatifs à un lancement en production interne. Le coût d'une commande externe s'établit en calculant l'ensemble des frais liés à l'achat (coûts des services achat, réception...). Par ailleurs, lorsqu'il s'agit d'un lancement en production, il faut calculer les frais administratifs et prendre en compte les frais de réglage.

I-3-3 Coût de possession

Un stock étant un investissement, sa détention implique un certain coût financier. Ce sont les coûts relatifs au fait de garder des articles en stock pendant un certain temps dans l'entreprise. Ces coûts, inhérents à l'existence même du stock, comprennent deux catégories bien distinctes : les charges financières et les frais de magasinage. Ils sont donc proportionnels aux volumes stockés. Pour le calcul de ceux-ci, on prend en compte les frais imputables aux locaux, au personnel, à l'équipement, aux assurances, à certains impôts, aux pertes et détériorations.

I-3-4 Coût de rupture

De manière générale, une rupture de stock entraîne une dégradation de l'image de marque de l'entreprise, et donc un risque de baisse du niveau des ventes futures. Deux cas sont à considérer, celui des ventes perdues et celui des ventes différées. Dans le cas des ventes perdues, le coût de rupture est d'abord celui d'une marge bénéficiaire perdue. Dans le cas des ventes différées, le coût de rupture est constitué exclusivement de pénalités. Par ailleurs, si la rupture intervient au cours du cycle de fabrication, le client interne (poste de charge aval) se trouvera en « chômage technique ». Les délais, les coûts de production, l'organisation tout entière de l'atelier en subiront des conséquences.

I-3-5 Coûts relatifs aux changements de capacité

Ces coûts sont induits par les heures supplémentaires, les embauches exceptionnelles d'intérimaires, des formations particulières, des équipes supplémentaires ou des licenciements. Parmi ces cinq sortes de coûts, certains sont antagonistes, comme par exemple les coûts d'acquisition et de possession. Pour une même demande, si on diminue la fréquence de commande, on augmentera les stocks détenus. Il est donc évident que là encore des compromis devront être faits. Il s'agit du calcul de la quantité économique d'approvisionnement.[2]

I-4 Types de gestion des stocks

Il existe différents types de gestion des stocks, dont voici les principaux :

- La gestion des stocks minimum : elle consiste à avoir en permanence un stock minimum de produits, afin d'éviter les ruptures de stock.
- La gestion des stocks maximum : elle consiste à définir un seuil maximum pour les stocks, afin de limiter les investissements dans les stocks.
- La gestion des stocks en flux tendu : elle consiste à approvisionner le stock juste avant que les produits ne soient nécessaires, afin de limiter les coûts de stockage.
- La gestion des stocks saisonniers : elle consiste à anticiper les variations de la demande liées aux saisons, et à ajuster les niveaux de stock en conséquence.
- La gestion des stocks par classement ABC : elle consiste à classer les produits selon leur importance et leur fréquence de vente, et à adapter les niveaux de stock en fonction.

- La gestion des stocks par consignation : elle consiste à stocker des produits appartenant à un fournisseur, qui reste propriétaire de ces produits jusqu'à leur vente.

Ces différents types de gestion des stocks peuvent être combinés pour répondre aux besoins spécifiques de chaque entreprise. [3]

I-5 Objectif de la gestion des stocks

La gestion d'un stock consiste à trouver le meilleur équilibre entre le coût des stocks et le taux de service. Les stocks peuvent entraîner une immobilisation financière et des coûts de possession élevés, mais ils sont nécessaires pour répondre aux demandes des clients. Augmenter le niveau de stock peut améliorer le taux de service, mais cela entraîne des coûts élevés.

À l'inverse, un niveau de stock trop bas peut dégrader le taux de service et impacter l'image de l'entreprise. Le gestionnaire doit donc trouver un compromis entre taux de service et niveau de stock et peut construire des stocks volontairement pour réaliser des économies d'échelle. [4]

I-6 Conclusion

De nos jours la problématique de gestion des stocks devient de plus en plus stratégique, une bonne gestion des stocks implique un processus adéquat de gestion du flux des biens dans un cycle continu de commandes, de stockage, de production, de vente et de biens de restockage.

Parmi les techniques de gestion des stocks, l'utilisation de l'analyse ABC, dont le but est d'analyser les stocks selon leurs (quantités / valeur), et de faire ensuite une classification qui ressortira les segments d'articles à forte et faible valeur. Cette technique fera l'objet du deuxième chapitre où on présentera en premier des généralités sur la maintenance et ses types, ensuite vient une section détaillée sur la matrice ABC/FMR utilisée pour notre cas d'étude ainsi que le diagramme cause-effet d'Ishikawa.

CHAPITRE II

Généralités sur la maintenance et méthodes d'analyse de la gestion des stocks

II-1 Introduction:

Dans ce chapitre on présente des généralités sur la maintenance et ses différentes formes, suivi d'un aperçu sur la loi de Pareto ou méthode ABC, on présentera par la suite la nouvelle méthode dite ABC/FMR, et on terminera par le diagramme d'Ishikawa (cause-effet).

II-2 La fonction maintenance :

La maintenance industrielle, dont la mission est d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Elle est étroitement liée au développement technologique continu, à l'émergence de nouveaux modes de gestion et à la nécessité de réduire les coûts de production, et elle est en constante évolution. Aujourd'hui, l'un de ses buts essentiels est d'améliorer la gestion des stocks, d'avoir une bonne gestion et de ne pas tomber dans Rupture de stock. [5]

II-2 Définition de la maintenance

La maintenance est définie selon la norme (norme NF EN 13306) comme étant « l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management, durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». [6]

II-3 Les formes de la maintenance :

La Figure II-1, représente les différentes formes de la maintenance, ces dernières seront expliquées dans les sections qui suivent.

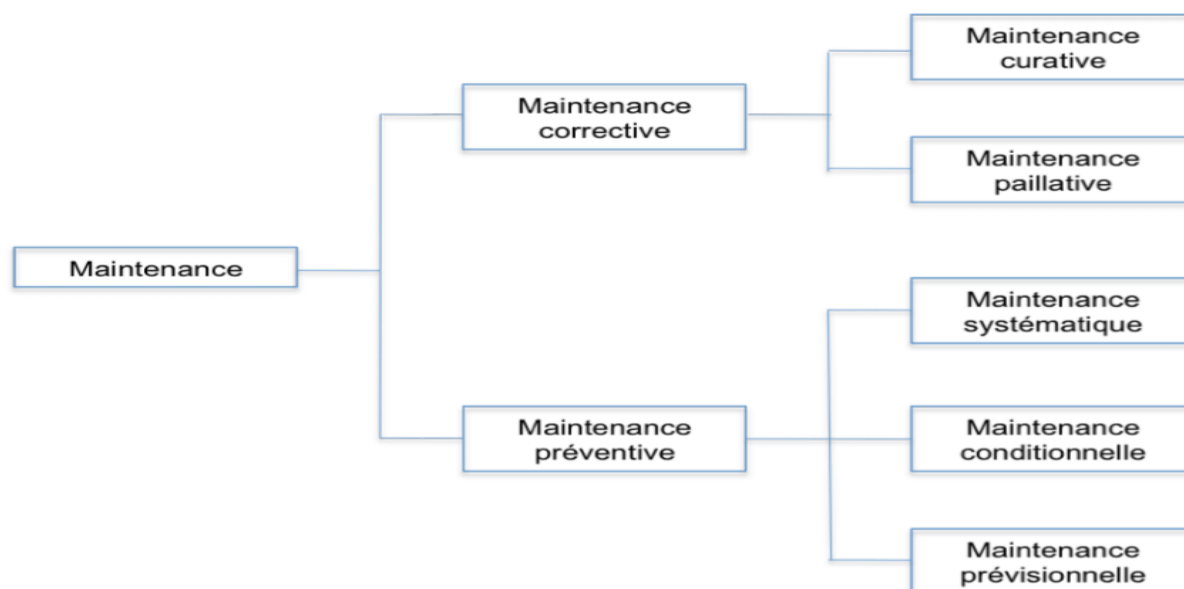


Figure II-2: Formes de la maintenance

II-3-1 Maintenance préventive :

La norme NF EN 13306 X 60-319 la définit comme étant la maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien. Une opération de maintenance préventive est donc une intervention prévue, préparée et programmée en fonction de différents paramètres en vue d'éviter l'apparition probable d'une défaillance identifiée.

On distingue la maintenance préventive systématique, la maintenance préventive conditionnelle, et la maintenance prévisionnelle. [7]

II-3-1-1 Maintenance systématique :

D'après la norme AFNOR X 60-010 ; la maintenance préventive systématique est une forme de maintenance dont « les activités correspondantes sont déclenchées selon un échancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unité d'usage » et aussi « les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leurs états de dégradation, et ce de façon périodique ».

II-3-1-2 Maintenance conditionnelle :

La norme AFNOR X 60-010 définit la maintenance conditionnelle ainsi : « les activités de maintenance conditionnelle sont déclenchées suivant des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service ».

II-3-1-3 Maintenance prévisionnelle :

Selon la Norme AFNOR X 60-000 la Maintenance prévisionnelle est la maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien permettant de retarder et de planifier les interventions. Elle est parfois improprement appelée maintenance prédictive. [8]

II-3-2 Maintenance corrective :

La norme (NFEN 13306) définit ainsi la maintenance corrective, comme étant la maintenance exécutée après détection d'une panne et est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. On distingue deux aspects : la maintenance curative et la maintenance palliative. [7]

II-3-2-1 Maintenance curative :

Répare les causes et conséquences de la panne. Contrairement à la maintenance palliative, il s'agit d'une action en profondeur qui agit sur le long terme, souvent en remplaçant la pièce défectueuse par une neuve. L'équipement reprend alors une production normale. [9]

II-3-2-2 Maintenance palliative :

D'après la norme (AFNOR) X 60-000, c'est l'Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment «dépannage». La maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives. [7]

II-4 Loi de Pareto et courbe ABC

II-4-1 Origine de la méthode :

Qui tire son nom de l'économiste italien Wilfred Pareto. Elle stipule que dans de nombreux phénomènes, une minorité (15 %, 20 %) de facteurs est responsable d'une grande majorité (85 %, 80 %) des résultats. Cette loi a été observée pour la première fois par Pareto dans la répartition de l'impôt foncier aux États-Unis. [10]

II-4-2 Description de la méthode ABC :

Pour faciliter l'étude d'un groupe d'éléments tels que des produits, des véhicules, des clients, des fournisseurs ... sur un critère bien déterminé comme les sorties, les coûts, les chiffres d'affaires ou les litiges ..., l'analyse ABC peut être un outil très utile et simple à appliquer.

Le principe de l'analyse ABC consiste à reclasser dans un tableau les éléments étudiés en 3 groupes distincts :

- Le groupe A : les éléments les plus importants (souvent environ 20 % du nombre total d'éléments),
- Le groupe B : les éléments de la classe « intermédiaire » (souvent entre 20 et 40 % du nombre total d'éléments),
- Le groupe C : reste des éléments étudiés.

Les informations données par le tableau permettent de reporter dans un repère orthonormé

- En abscisses, les éléments étudiés en % cumulés,
- En ordonnées, les valeurs du critère en % cumulés.

En reliant les points ainsi obtenus, une courbe ascendante doit apparaître sur laquelle il ne reste plus qu'à indiquer les limites des trois groupes, voir figure (II-1). [11]

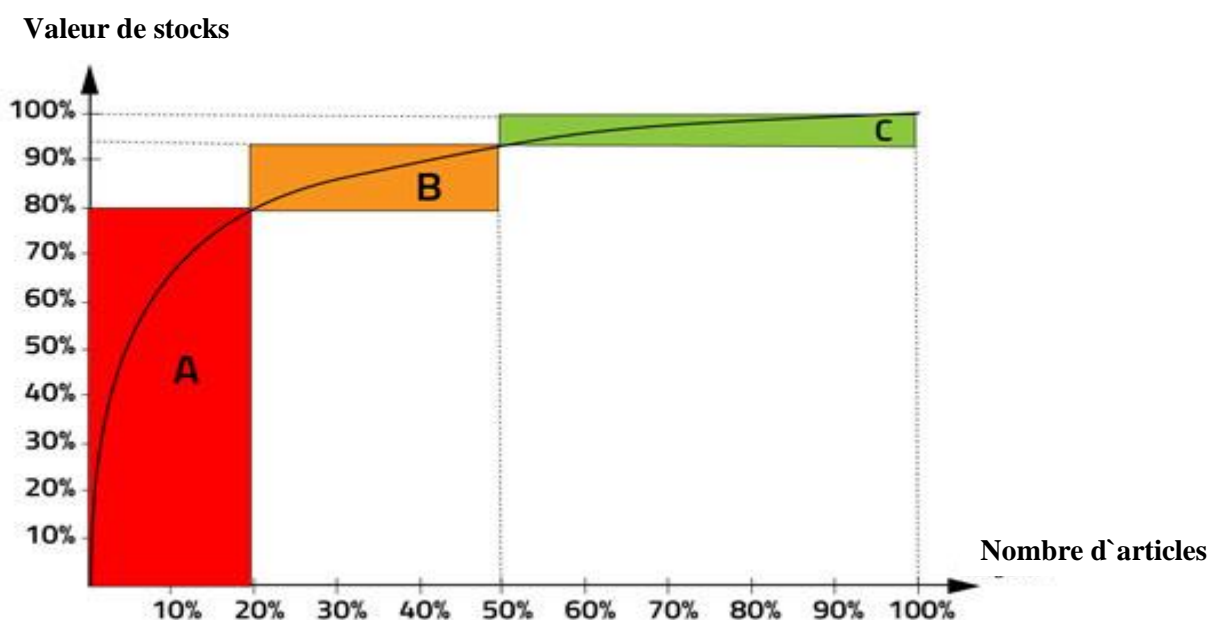


Figure II-1: Courbe de l'analyse ABC

II-4-3 étapes de la méthode ABC en gestion des stocks:

1. **Collecte des données** : Tout d'abord, il est nécessaire de collecter des données sur le chiffre d'affaires, les coûts, les quantités vendues, etc. pour chaque article de stock.

2. **Classement des articles** : Les articles sont ensuite classés en fonction de leur importance relative dans le chiffre d'affaires ou les coûts totaux de l'entreprise. Cela est généralement effectué en utilisant une analyse ABC qui divise les articles en trois groupes :
 - ✓ Groupe A : Les articles qui représentent environ 20% du nombre total d'articles, mais qui contribuent à environ 80% du chiffre d'affaires ou des coûts de l'entreprise.
 - ✓ Groupe B : Les articles qui représentent environ 30% du nombre total d'articles, mais qui contribuent à environ 15% du chiffre d'affaires ou des coûts de l'entreprise.
 - ✓ Groupe C : Les articles qui représentent environ 50% du nombre total d'articles, mais qui contribuent à environ 5% du chiffre d'affaires ou des coûts de l'entreprise.
3. **Gestion des stocks** : Les articles des groupes A, B et C sont gérés différemment en fonction de leur importance relative.
 - ✓ Les articles du groupe A sont généralement surveillés de près et font l'objet d'un suivi rigoureux pour éviter les ruptures de stock ou les surstocks coûteux.
 - ✓ Les articles du groupe B font l'objet d'un suivi régulier pour éviter les ruptures de stock, mais sont généralement gérés de manière moins stricte que les articles du groupe A.
 - ✓ Les articles du groupe C sont généralement gérés de manière plus souple et peuvent être commandés moins fréquemment.

En utilisant la méthode ABC, les entreprises peuvent concentrer leur attention sur les articles qui ont le plus grand impact sur leur chiffre d'affaires ou leurs coûts, et ainsi optimiser leur gestion des stocks pour maximiser leur rentabilité. [12]

II-4-4 Limites de la classification ABC

II-4-4-1 Ratio de discrimination

Le coefficient ou l'indice de Gini porte le nom du statisticien et démographe italien Corrado Gini (1884–1965). Cet indice ou ration de discrimination est un indicateur synthétique permettant de rendre compte du niveau d'inégalité pour une variable et sur une population donnée. Il sert à définir les classes à partir de la courbe obtenue avec la classification ABC

L'indice de Gini permet de déterminer, si le critère retenu pour faire une classification ABC est pertinent, et donc de savoir s'il faut poursuivre l'étude, ou s'il faut choisir un autre critère d'analyse.

II-4-4-2 Calcul de l'indice de GINI (γ)

L'indice de Gini est symbolisé par le signe γ (gamma), et Il varie entre 0 (égalité parfaite) et 1 (inégalité extrême). Entre 0 et 1, l'inégalité est d'autant plus forte que l'indice de Gini est élevé. Il doit être supérieur à 0.6 pour montrer que l'étude est intéressante. Il ne peut jamais être supérieur à 1. Il se calcule avec la formule suivante :

$$\gamma = (\text{somme des valeurs du critère cumulées en \%} \times \% \text{ d'une seule référence}) - 5000 / 5000$$

Les bornes de définition des classes des éléments sont fixées de manière arbitraire. Généralement, chaque tranche est un multiple de 10 et la somme est égale à 100. Les tranches de détermination des classes sont des triplets qui correspondent chacune à une zone définie par un faisceau de courbes :

Valeur du ratio de discrimination	Zone	A	B	C
$1 > RD \geq 0.90$	1	10	10	80
$0.90 > RD \geq 0.85$	2	10	20	70
$0.85 > RD \geq 0.75$	3	20	20	60
$0.75 > RD \geq 0.65$	4	20	30	50
$0.65 > RD$	5	Non interprétable		

Tableau.II.1: Répartition des classes en fonction de RD

II-5 La matrice ABC/FMR**II-5-1 Origine de La matrice ABC/FMR :**

La matrice ABC/FMR a été développée dans les années 1960 par H. Ford Dickie, un consultant en gestion industrielle chez McKinsey & Company. La méthode a été initialement conçue pour aider les entreprises à mieux gérer leur inventaire en identifiant les articles les plus importants et en accordant une attention particulière à leur gestion. Par la suite, la matrice ABC a été adaptée à d'autres domaines de gestion, tels que la gestion des clients, la gestion des coûts et la gestion des projets, pour identifier les éléments les plus importants qui nécessitent une attention particulière.

Aujourd'hui, la matrice ABC/FMR est largement utilisée dans les entreprises et les organisations pour hiérarchiser les problèmes et les priorités en fonction de leur importance et de leur impact. [13]

II-5-2 Description de La matrice ABC/FMR

Force est de constater qu'une simple segmentation par la classification ABC ne suffit plus aujourd'hui, et les enjeux de gestion des stocks deviennent de plus en plus stratégiques. En fait, le produit A représente une consommation (ou un chiffre d'affaires, selon les données utilisées pour réaliser l'ABC de Pareto) à haute valeur.

Cependant, aucune information ne nous dit si la grande quantité de données consommées est consommée plusieurs fois ou en une seule fois. En effet, on voit bien que la question de la fréquence de consommation est très importante pour construire une bonne stratégie de stockage. C'est pourquoi nous ajoutons un nouveau critère au segment ABC, qui est le segment FMR (produits que les clients commandent fréquemment, modérément ou rarement).

Ainsi, au lieu de diviser en 3 catégories, nous divisons en 9 catégories, correspondant aux différentes combinaisons possibles couvrant l'analyse de la consommation de valeur et l'analyse des quantités de ligne de commande.

Le tableau II-1 illustre un exemple de matrice ABC/FMR permettant de mettre en place ultérieurement une politique de stockage.

		80 % des lignes de commandes	15 % des lignes de commandes	5 % des lignes de commandes	Total	
		F	M	R		
80 % du CA	A	200	100	50	350	Nb de références
		5,0 %	2,5 %	1,3 %	8,8 %	% ref
		1,0	3,6			Couverture des stocks en mois
15 % du CA	B	350	200	100	650	Nb de références
		8,8 %	5,0 %	2,5 %	16,3 %	% ref
		2,2	3,4			Couverture des stocks en mois
5 % du CA	C	800	1 000	1 200	3 000	Nb de références
		20,0 %	25,0 %	33,3 %	75,0 %	% ref
		4,4	7,8	18,3		Couverture des stocks en mois
TOTAL	1,6 mois	1 350	1 300	1 350	4 000	

Tableau II-2: Exemple de matrice ABC/FMR

- Ainsi, les articles de catégorie F font partie de 20% des produits qui représentent 80% des lignes de commandes clients.
- La classe M représente 15% des lignes de commande.
- la classe R représente les 5% restants.

II-5-3 Analyse des résultats de l'analyse ABC/FMR:

La segmentation par la matrice ABC/FMR permet d'avoir les catégories suivantes :

II-5-3-1 Catégories AF/AM/BF/BM :

Pour ces 4 catégories, ils ont la même importance que la zone A dans la courbe ABC et ils présentent en plus une forte et moyenne consommation impliquant des coûts très élevés. Il serait judicieux donc d'employer une stratégie de gestion des stocks car les enjeux en termes de chiffre d'affaires sont importants.

II-5-3-2 Catégories AR et BR:

Ces catégories représentent d'une part l'importance d'être toujours dans la zone A, et B, mais en termes de consommation, elle est rare, dans ce cas on est en présence de consommation rare et coûteuse, il faudrait se baser sur la commande en cas de besoin (gros engagement financier pour les petites commandes), ce qui signifie qu'il ne faut pas garder pas les produits en stock, mais faire la commande selon les besoins.

II-5-3-3 Catégories CF et CM:

Ces catégories regroupent les articles d'une faible importance de la zone C, seulement en termes de consommation elle est forte et moyenne, on ne pas négliger cette zone, mais on peut envisager la gestion des stocks au cas par cas, puisque la fréquence des commandes est élevée même si le chiffre d'affaires qui en résulte n'est pas élevé.

II-5-3-4 Catégories CR:

Il s'agit dans ce cas d'articles à faible activité, rare consommation et pas d'importance élevée. Il s'agit généralement de produits en fin de vie qui doivent être remplacés entre-temps. Il est évident qu'il faut éviter de stocker, mais malheureusement, on se retrouve souvent avec un backlog. [14]

II-6 But de La matrice ABC/FMR :

Le but principal de la matrice ABC/FMR est d'aider les entreprises et les organisations à hiérarchiser les problèmes, les tâches, les produits ou les clients en fonction de leur importance et de leur impact. Une classe d'éléments en trois catégories (A, B et C), qui contribuent à l'objet global de l'entreprise, cette méthode pérennise les efforts et les ressources sur les éléments les plus importants et redouble les coûts associés à la gestion des éléments les moins importants.

La matrice ABC/FMR est donc un outil de gestion efficace pour optimiser les processus opérationnels, améliorer la qualité et la rentabilité, et accroître la satisfaction des clients.

II-7 Diagramme des causes et effets (Ishikawa)

II-7-1 Définition

Le diagramme de causes et effets, également connu sous le nom de diagramme en arête de poisson ou diagramme d'Ishikawa, qui est un outil d'analyse des causes racines utilisé pour identifier les facteurs qui contribuent à un effet ou un problème particulier. La méthode d'analyse utilise les "5M" (Main d'œuvre, Matériel, Matière, Méthodes, Milieu ou Maintenance ou Management ou Mercatique) pour mettre en évidence les liens de causalité entre les différents éléments. Le diagramme en arête de poisson est nommé d'après son inventeur, Kaoru Ishikawa. [15]

II-7-2 Méthodes pour étudier un problème

1. **Définir l'effet** : l'effet doit être formulé en termes simples, admis par l'ensemble des participants que veut-on améliorer, changer, modifier. La transformation doit être mesurable pour apprécier une modification de façon objective. L'effet doit constamment rester visible pour permettre de recentrer la démarche à tout moment.
2. **Identifier les causes** : c'est la période de recherche d'idées (brainstorming). L'important est de noter, sans classer, les idées venant de toute part. Tout doit être noté de façon visible pendant toute la séance.
3. **Les mots-clés** : l'émetteur de chaque phrase formulée, doit souligner le ou les mots-clés. Cet état fait souvent resurgir des idées nouvelles qui seront notées à la suite, elles seront traitées à la fin.
4. **Les principales familles** : pour favoriser la recherche, la méthode des 5M est couramment utilisée. Elle permet d'orienter la réflexion vers les 5 domaines, desquels sont généralement issues les causes.

Toute autre organisation mieux adaptée au problème peut, bien entendu, être utilisée.

Signification des 5M :

Machines : c'est tout ce qui nécessite un investissement, du matériel, des locaux, du gros outillage.

Main d'œuvre : c'est l'ensemble du personnel.

Méthodes : ce sont les gammes, les modes d'emploi, les notices, les instructions écrites ou non.

Matières : c'est tout ce qui est consommable (les matières premières, les fluides, les énergies).

Milieu : c'est l'environnement physique et humain. Les conditions de travail, l'ergonomie, les relations, les clients, problèmes de fournisseurs. [16]

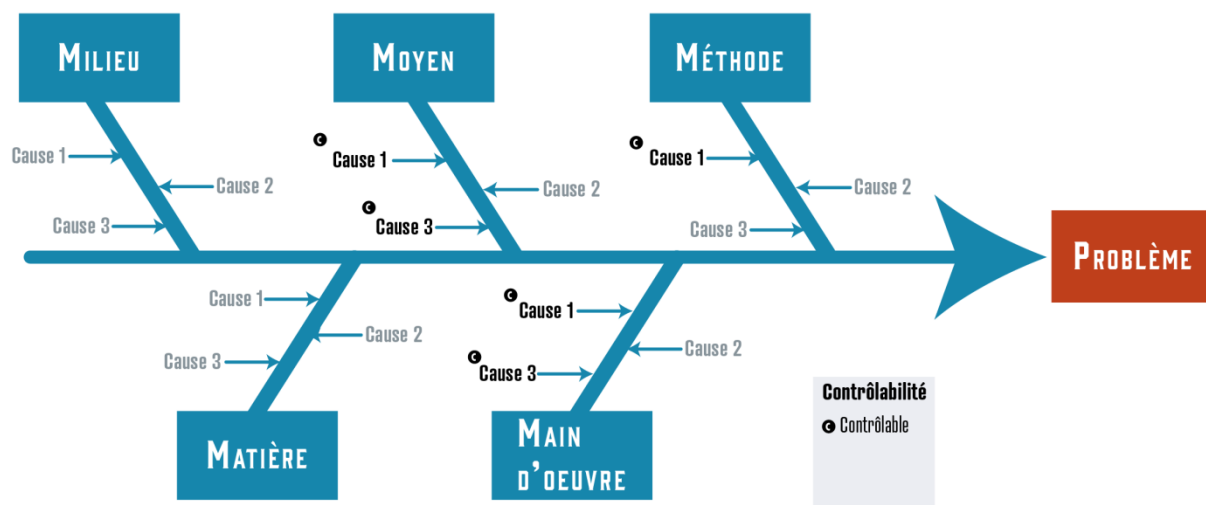


Figure II-2: Diagramme d'ISHIKAWA

II-8 Conclusion

Ce chapitre aborde généralement la maintenance, ainsi que les trois méthodes d'analyse importantes (ABC, matrice ABC/FMR et méthode Ishikawa) pour améliorer la gestion des stocks et leur mise en œuvre. Il met en évidence la nécessité de combiner la méthode ABC avec la méthode FMR pour obtenir de meilleurs résultats en termes d'abondance des pièces de rechange et de coûts de gestion des stocks.

Et cela sera observé dans le troisième chapitre lors de l'application de cet ensemble de méthodes d'analyse à deux types de Top Drive spécifiques de l'entreprise ENAFOR, et comment les relier pour parvenir à une gestion optimale des stocks.

CHAPITRE III

Analyse des stocks de pièces de rechange du TOP DRIVE

III-1 Introduction

L'entreprise ENAFOR est considérée comme l'une des principales institutions dans le domaine de la prospection pétrolière, grâce à sa possession des équipements les plus récents dans ce domaine pétrolier. Cependant, avec le temps et surtout en raison du travail intensif, des pannes se produisent dans ces équipements, ce qui nécessite l'intervention des travailleurs de maintenance.

Un système de collecte des données récent ERP (SAP) a été implémenté dans l'entreprise servant de collecter des milliers de données sur les défaillances enregistrées sur tous les sites de travail, et ce, pour tous les composants des plates-formes de forage. Ce système est d'une grande importance vu qu'il présente une base de données essentielle à toutes les études et analyses de l'entreprise. Une section sera dédiée à la présentation de ce système, où on donnera sa définition, et son principe de fonctionnement.

Nous présentons dans ce chapitre notre travail qui se base sur le stage pratique effectué à ENAFOR, où on a pu collecter à travers le système de gestion ERP (SAP) toutes les données de l'historique des pannes de tous les équipements de forage pendant les cinq dernières années, ainsi que les quantités de pièces de Rechange dédiées aux travaux de maintenance, et leurs coûts correspondants. On a fait ensuite une longue démarche de choix et d'analyse en effectuant plusieurs calculs et tracé de graphes, ce qui nous a permis de faire un choix de l'équipement à étudier, et d'appliquer par la suite la méthode de Pareto suivie de la matrice ABC/FMR, et le diagramme d'Ishikawa. Nos résultats seront présentés dans les sections qui suivent avec les interprétations correspondantes.

III-2 Système de collecte des données ERP(SAP)

Depuis Novembre 2005, ENAFOR a mis en exploitation un système ERP (Entreprise Ressources Planning ou, PGI : Progiciel de Gestion Intégrée), ou en anglais SAP (Systems Applications and Productions for data processing).

L'ERP (SAP), est un progiciel gérant les flux internes de l'entreprise autour d'un élément central qui est une base de données. Par conséquent une solution ERP, se définit comme un progiciel de gestion qui peut être appliqué aux différents domaines de l'entreprise. C'est

pourquoi il existe différents modules ERP dits « solutions ERP », orientés logistique (MM, PS, PM), Finances (FI, CO, SD) et ressources humaines (RH), comme représenté sur la Figure (III-1).

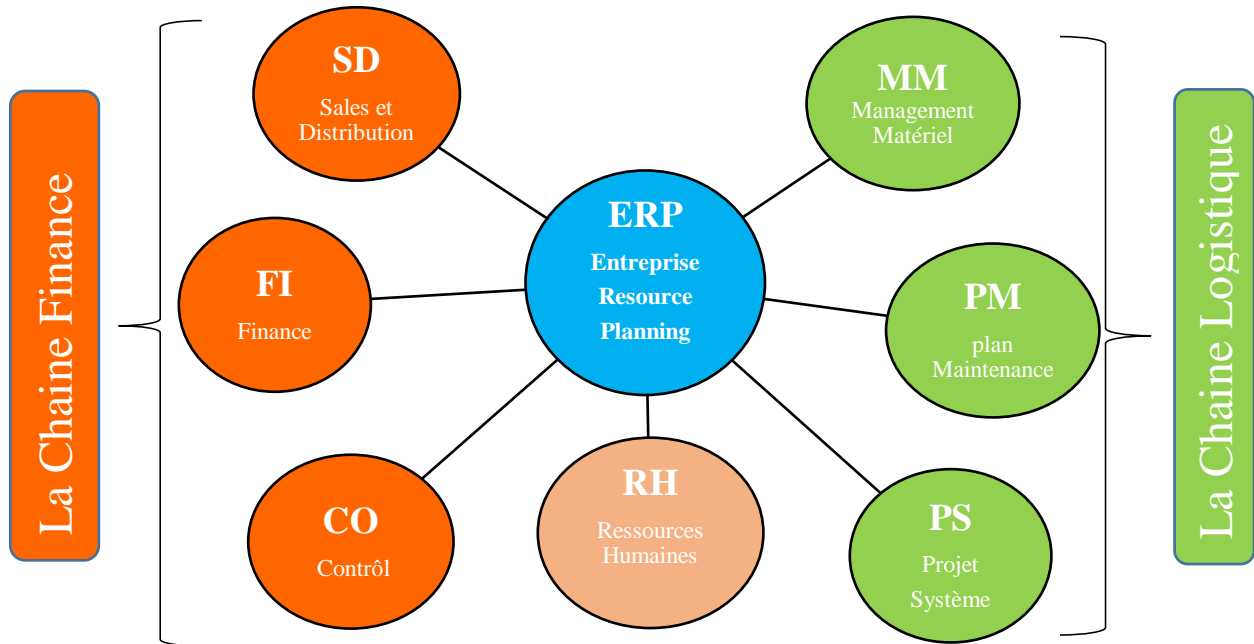


Figure III-1:Schéma représentatif du système ERP/SAP

Plusieurs de ces solutions ou modules de ERP, ont été installés à ENAFOR et notamment celui du module logistique MM (Material Management).

Il gère les achats d'articles et les stocks d'articles (les mouvements des stocks : entrées et sorties, le transfert des stocks).

En résumé le module MM (Material Management), concerne la gestion des articles d'un point de vue achats et gestion des stocks.

On trouve les notions suivantes intégrées dans le module MM :

1. le calcul des besoins, des réapprovisionnements,
2. la gestion des achats (contrats, demandes d'achats, etc),
3. Le mouvement des factures,
4. La gestion des stocks (entrée, sortie, transfert des stocks),
5. La gestion des emplacements magasin,
6. L'inventaire.

III-3 Collecte des données

Afin de réaliser une étude d'analyse pratique, l'entreprise nationale de forage ENAFOR, était le lieu de notre stage pratique de 15 jours, durant cette période on a pu voir de près l'appareil de forage, et les équipements qui le constituent.

La problématique posée était de voir les causes des ruptures de stocks en pièces de rechange PDR dédiées à la maintenance enregistrées au niveau des équipements de forage, à savoir la pompe à boue, le treuil de forage et le top drive.

A travers le système ERP/SAP, on a pu collecter en première étape les données concernant les temps d'arrêts en heures causés par les pannes des trois équipements (treuil de forage, pompe à boue, et top drive), tout le long des années (2019-2020-2021-2022), ceci dans le but de choisir l'équipement le plus pénalisant.

Une fois l'équipement est choisi, et dans le but d'appliquer la loi de Pareto, la deuxième étape était de collecter les données concernant les pièces de rechange utilisées pour les interventions de maintenance, en quantité et en valeur (Dinard algérien), et ceci pour toutes les marques présentes sur les chantiers de l'entreprise.

Un travail minutieux a été fait pour pouvoir faire un choix adéquat concernant les marques à étudier, pour cela des histogrammes ont été élaborés et un traitement des données a été effectué pour permettre l'analyse par la nouvelle méthode appelée matrice ABC/FMR.

III-4 Choix de l'équipement à étudier

Le traitement des données collectées était difficile et nécessitait beaucoup de temps, ainsi qu'une précieuse aide des employés de l'ENAFOR, afin que nous puissions mener toutes les

études nécessaires sur la gestion des stocks, en raison de la quantité énorme de données concernant les pièces de rechange des équipements pétroliers.

La Figure (III-2), représente un histogramme illustrant les temps d'arrêts en heures causés par les pannes des trois équipements (treuil de forage, pompe à boue, et top drive), tout le long des années (2019-2020-2021-2022) .

Nous avons décidé, comme il est clair sur l'histogramme, de consacrer notre étude à l'équipement TOP Drive. Cela est dû au fait que cet équipement est classé parmi tous les équipements de forage comme étant la principale cause d'arrêt de travail (temps non productif), ce qui a entraîné d'importantes pertes financières au cours des dernières années (2018, 2019, 2020, 2021, 2022 et 2023).

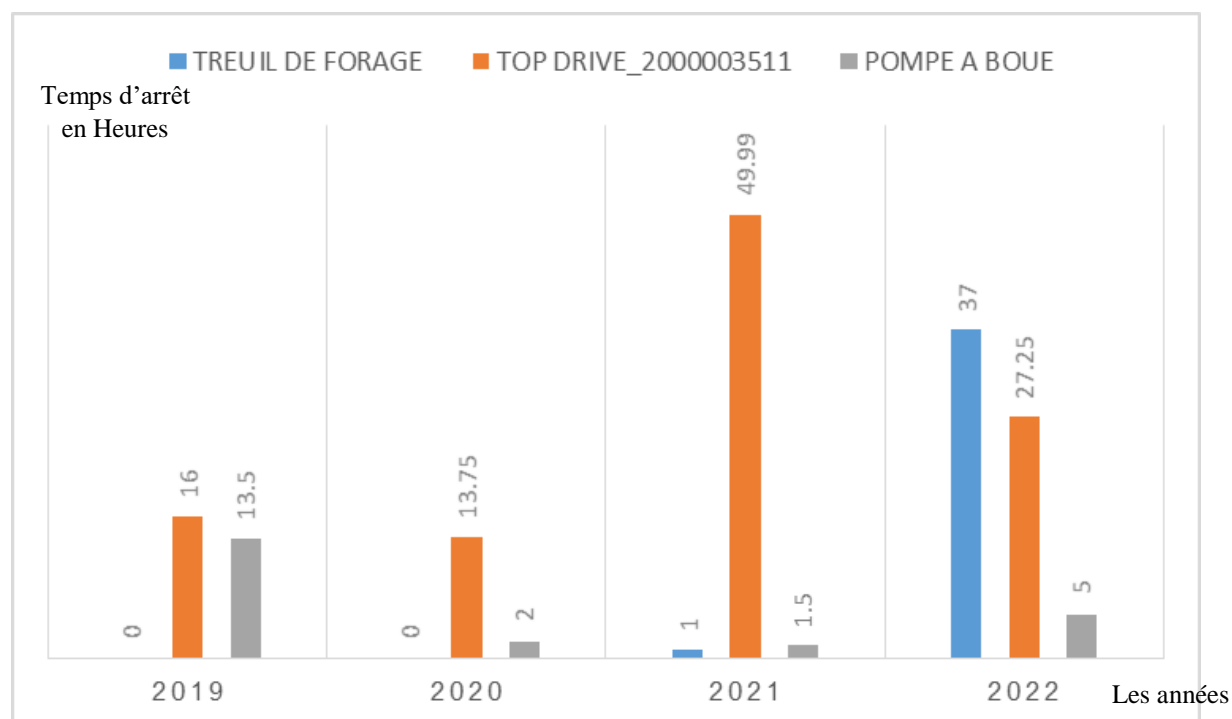


Figure III-2: les temps d'arrêts en heures causés par les pannes des trois équipements (treuil de forage, pompe à boue, et top drive), tout le long des années (2019-2020-2021-2022).

III-4-1 évolution des stocks en pièces de rechange 2018-2023 de toutes les marques de l'équipement Top drive

Démarche : On présente dans cette section, la démarche suivie pour le choix du Top drive à étudier. Un diagramme est tracé sous forme d'histogrammes montrés sur les figures (III-3) et (III-4), regroupant toutes les marques du Top drive présentes dans l'entreprise à savoir :

- Canrig Top Drive Type 8035e.
- Bentec Top Drive Td-500-Ht.
- National Oilwell Varco Top Drive Tds 11-Sh (Drillmec Rig).
- Enafor Top Drive Standard Parts
- Canrig Top Drive 8050ac-712
- Blak Jak For Top Drive & Swivel
- Gds International Gdm-500 Ton Top Drive Drilling System
- Tesco 500 Esi 1000 Portable A/C Top Drive
- Hpu Tds 8sa Nov Drillmec 3000hp
- National Oilwell Varco Top Drive Tds-8sa (Drillmec Rig)

La quantité de données concernant cet équipement, est très importante, on a commencé par calculer la somme des quantités de toutes les Pièces de Rechange entrées en magasin, sorties du magasin pour maintenance, et stagnant dans le magasin, le même calcul a été refait mais en considérant cette fois ci le coût ou le prix unitaire de chaque pièce au lieu des quantités. Ce travail a été répété pour chaque marque, 5 fois pour les 5 années de l'étude.

Le résultat a été reporté sur les figures III-3, et III-4 sous formes d'histogrammes, et on a représenté par la suite, une droite qui correspond à l'allure moyenne de l'évolution sur les 5 années.

Les Figures III-3, et III-4 représentent donc l'évolution des stocks (entrées et sorties) le long des années de 2018 jusqu'à 2023, respectivement en quantité et en valeur (Dinard algérien), et ceci pour toutes les marques citées ci-dessus.

Interprétation : D'après les résultats de la figure III-3, on voit que l'allure générale des quantités entrées des PDR va en diminuant au cours des années, seulement pour l'année 2019 par

exemple les quantités entrées dépassent de beaucoup celles sorties, cela entrainera un stock dormant. L'exemple de l'année 2022 montre le contraire, on a de très faibles quantités d'entrée de PDR alors que les sorties de la même année sont importantes, ceci peut causer une rupture de stock. Les quantités sorties de PDR pour toutes les années ont une allure presque fixe, ce qui s'explique par la consommation régulière de pièces dédiées aux travaux de maintenance. Ce qui est remarquable aussi et nécessite une explication se sont les quantités présentes en stock et qui ne subissent pas de mouvement ni d'entrée ni de sortie, leur quantité en moyenne des années d'étude est en augmentation, cela cause un stock stagnant et par conséquent des pertes financières énormes comme est représenté sur la figure III-4.

Choix : Dans le but d'une meilleure compréhension, et d'en obtenir des résultats permettant de mettre en évidence l'augmentation des pannes et de leurs coûts, notamment du côté des pièces de rechange, le choix des marques à étudier n'était pas facile. On est arrivé à trouver deux marques présentant des évolutions en stocks intéressantes à étudier, les deux marques sont :

Canrig Top Drive Type 8035, et Bentec Top Drive Td-500-Ht Et. Dans les sections suivantes, seront présentées les évolutions des stocks en quantité et en valeur respectivement pour ces deux marques choisies.

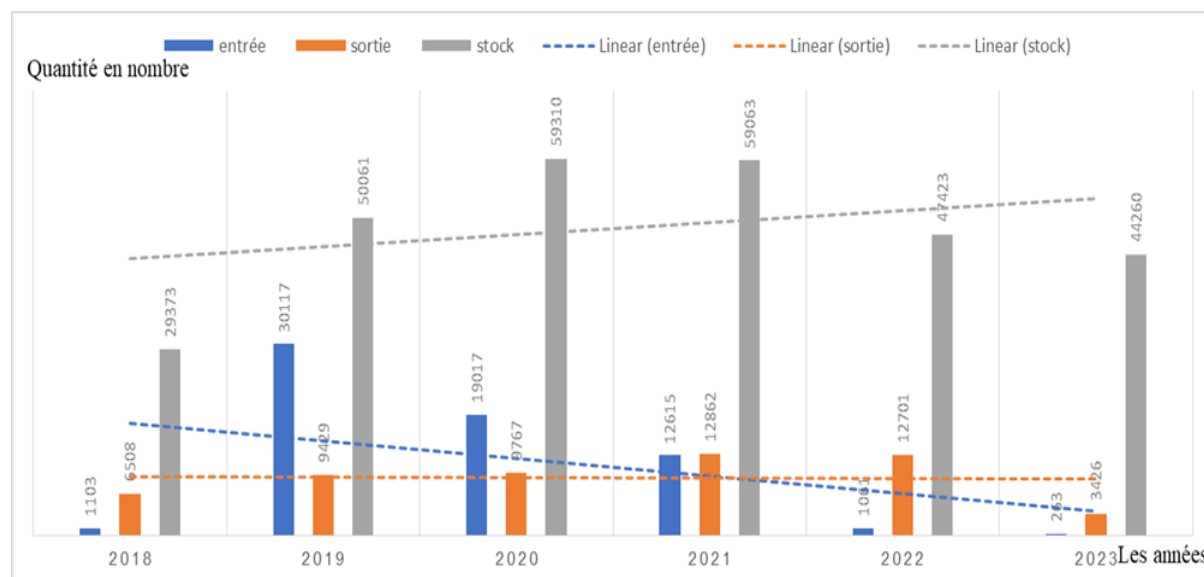


Figure III-3 : Évolution des stocks en PdR, en quantité pour la durée 2018-2023 (toutes les marques du Top drive)

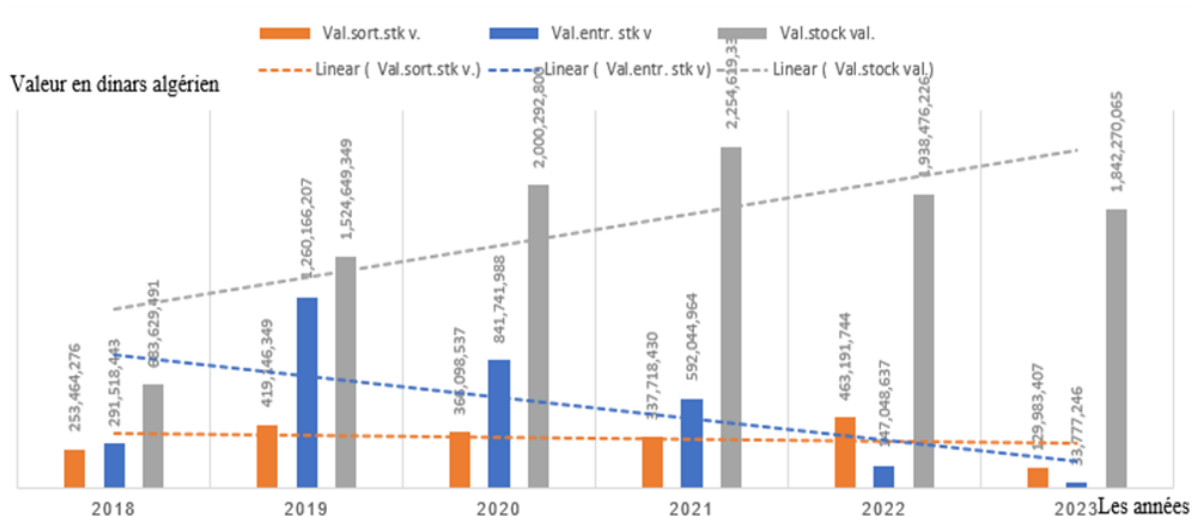


Figure III-4: Évolution des stocks en PDR, en valeur (Dinars) pour la durée 2018-2023 (toutes les marques du Top drive)

III-4-2 évolution des stocks en PDR 2018-2023 pour le top drive Canrig Top Drive Type 8035e

Les Figures III-5, et III-6 représentent l'évolution des stocks (entrées et sortie) le long des années de 2018 jusqu'à 2023, respectivement en quantité et en valeur (Dinard algérien), et ceci pour la marque Canrig Top Drive Type 8035e du top drive.

Nous constatons que les quantités d'entrée liées à la PDR pour la première marque (Canrig Top Drive Type 8035e), comme illustrée dans la Figure III-5, sont quasiment inexistantes au fil des années. En revanche, les quantités de sortie sont très élevées et dépassent largement les quantités d'entrée, l'allure générale est en baisse au fil des années, ce qui entraîne une probabilité très élevée d'épuisement du stock.

Nous remarquons aussi une diminution importante des quantités de sortie après avoir été très élevées en 2018 et 2019, jusqu'à l'inexistence en 2023. De plus, il y a une diminution considérable des quantités de stock, voire une absence totale en 2023. En effet, avec la baisse des quantités de PDR pour cette marque, tant en termes d'entrée que de sortie, et l'épuisement du stock, il y a également une diminution des coûts liés à cet équipement, jusqu'à son absence totale, comme indiqué dans la Figure III-6. Cela soulève plusieurs questions sur cette diminution

soudaine et importante en termes de quantité et de valeur du stock, et on essaiera d'en déceler les causes ou de mieux comprendre les conditions qui ont mené à cette situation.

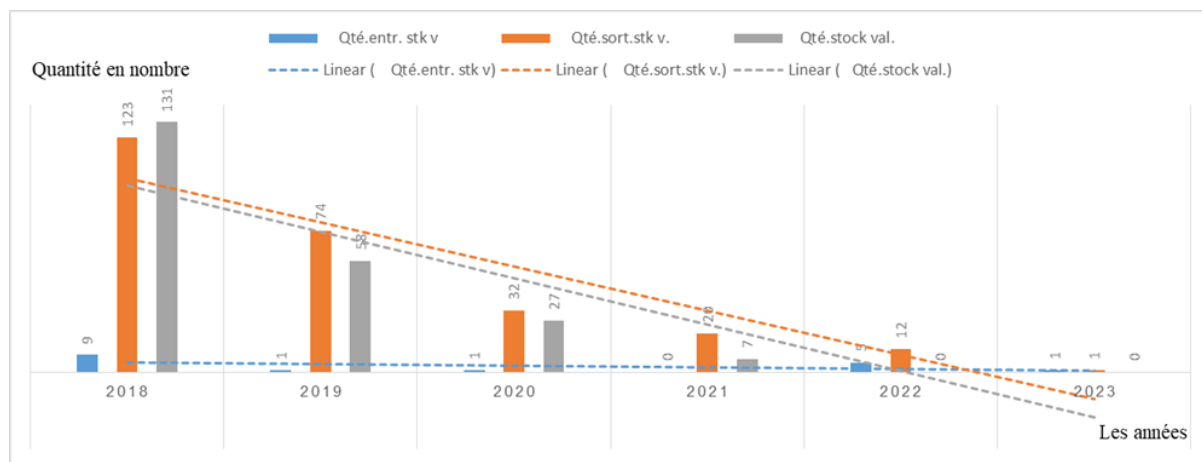


Figure III-5 : Évolution des stocks en PdR, en quantité, pour la durée 2018-2023, Marque : Canrig Top Drive Type 8035e, en quantité

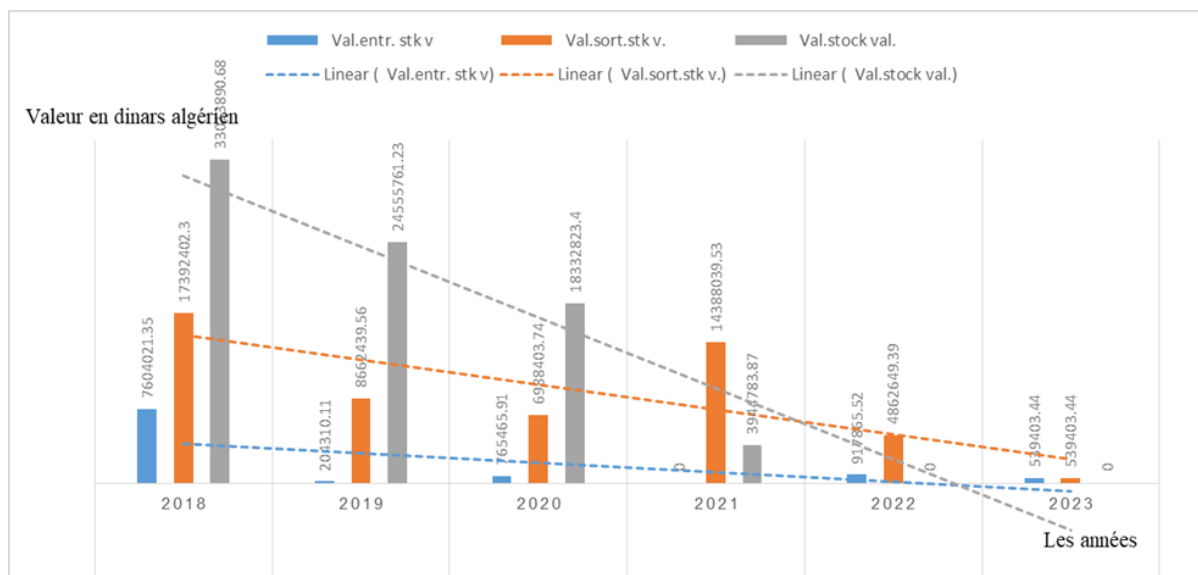


Figure III-6: Évolution des stocks en PDR, en valeur (Dinars) pour la durée 2018-2023, Marque : Canrig Top Drive Type 8035, en valeur

Nous avons pu utiliser et traiter les données historiques, qui comprennent les dates d'entrée et de sortie des pièces de rechange, ainsi que le coût de chaque pièce individuellement, afin de

mener toutes les études nécessaires et d'appliquer des méthodes spécifiques de gestion des stocks à ce type d'équipement.

Nous constatons que l'inventaire diminue chaque année, ce qui nécessite une gestion des stocks et l'utilisation de la loi de Pareto.

III-4-3 évolution des stocks en PDR 2018-2023 pour le top drive: Bentec Top Drive Td-500-Ht

Les Figures III-7, et III-8 représentent l'évolution des stocks (entrées et sortie) le long des années de 2018 jusqu'à 2023, respectivement en quantité et en valeur (Dinard algérien), et ceci pour la marque Bentec Top Drive Td-500-Ht du top drive.

Nous remarquons que la tendance générale des quantités d'entrée liées à la PDR pour la marque spécifique (Bentec Top Drive Td-500-Ht), comme illustrée dans la Figure III-7, diminue au fil des années. Par exemple, en 2019 et 2020, les quantités d'entrée dépassent largement les quantités de sortie, ce qui entraîne l'accumulation d'un stock inactif. En revanche, en 2022 et 2023, les quantités de sortie dépassent largement les quantités d'entrée, ce qui indique une possibilité d'épuisement du stock.

Nous constatons que les quantités de sortie sont relativement stables d'une année à l'autre, ce qui nécessite une consommation régulière de PDR pour l'équipement dédié à la maintenance. Cependant, ce qui attire toujours l'attention et nécessite une explication, c'est qu'en dépit de la consommation et de l'entrée de quantités de PDR, on observe une augmentation significative des quantités de stock, ce qui entraîne d'importantes pertes financières pour cette marque spécifique (Bentec Top Drive Td-500-Ht), comme indiqué sur la Figure III-8, chose qu'on essayera de comprendre en utilisant le diagramme cause-effet par la suite.

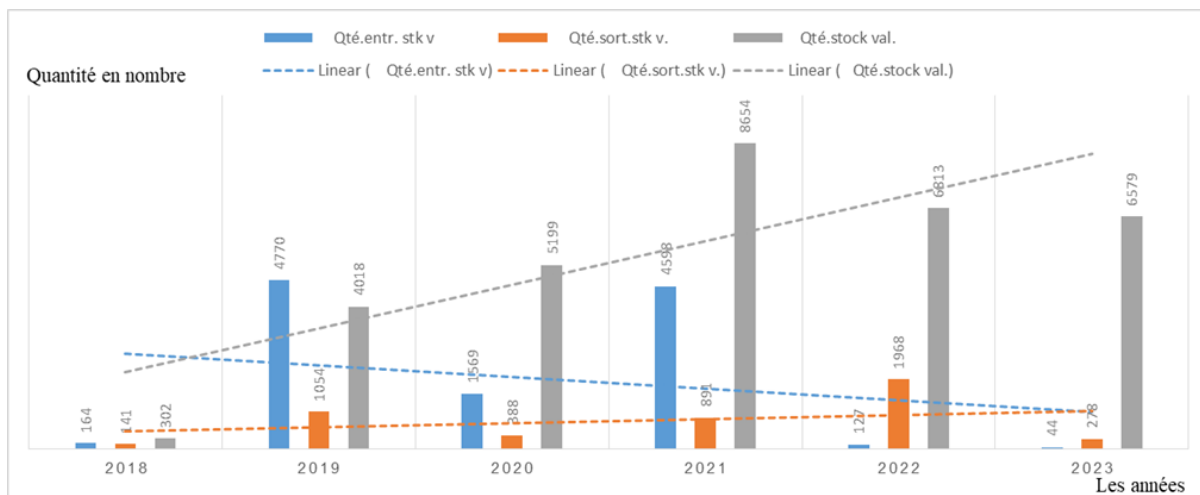


Figure III-7: Évolution des stocks en PdR en quantité, pour la durée 2018-2023, Marque Bentec Top Drive Td-500-Ht.

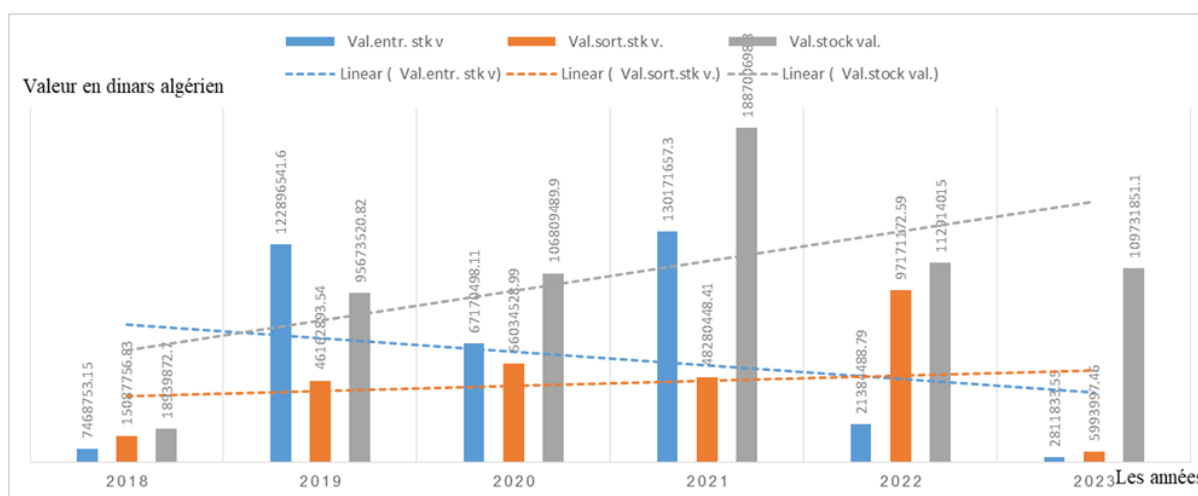


Figure III-8: Évolution des stocks en PDR en valeur (Dinars), pour la durée 2018-2023, Marque Bentec Top Drive Td-500-Ht, en valeur

Récapitulatif : Après avoir suivi les évolutions des stocks des deux marques du Top drive, l'étude doit s'approfondir, dans le but de mieux comprendre les incohérences observées, et pour cela on va appliquer la loi de Pareto, suivie par la segmentation FMR.

III-5 Application de la matrice ABC/FMR :

III-5-1 Méthode ABC (loi de Pareto) pour la marque Canrig Top Drive Type 8035

Dans cette section, on va appliquer la méthode ABC, pour la première marque du Top drive, à savoir « Canrig Top Drive Type 8035 », l'analyse se fait en se basant sur les données d'historique des pièces de rechange PDR du système ERP/SAP.

Les données comportent les quantités de pièces de rechange entrées en stock comme approvisionnement et sorties du stock dédiées aux travaux de maintenance préventive et corrective, ainsi que les coûts unitaires correspondants en Dinars Algérien, et ceci pour une durée de 5 ans (2018-2023).

Le traitement des données a permis de classer les éléments d'après la segmentation ABC, et de dresser un tableau qui est présenté en Annexes A, vu le grand nombre d'articles étudiés.

Les informations du tableau de l'annexe A, ont permis de tracer la courbe de la Figure III-9, comme suit :

En abscisses, les éléments étudiés en % cumulés,

En ordonnées, les valeurs des stocks ou les coûts correspondant en % cumulés.

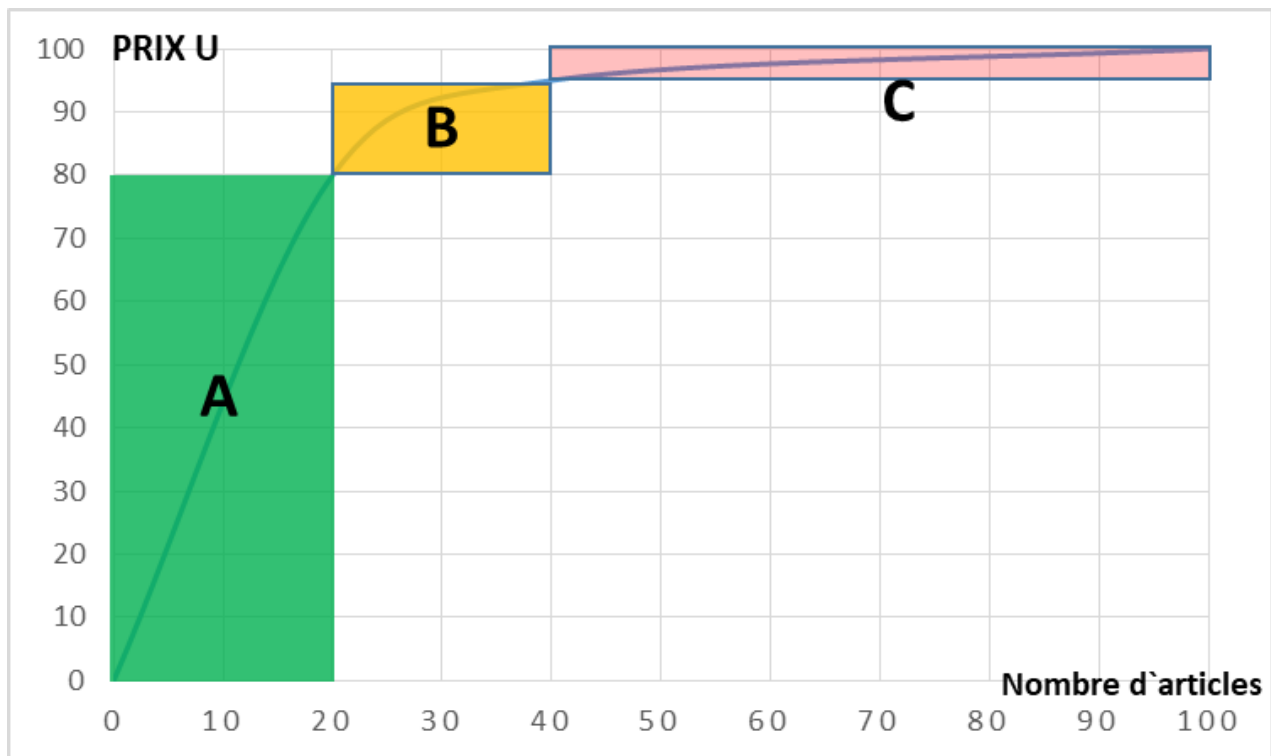


Figure III-9: Courbe ABC pour Canrig Top Drive Type 8035

Avant de faire une interprétation de la courbe, il est judicieux de calculer l'indice de discrimination ou bien l'indice de Gini, qui permet de déterminer, avec l'aide du graphique, si le critère retenu est pertinent, et donc de savoir s'il faut poursuivre l'étude, ou s'il faut choisir un autre critère d'analyse.

L'indice est symbolisé par le signe γ (gamma). Il doit être supérieur à 0.6 pour montrer que l'étude est intéressante.

III-5-1-1 Application au Top drive Canrig Top Drive Type 8035:

A partir de l'Annexe B, on calcule l'indice γ par la formule

$$\gamma = ((\text{somme des valeurs du critère cumulés en } \%) \cdot (\% \text{ d'une seule référence}) - 5000) / 5000$$

L'application donne $\gamma = 0.79$

De la même manière on détermine γ graphiquement comme suit :

$$\gamma = AC/AB = 0.76$$

Lors du calcul de l'indice de Gini (γ) pour la marque Canrig, on a obtenu, par calcul, que $\gamma = 0,79$. En revanche, graphiquement, $\gamma = 0,76$. Remarquez que les deux valeurs sont comprises dans l'intervalle $0.85 > \gamma \geq 0.75$, en se basant sur le tableau II.1. Ainsi, la courbe ABC a été divisée comme suit : 20 20 60.

- La première partie (la zone A) du segment représente 20% de total des éléments.
- La deuxième partie (la zone B) du segment représente également 20% de total des éléments.
- La troisième partie (la zone C) du segment représente 60% de total des éléments.

III-5-1-2 Interprétation de la courbe :

Le stock a été divisé selon le principe ABC, comme indiqué dans la Figure III-9 pour la marque (Canrig Top Drive Type 8035). Les éléments suivants ont été identifiés :

Groupe A : Cette catégorie compte 20% du total des éléments en stock, elle se compose des éléments vitaux et critiques et qui contribuent à environ 80 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments sont d'une importance capitale pour la continuité des opérations et la réalisation des profits.

Groupe B: Il se compose des éléments d'importance moyenne, représentant 20% du total des éléments en stock et contribuant à environ 15 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments ne sont pas nécessairement vitaux comme ceux du groupe A, mais ils jouent toujours un rôle important dans les opérations et les revenus.

Groupe C: Il se compose des éléments d'importance faible, représentant 60 % du total des éléments en stock et contribuant à environ 5 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments ne sont pas essentiels aux opérations et sont souvent des alternatives ou des compléments aux autres éléments.

III-5-2 Méthode ABC (loi de Pareto) pour la marque Bentec Top Drive Td-500-Ht

De la même manière on suit les étapes précédentes pour tracer la courbe ABC, dédiée à la marque Bentec Top Drive Td-500-Ht, un schéma représentatif est illustré sur la figure III-10. Les données qui ont permis de classer les éléments d'après la segmentation ABC, sont dressées dans un tableau qui est présenté en Annexes B.

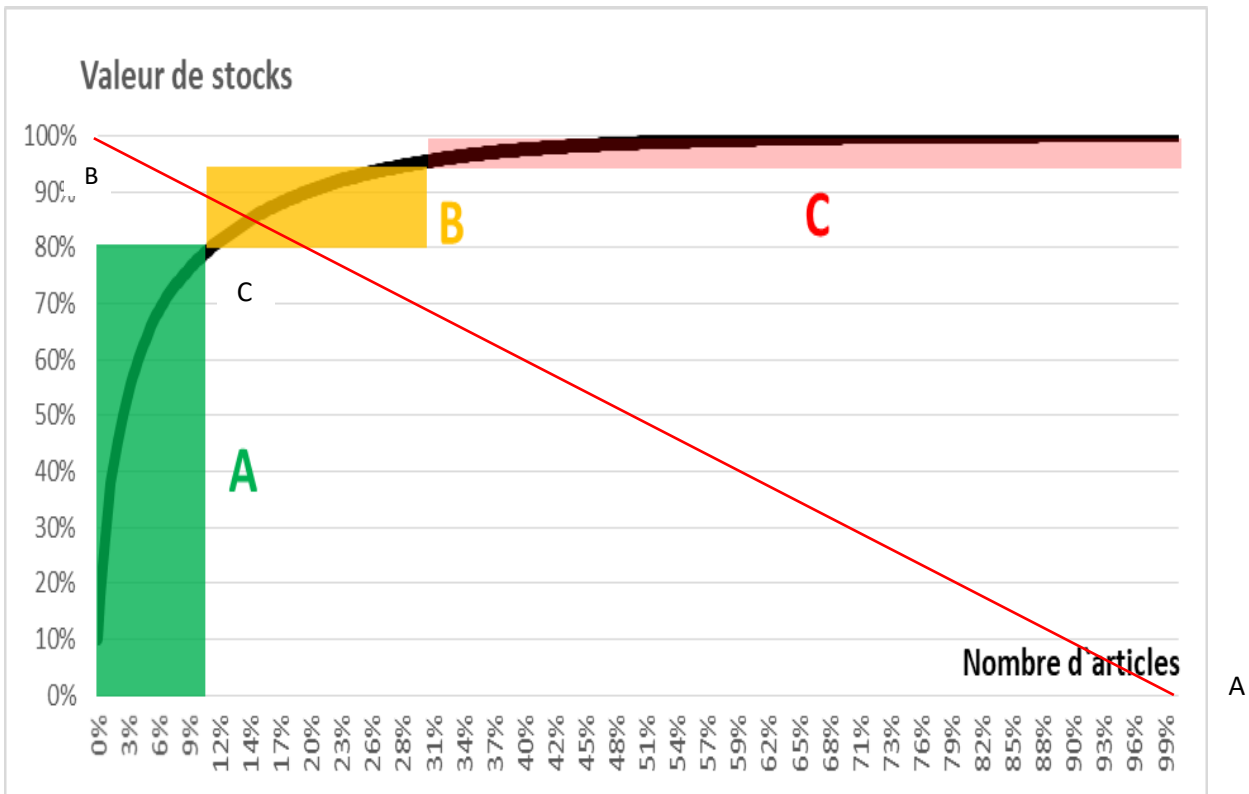


Figure III-10: Courbe ABC pour Bentec Top Drive Td-500-Ht

L'indice de Gini, a été calculé pour cette marque de la même manière que pour la marque Canrig, et à partir de l'Annexe C, on calcule l'indice γ par la formule

$$\gamma = ((\text{somme des valeurs du critère cumulés en } \%) \cdot (\% \text{ d'une seule référence}) - 5000) / 5000$$

L'application donne $\gamma = 0.83$

$$\gamma = AC/AB = 0,85$$

Lors du calcul de l'indice de Gini (γ) pour la marque Bentec, on a obtenu, par calcul, que $\gamma = 0.83$. En revanche, graphiquement, $\gamma = 0,85$. Remarquez que les deux valeurs sont comprises dans l'intervalle $0.90 > \gamma \geq 0.85$, en se basant sur le tableau II.1. Ainsi, la courbe ABC a été divisée comme suit : 10 20 70.

- La première partie (la zone A) du segment représente 10% de total des éléments.
- La deuxième partie (la zone B) du segment représente également 20% de total des éléments.
- La troisième partie (la zone C) du segment représente 70% de total des éléments.

III-5-2-1 Interprétation de la courbe :

La division du stock selon le Principe ABC est un concept de gestion appliqué dans de nombreux domaines, y compris la gestion des pièces de rechange. Selon ce principe, les articles du stock sont classés en trois catégories différentes en fonction de leur importance et de leur valeur relative. Dans la figure III-10, spécifique à la marque (Bentec Top Drive Td-500-Ht), les éléments suivants ont été identifiés:

Groupe A : Il se compose des éléments vitaux et critiques qui représentent 10 % du total des éléments en stock et contribuent à environ 80 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments sont d'une importance capitale pour la continuité des opérations et la réalisation des profits.

Groupe B: Il se compose des éléments d'importance moyenne, représentant 20 % du total des éléments en stock et contribuant à environ 15 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments ne sont pas nécessairement vitaux comme ceux du groupe A, mais ils jouent toujours un rôle important dans les opérations et les revenus.

Groupe C: Il se compose des éléments d'importance faible, représentant 70 % du total des éléments en stock et contribuant à environ 5 % de la valeur total ou des revenus. Ces éléments ne sont pas essentiels aux opérations et sont souvent des alternatives ou des compléments aux autres éléments.

III-5-3 Récapitulatif :

Une fois la méthode ABC effectuée pour les deux marques de Top drive, on tire les conclusions suivantes :

- Comme première remarque, on peut dire que cette analyse nous a permis de voir que malgré qu'on étudie le même équipement et qui est le Top drive, les résultats diffèrent d'une marque à l'autre, ce qui mène à donner plus d'importance en gestion des stocks, aux marques les plus pénalisantes du point de vue coût ou valeur.

- L'analyse ABC a permis de connaître les pièces de rechange les plus coûteuses, celles de la classe A, ce qui est normalement un critère indispensable pour une bonne gestion de

l'approvisionnement, seulement on n'a pas l'information sur les quantités ou besoins en consommation.

- Donner une importance identique à tous les articles de la classe A, quelque soit la fréquence de leur consommation, pourra aboutir à un surplus de quantités stockées non utilisées en magasin et augmenter ainsi les coûts des stocks dormant.

De ce fait, on peut dire qu'une analyse plus avancée est nécessaire, c'est la segmentation selon la matrice FMR, qui va diviser les articles de chaque groupe en trois catégories, forte, moyenne et rare consommation, et cela va permettre de connaître les articles qui devront être pris en considération et d'avoir plus d'intérêt pour déceler les articles les plus pénalisants.

III-5-4 La matrice ABC/FMR :

Force est de constater que la segmentation simple suivant la catégorisation ABC n'est plus suffisante aujourd'hui, alors que la problématique de gestion des stocks devient de plus en plus stratégique.

En effet, le produit A présente une grande valeur des stocks en Dinars, cependant rien ne nous indique si les pièces consommées l'ont été en plusieurs fois ou en une seule fois. En effet, nous voyons bien que la problématique de fréquence de consommation est très importante pour bâtir de bonnes stratégies de stockage. C'est pourquoi un nouveau critère est ajouté à la segmentation ABC, il s'agit de la segmentation FMR (produits fréquemment consommés par les clients internes, moyennement consommés ou encore rarement consommés).

Donc, tout d'abord, les catégories A.B.C sont conservées telles quelles, car chaque catégorie a ses propres pièces de rechange. Ainsi, les pièces de rechange sont triées de manière décroissante pour chaque catégorie en ce qui concerne les quantités consommées sur une période de 5 ans, et non en fonction du coût, comme c'est le cas dans l'analyse de Pareto.

Après le tri, le cumul est calculé pour chaque catégorie en fixant la valeur de la plus grande quantité de consommation de pièces de rechange dans la première case, puis en ajoutant cette valeur à la deuxième valeur de consommation dans la deuxième case, et ainsi de suite, jusqu'à obtenir le total cumulé dans la dernière case. Cela nous aide à calculer le pourcentage de chaque élément (pièce de rechange) grâce au calcul de l'accumulation.

Nous aboutissons donc à une segmentation non plus en 3 catégories mais en 9 correspondants aux différentes combinaisons possibles croisant l'analyse en nombre de lignes de commandes.

III-5-5 Classement combiné valeur stocks /Fréquence de consommation

Les tableaux III-1, III-2 représentent respectivement les résultats de la matrice ABC/FMR et ceci pour les marques : **Canrig Top Drive Type 8035**, et **Bentec Top Drive Td-500-Ht**. Les données utilisées pour la segmentation FMR sont regroupées dans les Annexes A et B respectivement.

	80% des sorties F	15% des sorties M	5% des sorties R	
80% valeur stocks A	4 57,14%	2 28,57%	1 14,29%	Nb de références % ref
15% valeur stocks B	4 50%	3 37,50%	1 12,50%	Nb de références % ref
5% valeur stocks C	5 20%	9 36%	11 44%	Nb de références % ref

Tableau III-1: matrice ABC/FMR pour Canrig Top Drive Type 8035

	80% des sorties F	15% des sorties M	5% des sorties R	
80% valeur stocks A	6 12,77%	20 42,55%	21 44,68%	Nb de références % ref
15% valeur stocks B	31 36,90%	28 33,33%	25 29,76%	Nb de références % ref
5% valeur stocks C	98 33,22%	117 39,66%	80 27,11%	Nb de références % ref

Tableau III-2: Matrice ABC/FMR pour BENTEC TOP DRIVE TD-500-HT

III-5-5-1 Interprétation des résultats :

La matrice ABC/FMR appliquée aux stocks de PdR nous a permis de réaliser des stratégies de stockage, en effet :

Les articles de catégorie F représentent 80% des sorties de stocks. Les catégories M représentent 15% des sorties de stocks et les catégories R les 5% restant. Cette boîte à 9 cases ainsi trouvées va nous être très utile pour la définition des stratégies de stockage (article à stocker ou bien à gérer à la commande) et va fournir un excellent cadrage pour les analyses de stock et le paramétrage.

La classification ABC/FMR va permettre au gestionnaire de déterminer 9 catégories de produits (d'AF à CR). De ces 9 catégories nous allons pouvoir déterminer 4 « groupes stratégiques » :

Dans notre cas, nous obtenons les résultats suivants :

Pour la marque Canrig Top Drive Type 8035 :

- le groupe (AF.AM.BF.BM) représente 13 éléments sur un total de 40 éléments, soit un pourcentage de 3%, se sont les articles les plus importants et les plus couteux.

- On remarque aussi que les articles de la classe A, sont au nombre de 7, un seul article parmi ces 7, présente une rare consommation, une bonne gestion des stocks veut dire qu'on peut nous permettre de détenir moins de stock de sécurité pour les articles AF que pour les articles AR, car nous avons une meilleure visibilité sur la demande.

- La même remarque est faite pour les articles de la classe B, qui sont au nombre de 8, et seulement un article qui présente une rare consommation.

- Pour la classe C, les articles importants et moyennement important sont au nombre de 14, parcontre ceux rarement utilisés comptent 11, soit 44%. On peut décider de maintenir des stocks bas pour les catégories CF et CR pour deux raisons :

1. Les articles CF ont un faible impact sur l'activité, l'une des stratégies à adopter, pourrait être celle visant la réduction des stocks, où on peut fixer un niveau de service plus bas, en ayant besoin de moins de stocks de sécurité.

2. Pour les articles CR, ils sont très imprévisibles, et il serait judicieux de fixer des niveaux de service plus bas pour cette catégorie, car ils représentent une grande partie du stock total

dormant de la plupart des entreprises, avec un pourcentage de 44% du total des articles, une charge très pesante pour les budgets.

On voit bien l'intérêt de cette segmentation FMR, et au lieu de s'intéresser seulement aux articles de la classe A, et négliger tous les articles de la classe C, elle permet de mieux gérer tous les articles, chose qui va aider les gestionnaires à mieux percevoir les articles devront être pris en considération lors de la programmation des commandes en PDR, sachant que les délais d'approvisionnement peuvent durer plusieurs mois causant des ruptures de stock et probablement l'arrêt de l'outil de production, et sachant aussi qu'un stock dormant n'est plus bénéfique

Pour la marque Bentec Top Drive Td-500-Ht :

- Le groupe (AF.AM.BF.BM) représente 85 éléments sur un total de 426 éléments, soit un pourcentage de 20%. Comparé à la première marque, plus d'éléments nécessitent un intérêt particulier, et une gestion rigoureuse.

- Le groupe (AR.BR) représente 46 éléments sur un total de 426 éléments, soit un pourcentage de 11%.
- Le groupe (CF.CM) représente 250 éléments sur un total de 426 éléments, soit un pourcentage de 50%.

- Le dernier groupe (CR) est considéré comme ayant une faible consommation et un faible coût, ce qui nécessite de ne pas s'en préoccuper. Il représente 80 éléments sur un total de 426 éléments, soit un pourcentage de 19%.

Les conclusions tirées de la segmentation FMR, pour la deuxième marque, indiquent que :

1. Sur 47 articles de la classe A, 26 articles qui sont segmentés selon les critères importants et coûteux, soit 55% du total d'articles. Pour les gérer, on doit trouver le bon équilibre entre le stock et le niveau de service, tout dépend des défis relevés de l'entreprise en matière de chaîne d'approvisionnement. Par exemple, si on souhaite se concentrer davantage sur le service client plutôt que sur les niveaux de stock, on pourrait avoir des objectifs de taux de service un peu plus élevés pour les articles de la classe R.
2. 70% des articles de la classe B, ont une forte et moyenne consommation, et sont d'une valeur non négligeable, l'approvisionnement en PDR de cette classe, doit prendre en considération leur impact sur le bon fonctionnement de l'outil de production.

3. Presque 73%, des articles de la classe C, ne sont pas forcément coûteux, mais présentent une forte et moyenne consommation, ne pas les prendre en compte dans la gestion des stocks nuira à l'activité et au bon fonctionnement.

Aujourd'hui les entreprises en quête de plus de détails, utilisent la segmentation multicritères ABC/FMR ou, ou sont intégrés les enjeux économiques et les enjeux de volume. Cette segmentation va structurer toute la gestion des stocks et facilitera l'opération d'assainissement des stocks. Nous pourrions ajouter d'autres critères d'analyses qui pourront être ajoutés à celui de la matrice FMR, elle s'exprime par la forme générale ABC/XYZ, où les variables XYZ peuvent correspondre aux critères : de l'approvisionnement, ou des risques d'obsolescence...etc

III-5-5-2 Comparaison entre la méthode ABC, et la matrice ABC/FMR

Dans le but de mieux voir l'avantage de la segmentation ABC/FMR, un histogramme a été tracé regroupant les résultats de la méthode ABC, ainsi que ceux après l'ajout de la segmentation selon le critère de fréquence de consommation, la figure III-10, illustre les résultats pour le Top drive de marque **Bentec Top Drive Td-500-Ht**.

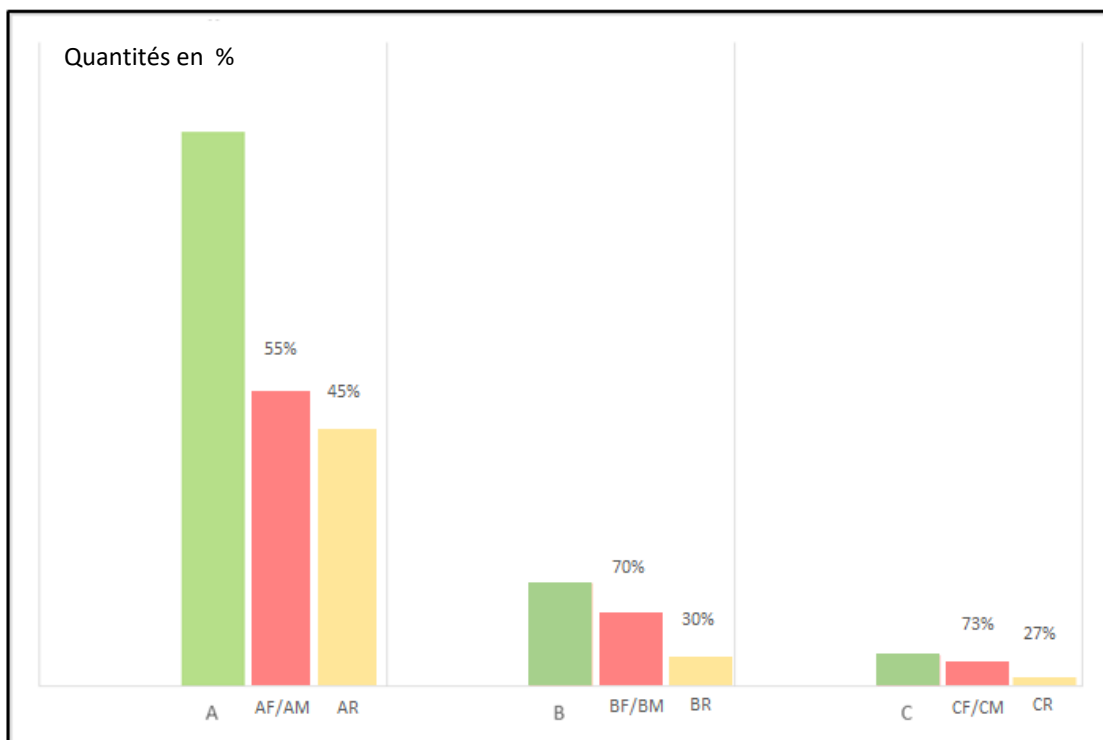


Figure III-11: Classement des articles PDR en quantités par la méthode ABC, ainsi que ABC/FMR pour le Top drive de marque Bentec Top Drive Td-500-Ht.

On voit clairement que la méthode ABC, donne de l'importance pour tous les articles de la classe A, alors qu'on a 45% d'articles rares de cette classe, de l'autre part la classe C négligée dans la méthode ABC, compte 73% de ses articles en zone de forte consommation, de même pour les articles de la classe B, qui comptent 70% d'articles fortement consommables. La nouvelle segmentation ABC%FMR donne une meilleure vision sur les besoins en PDR, tout en respectant les budgets qui lui sont alloués.

De la même manière on trace l'histogramme regroupant les résultats de la méthode ABC, ainsi que ABC/FMR, la figure III-11, illustre les résultats pour le Top drive de marque **CANRIG TOP DRIVE TYPE 8035**.

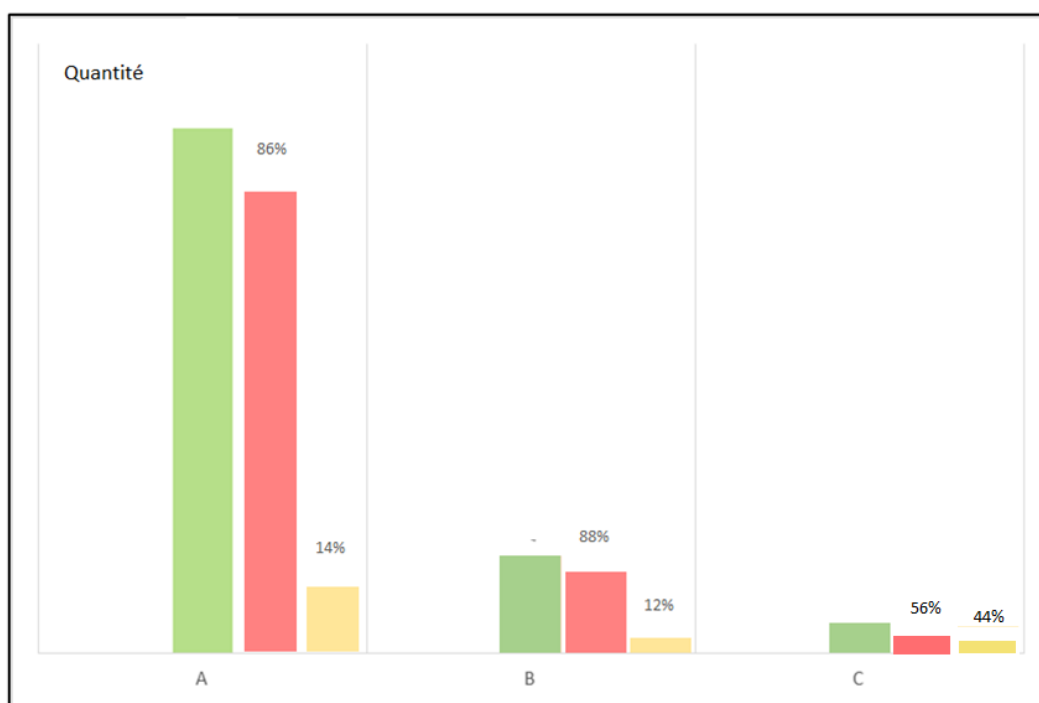


Figure III-12: Classement des articles PDR en quantités par la méthode ABC, ainsi que ABC/FMR pour Quantités en % ivo de marque CANRIG TOP DRIVE TYPE 8035.

Une interprétation révèle que pour ce cas, les classe A et B demeurent à presque leur totalité d'une importance primordiale, alors que la classe C, comporte presque la moitié d'articles en rare consommation.

III-6 Méthode d'ISHIKAWA ou diagramme Cause-Effets:

La Figure III-11 est un schéma montrant les résultats de la méthode d'Ishikawa, appliquée à la marque Canrig Top Drive Type 8035 et Bentec Top Drive Td-500-Ht.

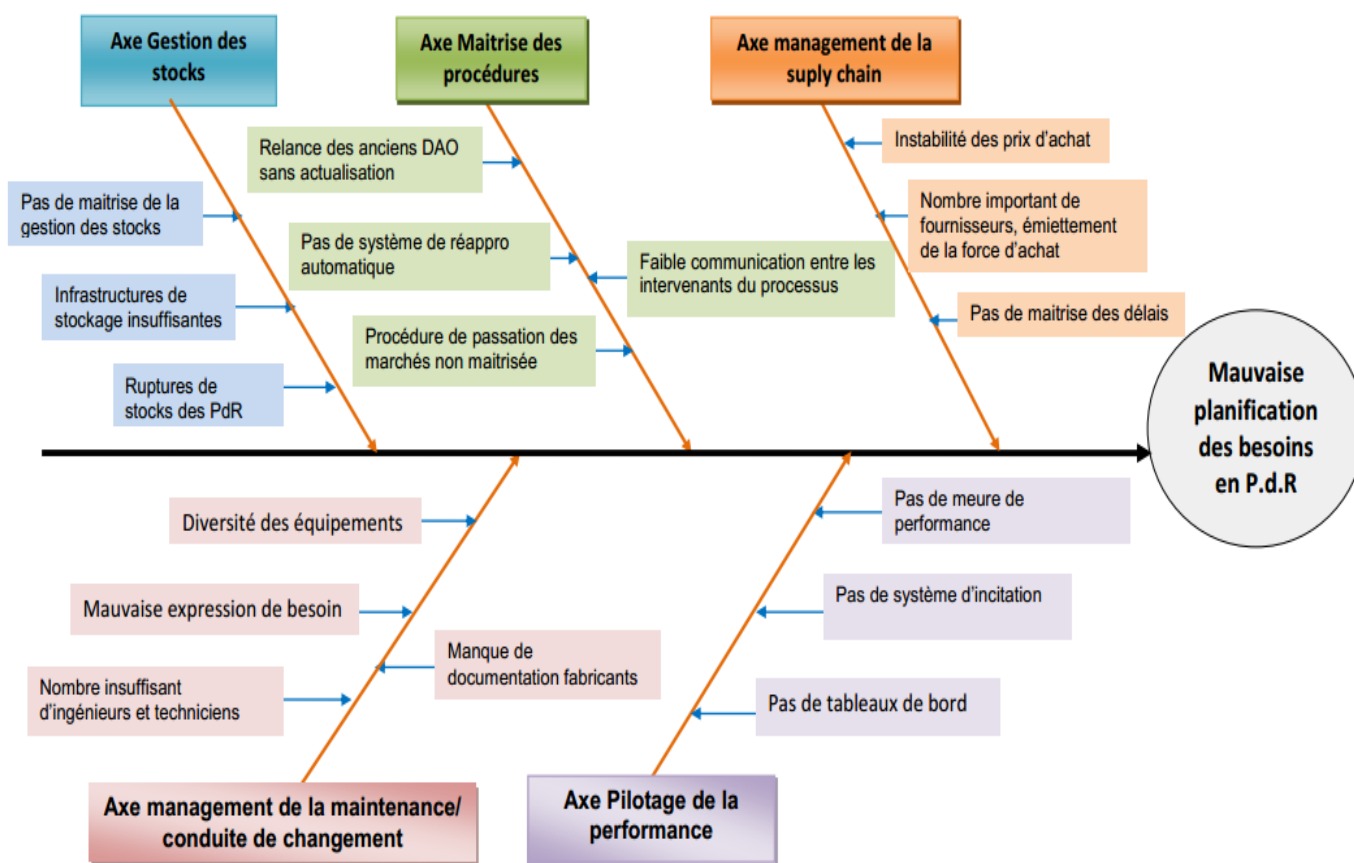


Figure III-13: Diagramme d'ISHIKAWA appliqué à la mauvaise planification des besoins en RDR

À partir des données statistiques disponibles pour chaque marque d'équipement pétrolier (Canrig Top Drive Type 8035e et Bentec Top Drive Td-500-Ht), nous constatons des augmentations ou des diminutions des coûts de cet équipement, attribuables à une mauvaise gestion ou planification des pièces de rechange. Dans ce contexte, le diagramme connu sous le nom d'Ishikawa ou diagramme en forme de poisson identifie toutes les causes liées à cette mauvaise planification, dans le but de trouver des solutions pour améliorer la gestion des pièces de rechange en termes de coût et de quantité.

Il est important de se concentrer sur l'analyse du diagramme et d'en tirer des leçons pour réaliser des améliorations dans la planification et la gestion des pièces de rechange. Ces solutions peuvent inclure l'amélioration des processus de distribution et de stockage, l'identification des besoins réels en pièces et l'établissement de plans de maintenance appropriés, ainsi que le renforcement de la collaboration avec les fournisseurs pour garantir la disponibilité des pièces de rechange en temps voulu et dans les quantités requises, et la mise en place de systèmes de surveillance des stocks pour identifier les points faibles et prendre des mesures correctives.

En utilisant ces solutions, il est possible d'améliorer la gestion des pièces de rechange, de réduire les coûts excessifs et de garantir la disponibilité des pièces nécessaires en temps opportun, ce qui entraîne une amélioration de l'efficacité des opérations et une réduction des pertes financières.

III-7 Conclusion :

Il est important de noter que des stocks différents nécessitent des stratégies de gestion différentes. Nous remarquons que le résultat de l'opération d'organisation de la gestion des stocks sera d'une grande utilité dans la mise en place du réapprovisionnement automatique.

Cependant, il y a un point clé sur lequel les efforts doivent être dirigés, à savoir :
Le triage et la classification de tous les articles stockés au niveau des entrepôts en utilisant la méthode ABC/FMR pour la gestion des stocks.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'amélioration de la gestion des stocks de pièces de rechange est cruciale pour le succès de toute organisation ou entreprise. Il est essentiel d'établir un équilibre entre des niveaux de stocks appropriés et l'évitement des coûts liés aux surplus ou aux pénuries.

On a présenté dans notre travail, les notions relatives à la gestion des stocks, ses types et ses divisions, suivis par des généralités sur la maintenance, ainsi que les méthodes d'analyse importantes (matrice ABC, ABC/FMR et la méthode Ishikawa) pour améliorer et mettre en œuvre la gestion des stocks. Une importance particulière est accordée à la nécessité de combiner la méthode ABC avec la méthode FMR pour obtenir de meilleurs résultats en termes d'abondance de pièces de rechange et de coûts de gestion des stocks.

L'analyse faite dans cette étude a concerné l'application de la loi de Pareto et l'utilisation de la matrice ABC/FMR en tant qu'outils d'analyse de la gestion des stocks. on souligne que la simple classification ABC n'est plus suffisante de nos jours. La segmentation multicritère ABC/FMR, qui intègre les problèmes économiques et les défis recommandés par les entreprises, permet d'améliorer considérablement la gestion des stocks.

L'amélioration de la gestion des stocks de pièces de rechange contribue à de nombreux avantages. Par exemple, elle permet de réduire les coûts de stockage en améliorant la planification et la prévision des besoins. Elle permet également d'optimiser l'utilisation de l'espace et de réduire les coûts liés aux stocks excédentaires, aux produits endommagés ou périmés.

De plus, elle peut améliorer le service client en garantissant la disponibilité des pièces nécessaires en temps voulu. Cela conduit à une plus grande satisfaction des clients et renforce la réputation de l'entreprise. Une gestion améliorée des stocks de pièces de rechange contribue également à améliorer l'efficacité des opérations internes. Lorsque les pièces appropriées sont disponibles au bon moment, cela permet de réduire les arrêts de production, d'augmenter la productivité et l'efficacité.

Pour améliorer la gestion des stocks de pièces de rechange, il est nécessaire de suivre les meilleures pratiques et d'adopter une approche globale et intégrée. Cela comprend l'analyse des données et l'utilisation des outils et techniques appropriés pour prévoir les besoins et améliorer la planification des stocks. Il est également important d'établir des relations solides avec les fournisseurs et de mettre en œuvre des stratégies efficaces de réapprovisionnement et de gestion du cycle de vie des pièces.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Jean-Pierre , « Gestion des stocks et des magasins » Édition : Dunod , 2017
- [2] LAMOURI, S. and THOMAS, A. (2019) « Gestion des stocks dans un contexte de Demandes Indépendantes », Techniques de l'Ingénieur.
- [3] Alain Fernandez "Gestion des stocks et des magasins", ouvrage publié, éditions :Eyrolles, 2012.
- [4] Courtois, A., Martin-Bonnefous, C., Pillet, M., & Pillet, M. (2003). « *Gestion de production.* »
- [5] M. ALICHE et MESSAOUDI, « Etude de la fiabilité et maintenance des systèmes mécanique d'un appareil de forage . Cas : Treuil de forage et une pompe à boue au niveau de la station ENTP-TP127 », Université mouloud mammeri, Tizi-Ouzou, (2017/2018).
- [6] M. WADO JOUSSE Leolein, Eniet Cameroun, « cours de gestion de la maintenance »,2014.
- [7] M. ABDALLAH, « Optimisation de la maintenance préventive des systèmes de production incorporant la dépendance par les meta-heuristique », Thèse de Doctorat, université de Djilali Liabes SIDI BEL ABBES
- [8] M. MRABET, « Contribution à la conception d'un outil d'aide au diagnostic des systèmes de productions », Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen , (2016/2017)
- [9] M. HALIMI, « Contribution à l'amélioration de la maintenance préventive des machines dynamiques dans l'industrie des hydrocarbures », Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara-Boumerdes, (2013/2014).
- [10] M. DOUABA et BEROUBA, « Analyse analytique FMD et AMDEC d'un compresseur », mémoire de Master, université Kasdi Merbah, Ouargla.
- [11] M. Boumeddane, « Impact De La Fiabilité Sur Les Équipements Industriels (Étude De Cas Au Niveau Denitex) », Mémoire de de Magister, Université de Tlemcen, (2012).
- [12] E.A., Pyke, D.F., & Peterson, R. (1998). "Inventory Management and Production Planning and Scheduling" (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Références bibliographiques

[13] K. Shibata, T. Iwamoto, S. Murakami, "ABC Analysis and Economic Order Quantity in Managing Inventory Control, Journal of the Japan Industrial Management Association", Vol. 50, No. 5, 1999.

[14] OUDINA .&. BENTOUMI, 2019

[15] H. Bouhabila « Les outils d'analyse des défaillances », Cours Format PDF en ligne

[16] Pierre CÉLIER, ENSET de Mohammedia, « Le Diagramme de "Causes à Effet" de Kaoru Ishikawa », Format PDF en ligne.

ANNEXES

ANNEXES

Annexes A

**Tableau récapitulatif de l'analyse ABC ainsi que la Matrice FMR, effectué sur la marque Canrig
Top Drive Type 8035, pour la durée de 2018 jusqu'à 2023.**

Ordre	Article	Numéro d'article	Quantité	P.U.	∑ Prix U	% Prix U	Classification ABC	Rang	Ordre	Article	Numéro d'article	Quantité	∑ Qté	% Qté	Qté	Rang
1	1060421	GEAR BULL 125T	3	11056733.69	11056733.69	21%	A	1%	1	1060421	GEAR BULL 125T	3	3	25%	3%	
2	1089089	QUILL INSTALLATION KIT	1	10442953.76	21499687.45	41%	A	1%	2	1061626	BEARING, TPRD ROL, CONE	3	6	50%	5%	
3	1069704	MOUNTING PLATE	1	5072132.2	26571819.65	50%	A	2%	3	1061474	GEAR, PINION 19T	2	8	67%	8%	
4	1061626	BEARING, TPRD ROL, CONE	3	4620878.63	31192698.28	59%	A	2%	4	1089089	QUILL INSTALLATION KIT	1	9	75%	10%	
5	1089085	POSITIONNER ASSY 350	1	3867456.7	35060154.98	66%	A	3%	5	1069704	MOUNTING PLATE	1	10	83%	13%	
6	1067168	GEAR BULL, 178 TEETH	1	3192361.02	38252516	72%	A	3%	6	1089085	POSITIONNER ASSY 350	1	11	92%	15%	
7	1061474	GEAR, PINION 19T	2	2277012.51	40529528.51	77%	A	4%	7	1067168	GEAR BULL, 178 TEETH	1	12	100%	18%	
				40529528.51												
8	1065986	BLOWER,ASSEMBLY CANRIG 8050AC	2	2054979.1	42584507.61	81%	B	4%	8	1061701	SEAL, 11.00X12.50X075, NITRILE	6	6	38%	20%	
9	1081416	HPU HOSE ASSY	1	1668824.02	44253331.63	84%	B	5%	9	1065986	BLOWER,ASSEMBLY CANRIG 8050AC	2	8	50%	23%	
10	1061783	GEAR, IDLER, 3IT	2	1530931.78	45784263.41	87%	B	5%	10	1061783	GEAR, IDLER, 3IT	2	10	63%	25%	
11	1061998	HUB, DRIVE, BULL GEAR, TYPE 8050	1	1479492.04	47263755.45	89%	B	6%	11	1070591	TDSU, CONSUMABLE ACCESSORIES	2	12	75%	28%	
12	1070591	TDSU, CONSUMABLE ACCESSORIES	2	1078806.89	48342562.34	92%	B	7%	12	1081416	HPU HOSE ASSY	1	13	81%	30%	
13	1089083	MOTOR GEAR BOX ASSY	1	969757.86	49312320.2	93%	B	7%	13	1061998	HUB, DRIVE, BULL GEAR, TYPE 8050	1	14	88%	33%	
14	1080845	HANDLER LOCK ASSY, PIN TYPE, 350/500 TO	1	517426.01	49829746.21	94%	B	8%	14	1089083	MOTOR GEAR BOX ASSY	1	15	94%	35%	
15	1061701	SEAL, 11.00X12.50X075, NITRILE	6	476909.98	50306656.19	95%	B	8%	15	1080847	HANDLER LOCK ASSY, PIN TYPE, 350/500 TC	1	16	100%	38%	
				9777127.68												
16	1080826	SEAL HOUSING	3	457478.64	50764134.83	96%	C	9%	16	1060433	CAPSCR BUTTON HD SOC 1/2-13UNC X 1.50	88	88	38%	40%	
17	1061641	GEAR, PINION, 60T	1	320320.58	51084455.41	97%	C	9%	17	1077519	MODULE MCT 30MM 12MM-25MM	52	140	60%	43%	
18	1066122	SEAL, PISTON	9	300994.16	51385449.57	97%	C	10%	18	1061496	CAPSCREW, HEX SOC HD, 1-8UNCX1.75	17	157	67%	45%	
19	1080767	PLATE, RETAINING, BUW	8	208197.97	51593647.54	98%	C	10%	19	1060411	CAPSCR HEX SOC HD 3/4-10UNCX1.75	13	170	73%	48%	
20	1062078	COUPLING, MALE HALF, MUD FLOW, 3 BORE,	1	204310.1	51797957.64	98%	C	11%	20	1080829	SEAL KIT INSTRUCTIONS	11	181	77%	50%	
21	1060463	LUB OIL COOLER	1	189143.25	51987100.89	98%	C	12%	21	1066122	SEAL, PISTON	9	190	81%	53%	
22	1080829	SEAL KIT INSTRUCTIONS	11	182040.26	52169141.15	99%	C	12%	22	1080767	PLATE, RETAINING, BUW	8	198	85%	55%	
23	1079102	MANIFOLD HYDRAULIC LINK TILT	2	165968.94	52335110.09	99%	C	13%	23	1080782	RETAINER PLATE	7	205	88%	58%	
24	1080824	SUPER BOLT, 1 3/8-6UNC X 4.00, SB12	3	113992.48	52449102.57	99%	C	13%	24	1062981	STRAIN RELIEF 1 NPT 0.625-0.750	4	209	89%	60%	
25	1080782	RETAINER PLATE	7	84975.51	52534078.08	99%	C	14%	25	1080826	SEAL HOUSING	3	212	91%	63%	
26	1077519	MODULE MCT 30MM 12MM-25MM	52	70149.67	52604227.75	100%	C	14%	26	1080824	SUPER BOLT, 1 3/8-6UNC X 4.00, SB12	3	215	92%	65%	
27	1079433	TRANSMITTER 4-20MA, RTD 0-800C	1	59118.09	52663345.84	100%	C	15%	27	1062067	STRAIN RELIEF, 1/2 NPT, 0.125-0.250	3	218	93%	68%	
28	1080825	SUPER BOLT, 1 3/8-6UNC X 3.00, SB12	1	37997.22	52701343.06	100%	C	15%	28	1061702	CAPSCREW, HEX HD, 15/16-18UNCX1.00	3	221	94%	70%	
29	1108040	RETAINER, VIEWCOVER	1	26859.72	52728202.78	100%	C	16%	29	1079102	MANIFOLD HYDRAULIC LINK TILT	2	223	95%	73%	
30	1108323	PLATE BUW INNER	1	24099.01	52752301.79	100%	C	16%	30	1061641	GEAR, PINION, 60T	1	224	96%	75%	
31	1060433	CAPSCR BUTTON HD SOC 1/2-13UNC X 1.50	88	20741.02	52773042.81	100%	C	17%	31	1062078	COUPLING, MALE HALF, MUD FLOW, 3 BORE	1	225	96%	78%	
32	1061496	CAPSCREW, HEX SOC HD, 1-8UNCX1.75	17	17380.88	52790423.69	100%	C	18%	32	1060463	LUB OIL COOLER	1	226	97%	80%	
33	1063001	METER,ANALOG 0-1.5VDC 0-75ADC	1	12973.33	52803397.02	100%	C	18%	33	1079433	TRANSMITTER 4-20MA, RTD 0-800C	1	227	97%	83%	
34	1060411	CAPSCR HEX SOC HD 3/4-10UNCX1.75	13	12188.64	52815585.66	100%	C	19%	34	1080825	SUPER BOLT, 1 3/8-6UNC X 3.00, SB12	1	228	97%	85%	
35	1062042	VALVE, HYD, CHECK, INLINE, #8 ORB	1	7182.76	52822768.42	100%	C	19%	35	1108040	RETAINER, VIEWCOVER	1	229	98%	88%	
36	1062981	STRAIN RELIEF 1 NPT 0.625-0.750	4	4734.93	52827503.35	100%	C	20%	36	1108323	PLATE BUW INNER	1	230	98%	90%	
37	1062067	STRAIN RELIEF, 1/2 NPT, 0.125-0.250	3	2341.9	52829845.25	100%	C	20%	37	1063001	METER,ANALOG 0-1.5VDC 0-75ADC	1	231	99%	93%	
38	1068657	ADAPTER, MALE 1/2 JIC, FEM SWV 1/2 ORFS	1	2061.73	52831906.98	100%	C	21%	38	1062042	VALVE, HYD, CHECK, INLINE, #8 ORB	1	232	99%	95%	
39	1061506	GASKET	1	827.44	52832734.42	100%	C	21%	39	1068657	ADAPTER, MALE 1/2 JIC, FEM SWV 1/2 ORFS	1	233	100%	98%	
40	1061702	CAPSCREW, HEX HD, 15/16-18UNCX1.00	3	603.54	52833337.96	100%	C	22%	40	1061506	GASKET	1	234	100%	100%	

ملخص

تتضمن خطة إدارة المخزون تخطيط قطع الغيار وتحديد العناصر المراد تخزينها وتجديدها تلقائيًا ، وكل ذلك يساهم في تحسين سياسة إدارة المخزون في الشركة. يمكن أن يؤثر أي نقص مطول في المخزون على نشاط أداة الإنتاج ويمكن أن يكون مكلفًا. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مخزون شركة ENAFOR لتحديد التناقضات الموجودة وفهم أسبابها والتفكير في خطة عمل يتم تنفيذها لتحسين التخطيط لاحتياجات الصيانة. لتحقيق هذا الهدف ، استخدمنا تاريخ حركة دخول وخروج المخزون على مدى عدة سنوات (2018-2023) لنوعين من المعدات: Bentec Top Drive Td-500-Ht و Canrig Top Drive Type 8035. تتبعنا حالة المخزون من حيث القيمة المالية وكذلك الكمية باستخدام أدوات دعم القرار مثل مخطط هيكل السمكة ، وتطبيق طريقة ABC. كان التقسيم بواسطة مصفوفة ABC / FMR المعتمد على معيار تواتر الاستهلاك مفيدًا ومثمرًا للغاية. **الكلمات المفتاحية:** المخزون ، إدارة المخزون ، قطع الغيار ، طريقة ABC ، مصفوفة ABC / FMR ، مخطط السبب والنتيجة ، Top drive.

Résumé

Le plan de gestion des stocks comprend la planification des pièces de rechange et l'identification des éléments à stocker et à réapprovisionner automatiquement, tous ces éléments contribuent à améliorer la politique de gestion des stocks de l'entreprise. Toute pénurie prolongée de stocks peut avoir des répercussions sur l'activité de l'outil de production et peut être coûteuse.

Cette étude vise à analyser les stocks de l'entreprise ENAFOR, à identifier les contradictions existantes, à comprendre leurs causes et à réfléchir à un plan d'action à mettre en œuvre pour améliorer la planification des besoins en maintenance.

Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé l'historique des mouvements d'entrée et de sortie de stocks sur une période de plusieurs années (2018-2023) pour deux types d'équipements : le Bentec Top Drive Td-500-Ht et le Canrig Top Drive Type 8035. Nous avons examiné l'état et l'évolution des stocks en valeurs et en quantité en utilisant des outils d'aide à la décision tels que le diagramme d'Ishikawa, l'application de la méthode ABC. La segmentation par la matrice ABC/FMR se basant sur le critère de fréquence de consommation était très utile, et fructueuse.

Mots clés: Stocks, Gestion de stocks, pièces de rechange, Méthode ABC, matrice ABC/FMR, Diagramme cause-effet, Top drive.

Summary

The inventory management plan includes the planning of spare parts and the identification of items to be stocked and automatically replenished, all of these contribute to improving the inventory management policy of the company.

Any prolonged shortage of inventory can impact production tool activity and can be costly.

This study aims to analyze the stocks of the ENAFOR company, to identify the existing contradictions, to understand their causes and to reflect on an action plan to be implemented to improve the planning of maintenance needs.

To achieve this objective, we used the history of stock entry and exit movements over a period of several years (2018-2023) for two types of equipment: the Bentec Top Drive Td-500-Ht and the Canrig Top Drive Type 8035. We reviewed the status and trend of inventory in value and quantity using decision support tools such as fishbone diagram, application of ABC method. Segmentation by the ABC/FMR matrix based on the frequency of consumption criterion was very useful and fruitful.

Keywords: Stocks, Stock management, spare parts, ABC method, ABC/FMR matrix, Cause-effect diagram, Top drive.