



Mémoire de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat

Logistique Internationale

Promotion 2006 - 2009

Sous le thème :

Optimisation de la maintenance des équipements de production et la logistique qui lui est associée

Réalisé par :

MABROUKI Charif

MATAICH Mohamed

Parrain société :

M. Mly Bensalem MAAROUFI

Encadrants école :

M. Sidi Mohamed KADIRI

Mme. Lalla Samira TOUHAMI

Dédicace

A ma très chère et adorable mère

A celle qui a sacrifié sa vie pour moi et pour sa famille, j'espère qu'elle trouvera dans ce modeste travail tout mon amour et toute ma reconnaissance et ma gratitude.

A mon cher père

A celui qui m'a soutenu tout au long de mes études, je t'offre le travail que tu as tant attendu.

A mes frères et ma sœur

Abdelfattah, Otman et ma chère Fatima Zohra

A toute ma famille

A tous mes amis

Je vous remercie d'avoir été auprès de moi et je vous offre ce modeste travail.

Mohamed MATAICH

Dédicace

Aux êtres les plus chers au monde

Ma mère

Mon père Aziz

Mes sœurs et mes frères

Toute ma grande famille

Mes amis

Je dédie ce travail

Charif MABROUKI

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre parrain de stage, le chef de la division d'exploitation Benguerir, M. Mly Bensalem MAAROUFI, pour ses encouragements, sa patience, son aide, et pour la motivation qu'il nous a apporté.

Nous adressons, aussi nos sincères considérations à M. Sidi Mohamed KADIRI, Mme. Lalla Samira TOUHAMI et M. Mustapha AHLAQQACH, et nous exprimons notre reconnaissance pour leurs efforts durant la période de stage.

Nos remerciements vont également à M. ASRI pour sa participation active et le temps qu'il a consacré à notre aide malgré sa charge de travail.

À la même occasion, nous tenons à remercier M. MOUSSAID, M. RAFA, M. ZAHIRI pour leurs conseils et leurs soutiens durant toute la période du stage.

Nous éprouvons aussi un profond respect à M. ETTERAK pour leurs qualités humaines et leurs efforts qu'il a déployé pour que notre travail atteigne ses fins.

*Nous souhaitons, aussi, adresser à tout le personnel de la société qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet:
L'expression de notre gratitude*

Résumé

Afin d'assurer une meilleure productivité au moindre coût, il est nécessaire d'adopter des politiques de gestion à la fois efficaces techniquement et rentables économiquement. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude qui a pour objectif l'optimisation de la maintenance des équipements de production de la mine de phosphate de Benguéir et la logistique qui lui est associée.

La première partie de ce projet consiste à analyser les données statistiques relatives à la marche et aux arrêts des équipements des installations fixes et à établir leurs modèles de fiabilité puis à proposer une politique de maintenance optimale en faisant appel à l'approche AMDEC.

La seconde partie étudie l'impact des moyens logistiques disponibles actuellement, de l'organisation des ateliers et de la politique d'approvisionnement et de gestion des stocks sur les performances de la fonction maintenance au sein de la Mine de phosphate de Benguéir.

La troisième partie propose une politique de sous-traitance à la lumière d'une étude comparative des coûts de certaines tâches de la maintenance dans le cas de la sous-traitance et celui de la prise en charge par l'OCP.

La quatrième partie porte sur les améliorations du système de la GMAO implanté à l'OCP/Benguerir après une analyse de son fonctionnement et son rapport avec l'organisation actuelle.

*A*bstract

To insure a better productivity with the slightest cost, it is necessary to adopt at the same time efficient and lucrative policies of management. It is in this context that joins our project of the end of study which has for objective the optimization of the maintenance of the equipments of production and the logistics which is associated with it.

The first part of this project consists in analyzing the statistical data relative to the work and to the equipments downtimes of the equipments of the fixed installations and in establishing their models of reliability then in proposing a policy of optimal maintenance by appealing to the approach FMECA.

The second part studies the impact of logistic means available at present, the organization of workshops and the policy of supply and inventory control on the performances of the maintenance within the Mine of Benguéir

The third part proposes a possible policy of subcontracting by comparing the costs of certain tasks of the maintenance.

The fourth and the last part tries to bring some improvements to the system of eAM (enterprise asset management) implemented in OCP / BENGUERIR after an analysis of its functioning and its relation with the actual organization.

ملخص

من الواجب تبني سياسة تسيير فعالة تقنيا و مربحة اقتصاديا، من أجل تأمين إنتاجية أحسن بتكلفة أقل. يندرج في هذا الإطار، مشروعنا لنهاية الدراسة، الذي يهدف إلى ترشيد صيانة آليات الإنتاج و اللوجيستيك المرتبطة بها بمنجم الفوسفات ببن جريير.

يهدف الجزء الأول من هذا المشروع إلى تحليل معطيات إحصائية مرتبطة بعمل و توقف آلات المحطات الثابتة و وضع نماذج الكفاءة ثم اقتراح سياسة صيانة اعتمادا على مقارنة "تحليل أنماط الخلل، تأثيرها و حدتها"

يدرس الجزء الثاني أثر الوسائل اللوجيستكية المتواجدة حاليا، تنظيم الورشات و سياسة التموين و تنظيم المخزون، على كفاءة و وظيفة الصيانة بمنجم الفوسفات ببن جريير

يقترح الجزء الثالث سياسة انتداب أعمال الصيانة استنادا على دراسة تقارن بين كلفة بعض مهام الصيانة في حالتي الانتداب و التحمل من طرف المكتب الشريف للفوسفات

يهتم الجزء الرابع بتحسين نظام تسيير الصيانة بالحاسوب، المستعمل بالمكتب الشريف للفوسفات بعد تحليل نظام عمله و علاقته مع التنظيم الحالي

Sommaire

Introduction	17
Partie I	19
I.1. Présentation du groupe OCP	20
I.1.1. Introduction.....	20
I.1.2. Présentation du site OCP de Benguéir	21
I.1.3. Les étapes de production avec les moyens techniques	22
I.1.4. Organigramme du pôle mines.....	25
I.1.5. Organigramme du MNG (Pôle Mines Gantour).....	26
Partie II	28
II.1. Chapitre I	29
II.1.1. Introduction.....	29
II.1.2. Présentation des installations du périmètre étudié.....	30
II.1.3. Analyse des données statistiques	32
II.1.4. Présentation de la démarche de résolution de problème :	42
II.1.5. Application de la démarche:.....	44
II.2. Chapitre II	50
II.2.1. Introduction.....	50
II.2.2. Présentation détaillée de la démarche AMDEC	51
II.2.3. Application de la méthode AMDEC aux principaux équipements des installations fixes:	53
Synthèse	59
II.2.4. Actions d'améliorations.....	60
Partie III	62
III.1. Chapitre I	63
Introduction	63
III.1.1. Enjeux de la gestion des stocks	64
III.1.2. Objectifs à atteindre.....	64
III.1.3. Analyse du sujet	65
III.1.4. La classification ABC	68
III.1.5. Classification ABC du stock actuel en valeur	69
III.1.6. Résultats de l'analyse ABC:.....	72
III.1.7. Conséquences de l'analyse ABC	72

III.2.	Analyse du stock de pièces de rechange	74
III.2.1.	Introduction.....	74
III.2.2.	Le stock moyen.....	74
III.2.3.	Taux de rotation	76
III.2.4.	Calcul du taux de rotation de chaque article	77
III.2.5.	Détection du stock obsolète.....	81
III.3.	Choix des modes de gestion	85
III.3.1.	Présentation de la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion de stock :	85
III.3.2.	Introduction aux Classes Homogènes de Gestion.....	85
III.3.3.	Définitions des CHG liées à la maintenance	86
III.3.4.	Processus opérationnels.....	89
III.3.5.	Règles d'approvisionnement	89
III.3.6.	Règles de gestion des stocks	96
III.3.7.	Fichier de suivi type.....	103
III.3.8.	Affectation des éléments analysés dans les CHG.....	107
III.4.	Redimensionnement du magasin.....	109
III.4.1.	Introduction :.....	109
III.4.2.	Implantation actuelle	109
III.4.3.	Organisation de l'espace réservé aux pneumatiques :	111
III.4.4.	Dimensionnement des rayonnages :.....	112
III.4.5.	Dimensions des rayonnages :.....	115
III.4.6.	Organisation de l'espace réservé au stockage des pièces lourdes :	117
III.4.7.	Coûts d'investissement	118
III.4.8.	Nouvelle implantation.....	120
III.5.	Chapitre II	121
III.5.1.	Evaluation du parc véhicules.....	122
III.5.2.	Calcul des retards des interventions à cause de non disponibilité des véhicules.....	124
III.5.3.	Calcul du besoin réel	124
III.5.4.	Analyse des résultats obtenus.....	132
III.5.5.	Actions d'amélioration	133
III.5.6.	Evolution des dépenses de maintenance :.....	136
III.5.7.	Comparaison des dépenses des différents types des véhicules LLD et OCP.....	140
III.5.8.	Acquisition de nouveaux véhicules	142
III.5.9.	Performances techniques du parc à acquérir	143

III.5.10.	Evaluation des moyens de manutention.....	146
III.5.11.	Estimation du besoin.....	151
III.5.12.	Analyse des résultats obtenus.....	151
Partie IV	158
IV.1.	Travail réalisé.....	159
IV.2.	Essai des moteurs en charge	159
IV.3.	Coût d'investissement.....	160
IV.4.	Calcul des pertes de production.....	161
IV.5.	La rentabilité de l'investissement	162
IV.6.	Rebobinage.....	163
IV.7.	Coût de la sous-traitance par an :	163
IV.8.	Calcul des pertes de production.....	165
IV.9.	La rentabilité de l'investissement	165
IV.10.	Les motivations du recours à des entreprises extérieures.....	165
Partie V	170
V.1.	Contexte du projet GMAO du Groupe OCP :.....	171
V.2.	Situation de la GMAO (module eAM).....	171
V.3.	Le processus de maintenance de la GMAO eAM/oracle :.....	172
V.4.	Anomalies détectées :	183
V.5.	Recommandations et améliorations:	186
Conclusion	187
Conclusion générale	188

Liste des figures

Figure 1 : réserves marocaines des phosphates	22
Figure 2: organigramme pôle mines janvier 2009	25
Figure 3: organigramme Direction des exploitations minières GANTOUR.....	26
Figure 4: installation épierrage.....	30
Figure 5 : installation criblage.....	31
Figure 6 : installation de chargement	32
Figure 7 : plan de maintenance actuel	34
Figure 8 : informations données par la GMAO.....	34
Figure 9 : Répartition des heures de marche et d'arrêt par équipement en %.....	36
Figure 10 : Heures de marche et d'arrêt	37
Figure 11 : répartition des heures d'arrêt	37
Figure 12 : les trois niveaux de la disponibilité	40
Figure 13 : répartition des temps de bon fonctionnement	41
Figure 14 : répartition des temps de réparation.....	41
Figure 15 : les étapes de résolution de problème	42
Figure 16 : Cycle PDCA	43
Figure 17 : diagramme causes-effets pour les alimentateurs	48
Figure 18:heures d'arrêt.....	53
Figure 19:fréquences d'arrêt	54
Figure 20 : exemple d'arborescence.....	58
Figure 21 : analyse fonctionnelle externe de l'alimentateur	58
Figure 22 : Arbre de décision.....	59
Figure 23 : Politique de maintenance proposée par l'outil AMDEC	60
Figure 24: Evolution de la valeur du stock	65

Figure 25: répartition du stock en nombre	Figure 26 : répartition du stock en valeur	67
Figure 27 : Classification ABC du stock en valeur		72
Figure 28 : Une commande par an		74
Figure 29 : Le stock moyen – 1 commande année pleine		75
Figure 30 : Le stock moyen – 1 livraison en cours d'année.....		75
Figure 31 : Stocks moyens périodiques.....		76
Figure 32 : Stocks moyens inter-évènementiels.....		76
Figure 33 : répartition du stock dormant selon l'année d'approvisionnement.....		81
Figure 34 : répartition du stock en nombre et en valeur.....		83
Figure 35 : répartition après interrogation des maintenanciers		83
Figure 36 : implantation actuelle du magasin central.....		109
Figure 37 : Etat actuel du stock.....		111
Figure 38 : Avant mise en rayonnage	Après mise en rayonnage	112
Figure 39 : alvéole.....		113
Figure 40 : vue de face des pneus palettisés.....		113
Figure 41 : rayonnage proposé		114
Figure 42 : Dimensions des rayons existants		115
Figure 43 : rayonnage actuelle du magasin		116
Figure 44 : schéma illustrant le nouveau rayonnage		117
Figure 45 : Avant palettisation	Après palettisation	118
Figure 46 : nouvelle implantation		120
Figure 47 : évolution du parc		123
Figure 48 : répartition du parc OCP selon l'âge des véhicules		123
Figure 49 : kilométrage mensuel moyen par service.....		130
Figure 50 : répartition des temps d'attente.....		134

Figure 51 : Coût de maintenance HYUNDAI 15121	137
Figure 52 : Coût de maintenance MITSUBISHI 23603.....	137
Figure 53 : évolution du kilométrage des véhicules OCP	138
Figure 54 : évolution du kilométrage des véhicules OCP	138
Figure 55 : comparaison du kilométrage des véhicules OCP et LLD	139
Figure 56 : évolution de la consommation moyenne spécifique des véhicules OCP et LLD	140
Figure 57 : Comparaison entre location et acquisition des véhicules	143
Figure 58 : grue automotrice	154
Figure 59 : Stabilisateurs en extension.....	154
Figure 60 : exemple d'engin proposé	155
Figure 61 : stabilisation extension de charge	155
Figure 62 : architecture oracle.....	172

Liste des tableaux

Tableau 1 : répartition par type de maintenance	35
Tableau 2 : analyse des heures de marche et d'arrêt par équipement	36
Tableau 3 : MTBF et MTTR des équipements	40
Tableau 4 : pourcentage des MTBF et MTTR des équipements.....	41
Tableau 5 : Les étapes de résolution de problème	43
Tableau 6 : exemple d'analyse qualitative	55
Tableau 7 : coefficient de pondération	56
Tableau 8 : grille de cotation du critère sécurité	56
Tableau 9 : grille de cotation du critère fréquence d'arrêt	56
Tableau 10 : grille de cotation du critère heures d'arrêt.....	56
Tableau 11 : grille de cotation du critère coût.....	57
Tableau 12 : grille de cotation du critère détection	57
Tableau 13: Valeur de stock.....	65
Tableau 14 : Les magasins existants	66
Tableau 15 : Répartition du stock (exprimer en %)	66
Tableau 16:Classement hiérarchisé en fonction de la valeur décroissante du stock.....	70
Tableau 17 : stock à forte rotation.....	77
Tableau 18 : stock actif	78
Tableau 19 : stock dormant	78
Tableau 20 : Stock dormant selon l'année d'approvisionnement	81
Tableau 21 : répartition actuelle du stock	82
Tableau 22 : répartition après interrogation des maintenanciers.....	83
Tableau 23 : stock des pièces des engins reformés	84
Tableau 24 : affectation des articles étudiés.....	107

Tableau 25 : Marques en stock.....	110
Tableau 26 : rayonnages à vider.....	111
Tableau 27 : répartition parc LLD.....	122
Tableau 28 : Parc OCP.....	122
Tableau 29 : évolution du parc.....	123
Tableau 30 : kilométrage moyens par service.....	128
Tableau 31 :Tableau de cueillette d'informations.....	132
Tableau 32 : estimation du besoin réel.....	135
Tableau 33 : kilométrage annuel des véhicules OCP.....	137
Tableau 34 : kilométrage annuel des véhicules LLD.....	138
Tableau 35 : comparaison du kilométrage moyen.....	139
Tableau 36 : consommation spécifique du carburant.....	140
Tableau 37 : répartition du parc véhicules par type.....	140
Tableau 38 : charges des véhicules légers.....	141
Tableau 39 : Charges des véhicules tout terrain.....	141
Tableau 40 : synthèse de comparaison des coûts.....	142
Tableau 41 : Comparaison entre location et acquisition des véhicules.....	142
Tableau 42 : descriptif technique du moteur.....	143
Tableau 43 : descriptif technique du châssis.....	144
Tableau 44 : descriptif technique des dimensions.....	144
Tableau 45 :moyens de servitude.....	148
Tableau 46 : caractéristiques techniques demandées.....	155
Tableau 47 : calcul de l'investissement.....	164
Tableau 48 : charges annuelles de main d'oeuvre.....	164
Tableau 49 : charges prévues d'investissement.....	164

Liste des abréviations et mots clés

AMDEC: Analyse des modes de défaillances leurs effets et leurs criticités

OCP : Office Chérifien des Phosphates

MNG : Pole Mine GANTOUR

BREX : Bon de réparation à l'extérieur

GMAO : Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateurs

EAM: Enterprise Asset Management

INV: Inventory

PO: Purchasing Order

OT : Ordre De Travail

DI: Demande D'intervention

LLD : Location longue durée

CHG : Classes Homogènes de Gestion

MTTR: mean time to repair

MTBF: mean time between failure

Introduction

Le Maroc, pays ayant une longue tradition minière, produit en quantités appréciables une large gamme de substances minérales : phosphates, plomb, zinc, cuivre, cobalt, manganèse, fluorine, barytine.... Le secteur minier et para-minier qui assure plus de 35.000 emplois, réalise un chiffre d'affaire de l'ordre de 18 milliards de dirhams et participe à hauteur de 6% dans le PIB. Les exportations minières représentent près de 20% en valeur et 80% en volume des exportations nationales, éléments, qui nous ont poussés à effectuer notre projet de fin d'étude chez un leader mondial du secteur minier, l'Office Chérifien des Phosphates, connu actuellement sous la dénomination de « OCP SA ».

L'OCP est dans une phase de grandes réalisations : transformation en société anonyme, départs massif à la retraite, grands projets, décentralisation, nouvelle gouvernance, amélioration des performances, mobilisation des ressources humaines... Bref, les fondations de la nouvelle maison OCP sont en place. Cette reconstruction s'annonce, dans une conjoncture marquée par un ralentissement de l'économie mondiale. Cependant, cette situation conforte la stratégie du groupe. C'est une occasion pour accélérer le développement en continuant à investir et à saisir pleinement toutes les opportunités que la crise en cours offrira. Ces circonstances vont aussi permettre au groupe de parachever sa transformation.

Les périodes du ralentissement économique présentent les meilleures opportunités pour revoir les politiques de gestion adoptées, de ce fait, notre projet de fin d'étude porte sur l'optimisation de la maintenance des équipements de production et la logistique qui lui est associée.

A travers ce rapport nous présentons notre travail sous forme de quatre parties principales.

La première partie de ce projet consiste à proposer une politique de maintenance optimale en faisant appel à l'approche AMDEC après une analyse des données statistiques relatives à la marche et aux arrêts, et l'établissement des modèles de fiabilité pour les principaux équipements des installations fixes.

En second lieu, nous avons étudié l'impact des moyens logistiques disponibles actuellement, de l'organisation des ateliers et de la politique d'approvisionnement et de gestion

des stocks, sur les performances de la fonction maintenance au sein de la Mine de phosphate de Benguérir.

Ainsi, nous avons proposé une politique de sous-traitance à la lumière d'une étude comparative des coûts de certaines tâches de la maintenance dans le cas de la sous-traitance et celui de la prise en charge par l'OCP.

En dernier lieu, et pour améliorer la gestion de la maintenance, nous avons proposé des améliorations du système de la GMAO implanté à l'OCP/Benguerir après une analyse de son fonctionnement et son rapport avec l'organisation actuelle.

Partie I

Présentation de l'entreprise

Cette partie est une présentation de la société d'accueil. Nous allons donner une brève présentation du groupe OCP, et nous présentons, par la suite, le site de Benguérir.

Présentation du groupe OCP

I.1.1. Introduction

Le Groupe OCP (abréviation d'Office Chérifien des Phosphates) est spécialisé dans l'extraction, la valorisation et la commercialisation de phosphate et des produits dérivés. Chaque année, plus de 30 millions de tonnes de minerais sont extraites du sous-sol marocain qui recèle les trois-quarts des réserves mondiales.

Premier exportateur mondial de phosphate sous toutes ses formes, le Groupe OCP écoule 95 % de sa production en dehors des frontières nationales. Opérateur international, il rayonne sur les cinq continents de la planète où il réalise un chiffre d'affaires annuel de 2,92 milliard de dollars à l'export (2007). (en 2008 : CA : 60,14 milliards de DH)

Moteur de l'économie nationale, le Groupe OCP joue pleinement son rôle d'entreprise citoyenne. Cette volonté se traduit par la promotion de nombreuses initiatives, notamment en faveur du développement régional et de la création d'entreprises.

Dans un contexte de concurrence accrue, le Groupe OCP poursuit la politique de consolidation de ses positions traditionnelles et développe de nouveaux débouchés avec une exigence sans cesse réaffirmée : améliorer la qualité de ses produits tout en maintenant un niveau élevé en matière de sécurité et de protection de l'environnement.

Fiche d'identité

- » Date de création de l'OCP : 1920
- » Date de création du Groupe OCP : 1975
- » Date de création d'OCP SA : 2007
- » Réserves de phosphate : 20 milliards de tonnes sur un total mondial de 50 milliards
- » Production : phosphate et dérivés phosphatés (acide phosphorique, engrais)

Sites de production :

Phosphate : Khouribga, Benguérir, Youssoufia, Boucraâ-Laâyoune

Dérivés : Safi, Jorf Lasfar

Ports d'embarquement : Casablanca, Jorf Lasfar, Safi, Laâyoune

Effectifs : 19.874 dont 856 ingénieurs et équivalents

Les chiffres clés 2007

Phosphates et produits dérivés

» Production marchande de phosphate (en millions de tonnes) : 31,7

» Parts de marché à l'international :

Phosphate : 45,5 %

Acide Phosphorique : 49,2 %

Engrais : 10,4 %

Phosphates sous toutes formes : 31,7 %

Résultats :

» Le chiffre d'affaires consolidé de l'année 2008 a plus que doublé par rapport à l'année 2007, passant de 28,9 milliards de dirhams à 60,14 milliards de dirhams.

I.1.2. Présentation du site OCP de Benguéir

- **Bref historique**

À 17 km à l'est de la ville de Benguéir et à 77 km de Youssofia, la mine à ciel ouvert de Benguéir est implantée dans la partie orientale du gisement de Gantour. Depuis 1965, le site fait l'objet d'une série d'études géologiques de reconnaissance et de valorisation. Son plan de développement a été conçu de façon à permettre une évolution progressive de la capacité de production. L'étape actuelle vise à faire passer le potentiel d'extraction de 3,10 à 4,5 millions de tonnes par an à l'horizon 2018.

Après extraction, le phosphate est acheminé par camions et par trains jusqu'aux industries chimiques de Safi ou à l'usine de traitement de Youssofia. Une partie de la production destinée à l'exportation est expédiée via les ports minéraliers de Jorf Lasfar et Casablanca.

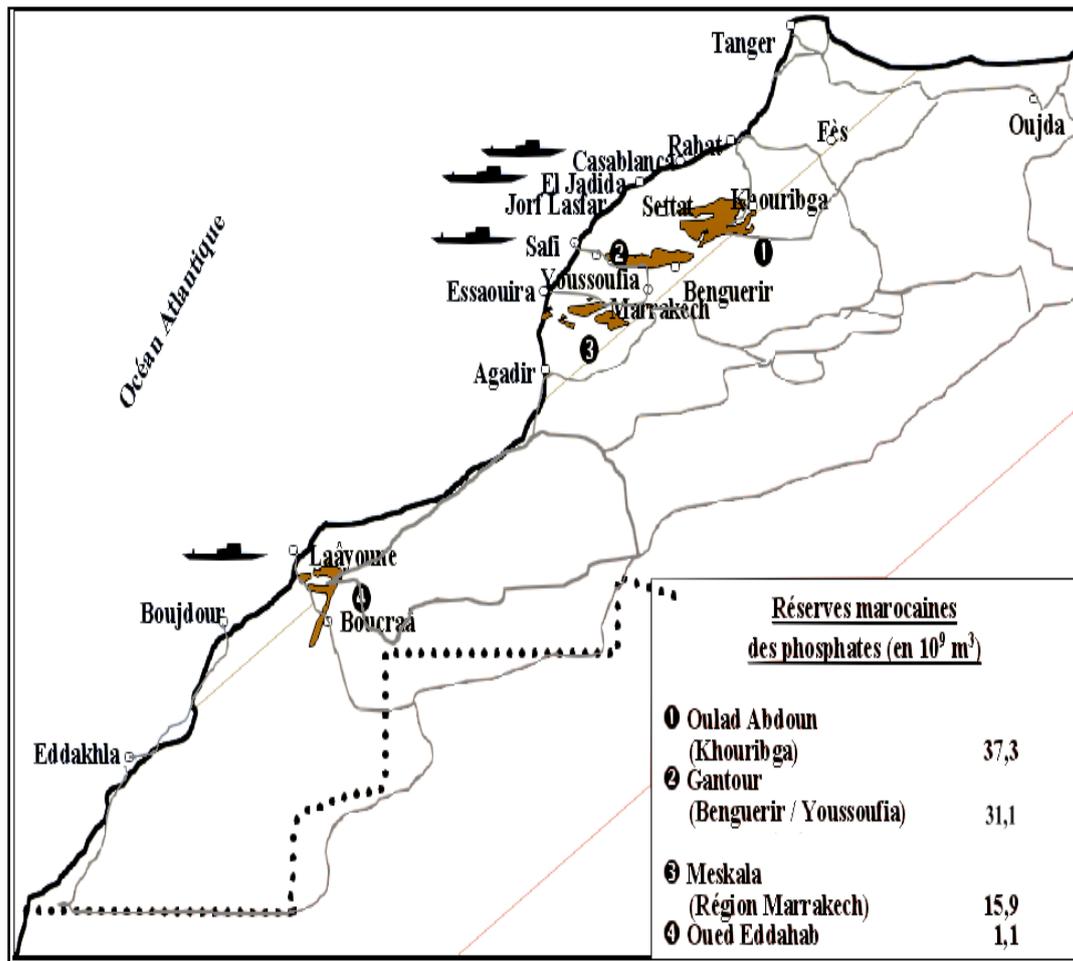


Figure 1 : réserves marocaines des phosphates

Les estimations des réserves de la mine de Benguerir s'élèvent à 1,744 milliards de mètres cubes. Avec la cadence actuelle de production, ces réserves vont assurer une exploitation d'au moins 3 siècles.

Le phosphate extrait de la mine de Benguerir est entièrement valorisé dans les installations des industries chimiques de Safi et aux usines de calcination de Youssoufia par voie ferroviaire.

I.1.3. Les étapes de production avec les moyens techniques

- **Sondeuses électriques « 45R » et diesel sur pneus « T4BH » et « SK60 »**



Foration : C'est une machine sondeuse destinée pour la foration des trous verticaux dans le sol disposés d'une façon bien déterminée, de telle sorte que l'on puisse utiliser des charges d'explosif a fin de sauter le terrain pour le rendre facile à décaper.

- **Sautage**



Sautage : C'est l'opération qui consiste à fragmenter les terrains durs par l'explosif « nitrate fuel ». Cette opération a pour but de remplir les trous forés par l'explosif en tenant compte d'un schéma de tir approprié.

- **Draglines de type : P&H, M7500 et 200B**



Décapage : C'est l'enlèvement des terrains morts pour accéder aux couches phosphatées au moyen de grande machine appelée dragline.

- **Chargeuses 992C WA800-3 ou pelles 155B.**



Défruitage : Consiste d'abord à procéder au gerbage du phosphate. Les tas constitués sont chargés sur des camions.

- **UNIT-RIG et HAULPAK de charge 136 T et LECTRA HAUL de charge 110 T**



Transport : Consiste à transporter le phosphate vers les trémies est assuré par les camions.

- **Traitements mécaniques :**

Le produit issu du chantier d'extraction subit une série de traitements (**Épierreage, Stockage, Reprise**) visant à réduire la quantité de stériles et à assurer la qualité requise par un mélange adéquat des différentes couches.



Épierreage : Le phosphate est versé dans deux trémies qui alimentent deux cribles de maille 90*90 mm destinés à l'élimination des grosses pierres. Ces dernières sont évacuées vers deux mises à teruil après avoir subi un re-criblage de récupération et une fragmentation dans un concasseur.



Stockage : Il est assuré par une machine appelée Stacker



Reprise : Le phosphate stocké par la machine stockeuse est repris par une machine appelée Roue-pelle.



Criblage : Le phosphate criblé est stocké dans un parc secondaire appelé parc d'homogénéisation, ils sont aux nombres de quatre, de 125000 m³chacun



Chargement des trains : Cette opération consiste à charger des wagons dans une station de chargement à double voie alimentée par une roue pelle via une trémie de réception et une cascade de convoyeurs. Le positionnement des wagons est commandé par deux locotracteurs.

I.1.4. Organigramme du pôle mines

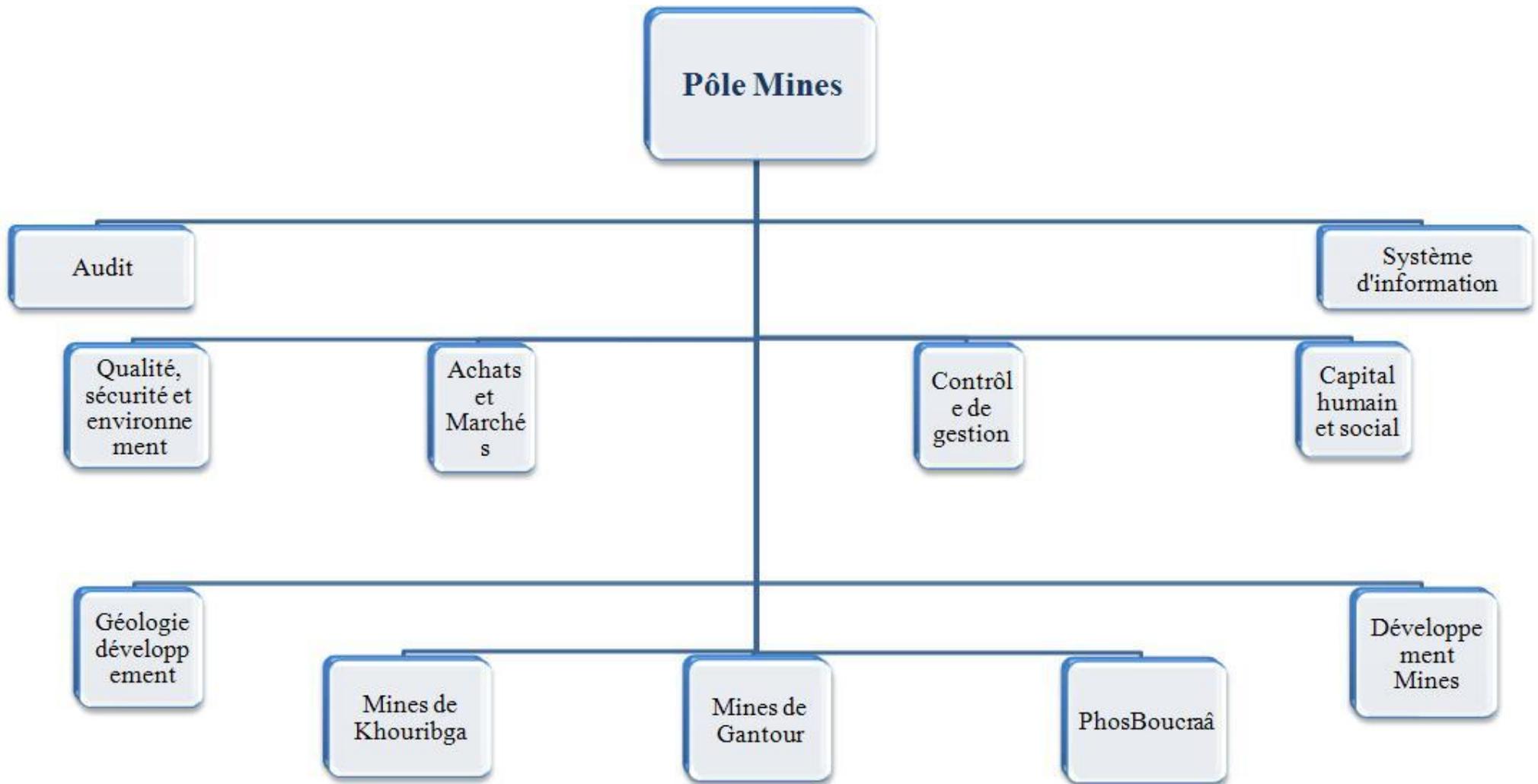


Figure 2: organigramme pôle mines janvier 2009

I.1.5. Organigramme du MNG (Pôle Mines Gantour)

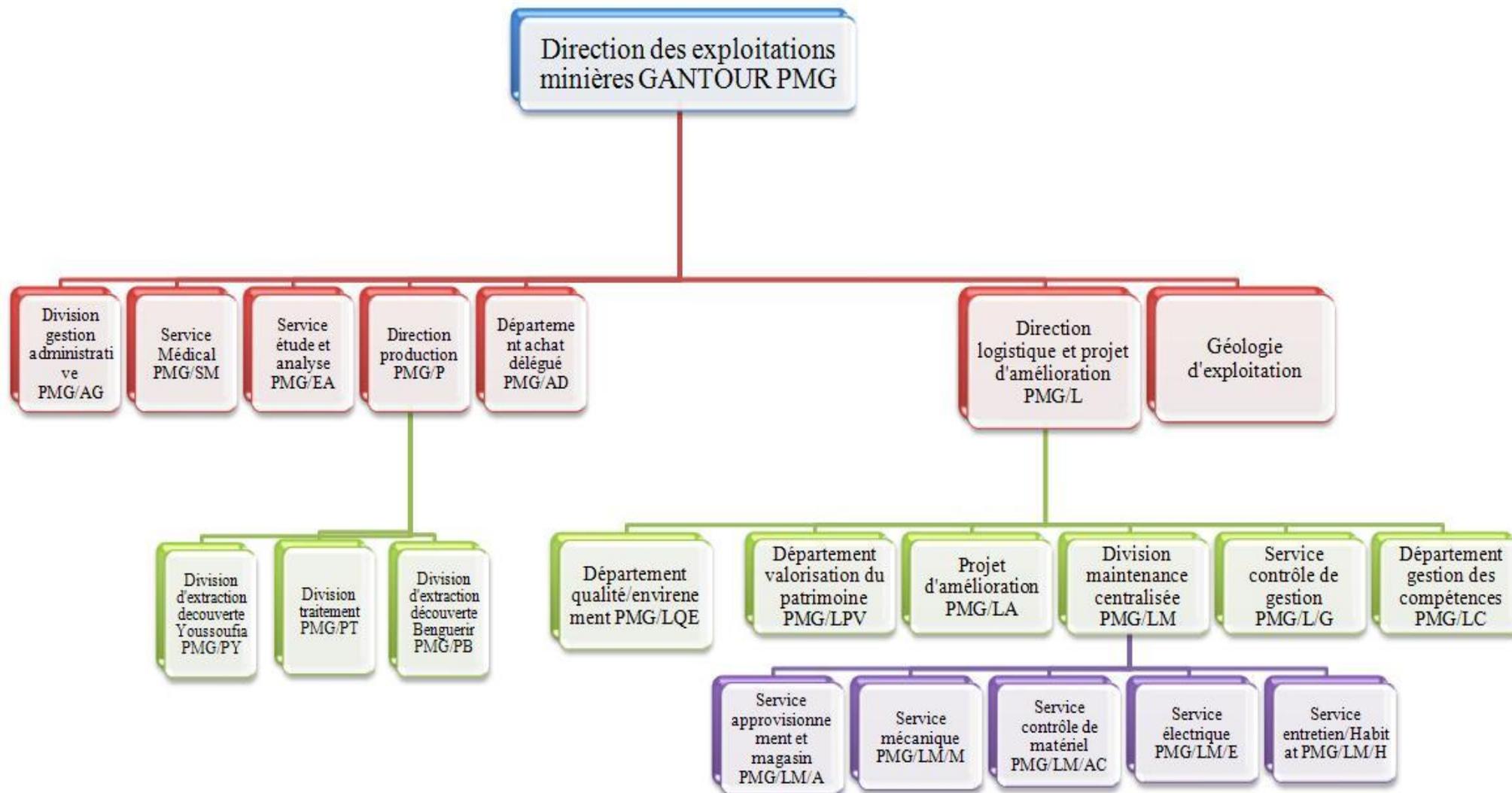


Figure 3: organigramme Direction des exploitations minières GANTOUR

La Division extraction de Benguérir est organisée en deux services opérationnels (Exploitation et Maintenance) et deux services fonctionnels (Méthodes & Planning, Contrôle de gestion).

Partie II

Intitulé de la partie

Par une analyse des données statistiques relatives à la marche et aux arrêts, établir les modèles de fiabilité des principaux équipements utilisés par l'OCP à Benguerir et proposer une politique de maintenance optimale en faisant appel à l'approche AMDEC.

INTRODUCTION :

La crise économique mondiale et son impact sur l'industrie des phosphates créent une opportunité pour le groupe OCP pour optimiser sa politique de maintenance. C'est dans ce contexte là que se justifie les actions entreprises par les entités de production et de maintenance pour améliorer les performances des équipements.

Résumé

Après une brève présentation et description des installations du périmètre étudié nous avons réparti l'étude en deux chapitres :

- Nous avons étalé les études menées dans le but de réaliser une analyse critique des temps d'arrêt et de marche des principaux équipements des installations en question, puis, en recourant à une méthode de résolution de problème, nous avons analysé les éléments des ces installations.
- Nous avons réalisé une analyse AMDEC et nous avons proposé une nouvelle politique de maintenance.

Chapitre I

Analyse des données statistiques relatives à la marche et aux arrêts

II.1.1. Introduction

Pour déterminer l'état actuel des installations et proposer des améliorations nous avons mené une analyse des données statistiques relatives aux états de marche et d'arrêt.

Nous cherchons par cette analyse à donner les liens pouvant exister entre les différents paramètres et à en tirer des informations statistiques qui permettent de décrire de façon succincte les principales informations contenues dans ces données.

II.1.2. Présentation des installations du périmètre étudié

• Introduction

Avant d'entamer le cœur du sujet nous commençons par une description des installations étudiées.

Les installations ont pour rôle le traitement mécanique du phosphate.

Cette opération vise à réduire la quantité de stériles et à assurer la qualité requise par un mélange adéquat des différentes couches de phosphate produites par la mine.

Pour cela la matière passe par les étapes suivantes :

➤ L'épierrage :

Les camions de chantier sont déchargés dans deux trémies de réception alimentant deux cribles épierreurs de maille 90 x 90mm destinés à l'élimination des gros blocs stériles. Ces derniers sont évacués vers deux terrils après avoir subi un recriblage de récupération et une fragmentation dans un concasseur à mâchoires. Le phosphate épierré est acheminé vers un parc de stockage de capacité 4 x 77500 m³ doté de deux stockeuses à translation sur rails.

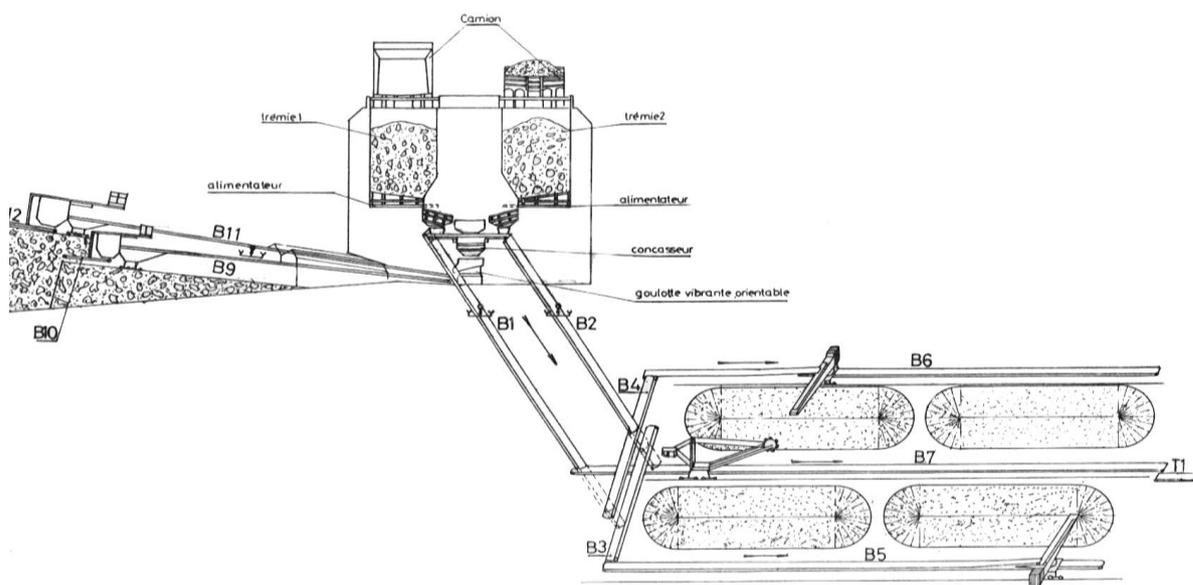


Figure 4: installation épierrage

➤ Le criblage :

Après la caractérisation chimique du produit stocké à l'étape précédente, les proportions de chaque couche dans le mélange sont déterminées et on procède au déstockage du produit par roue pelle. Il est ensuite acheminé via une liaison de convoyeurs vers la station de criblage dotée de cinq cribles de maille de 10 x 10 mm.

Le stérile de ce stade est acheminé vers deux autres terrils après avoir subi une opération de recriblage comme dans le stade précédent. Le produit criblé est acheminé vers des parcs de stockage d'une capacité de $4 \times 100000 \text{ m}^3$ pour être préhomogénéisé par une stockeuse à translation alternative.

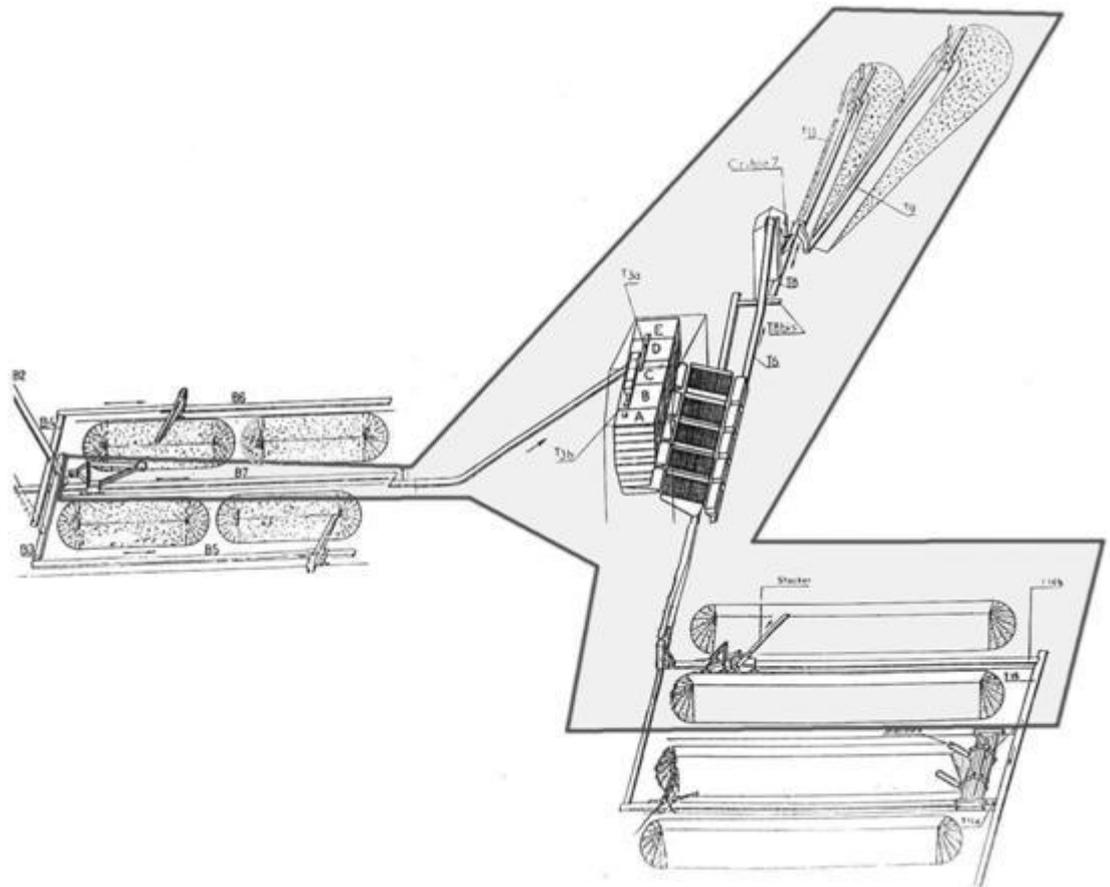


Figure 5 : installation criblage

➤ **Le chargement des trains :**

Cette opération consiste à homogénéiser le produit à l'aide d'un système de gratteurs et à charger des wagons dans une station de chargement à double voie alimentée par une roue pelle via une trémie de réception et une cascade de convoyeurs. Le positionnement des wagons est commandé par deux locotracteurs, un pour chaque voie.

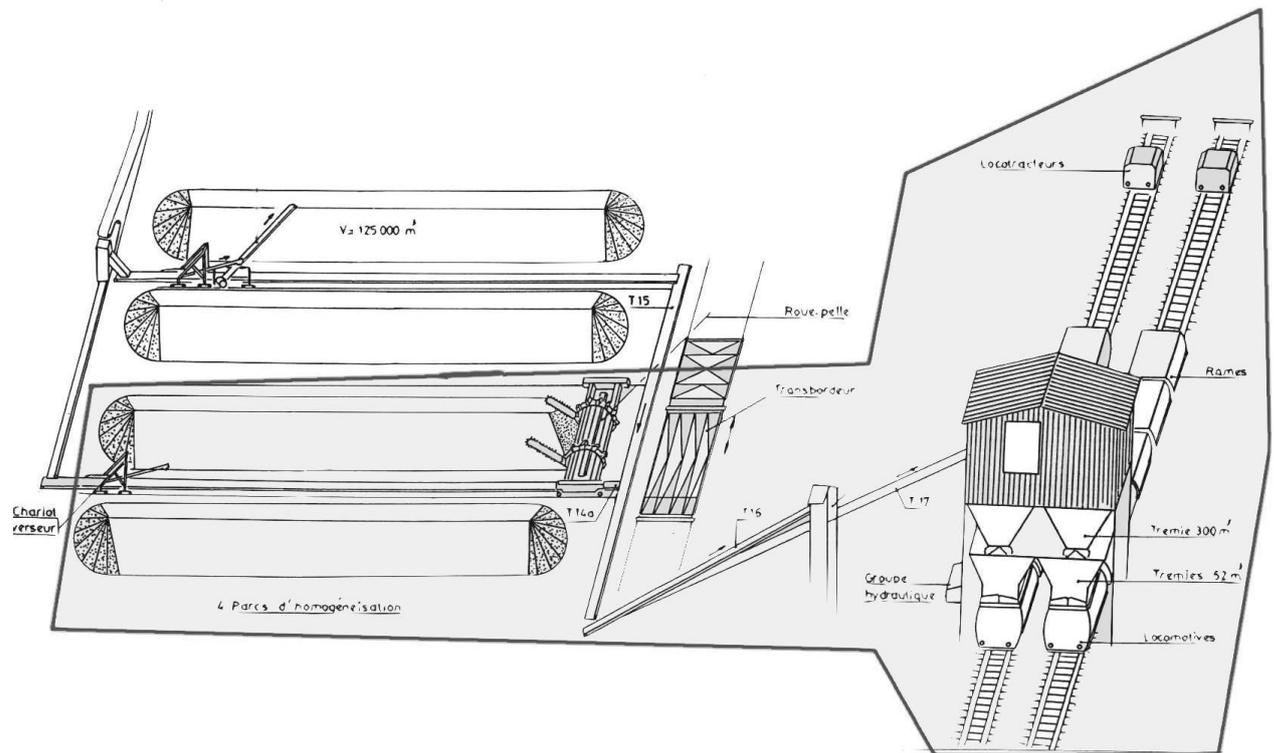


Figure 6 : installation de chargement

II.1.3. Analyse des données statistiques

Après avoir détaillé le fonctionnement et les rôles des installations fixes nous présentons les différents types de maintenance puis nous analysons les données statistiques liées au plan de maintenance actuel et aux heures de marche et d'arrêt.

- **Différents types de maintenance**

Généralement, la maintenance comprend trois aspects : le correctif, le conditionnel et le systématique. Nous commencerons par définir ces trois types de maintenance :

La maintenance corrective : elle consiste à n'agir qu'après défaillance et ceci pour éliminer le défaut moyennant un dépannage ou une réparation.

La maintenance conditionnelle : fait partie de la maintenance préventive et consiste à n'agir que suivant un événement révélateur provenant d'un suivi progressif du défaut qui est en général représenté par un seuil d'alerte. Ce suivi peut se faire par l'intermédiaire d'un capteur (mesure de température, de vibration ou de la teneur d'un lubrifiant) ou d'un diagnostic périodique.

La maintenance systématique : autre type de la maintenance préventive. Elle consiste à agir selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. Elle consiste à bien connaître l'historique des équipements et les processus de dégradation.

Il existe, aussi, un quatrième aspect de la maintenance, à savoir la **maintenance améliorative**. Cette dernière consiste à agir en proposant des améliorations ou des modifications de la conception initiale pour éliminer ou du moins diminuer les défaillances. Elle permet de déterminer leurs causes et de trouver des solutions ou des remèdes adéquats pour leur suppression.

Le plus souvent, une politique de maintenance est une combinaison des trois premiers aspects (on ajoute parfois le quatrième) et dépend de critères techniques et économiques.

Critères techniques :

- ✓ Impact sur la sécurité des personnes et du matériel
- ✓ Caractère de la défaillance (régulière ou aléatoire)
- ✓ Rythme de développement de la défaillance.

Critères économiques :

- ✓ Les coûts de la maintenance (directs et indirects)
- ✓ Le coût global de possession (LCC).

• **Plan de maintenance actuel**

Après avoir défini les différents types de maintenance, il est impératif avant de se lancer dans l'analyse des données statistiques d'étudier celle adoptée actuellement par les services mécaniques et électriques des installations fixes. Pour cette partie nous nous sommes basés sur les données de la GMAO concernant les installations étudiées pour la durée du 01/01/2008 au 01/01/2009, soit les données d'une année de production.

PLAN DE MAINTENANCE DES INSTALLATIONS	corrective	conditionnelle	systematique	améliorative	total(h)
temps	3620,05	1851,91	7,24	0	5479,2
fréquence	3363	3885	23	0	7271
pourcentage TEMPS	66%	34%	0%	0%	

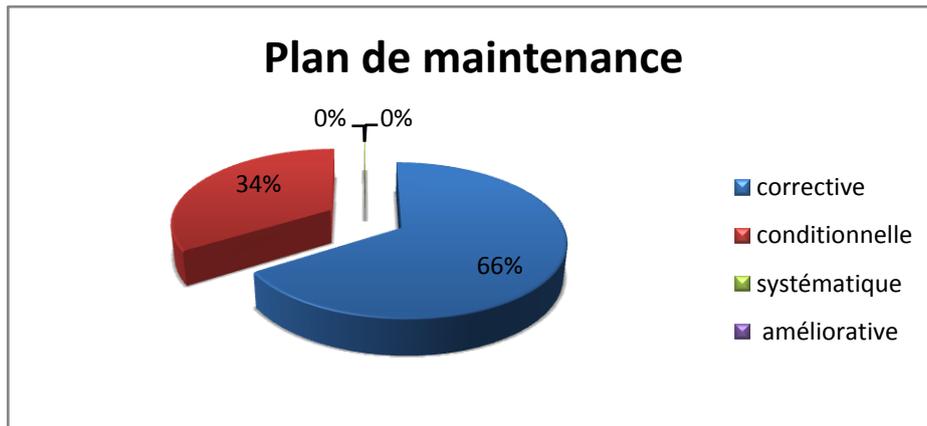


Figure 7 : plan de maintenance actuel

Nous remarquons que la majorité des interventions au niveau des installations fixes sont correctives, la maintenance systématique est quasi-absente.

- **Diagnostic du plan de maintenance actuel**

La base GMAO nous donne le plan de maintenance pour chaque équipement, les temps et les fréquences d'arrêt et d'autres indicateurs, par exemple, pour le chargement nous trouvons :

Groupe d'équipement: Installations

Equipements choisis: Chargement

Services Intervenant choisis: IF mécanique, IF électrique, Bull & camions, Electronique, Decapage production, Defruitage production, IF production, Mouvement de cable, Réseau électrique, Gz Sous ensemble

	Tous les arrêts en heures					Les arrêts de maintenance en heures				
	Exploitation	Exterieur	Materiel	Programmé	Total (h)	Corrective	Conditionnelle	Systematique	Améliorative	Total (h)
Temps réel	1 122,73	3 421,02	474,20	42,42	5 060,37	436,53	37,67	4,58	0,00	478,78
Temps masqué	37,67	0	0,666666666666667	0	38,3333333333333	2,33333333333333	0	0	0	2,33333333333333
Arrêt décidé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arrêt partiel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fréquence des arrêts					Fréquence des arrêts matériels				
	Exploitation	Exterieur	Materiel	Programmé	Total	Corrective	Conditionnelle	Systematique	Améliorative	Total
Temps réel	2877	1135	1305	15	5332	1179	100	14	0	1293
Temps masqué	99	0	2	0	101	8	0	0	0	8
Arrêt décidé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Arrêt partiel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Indicateur	valeur	unité
MTBF (*)	6,37	heures disponibles
MTBF (**)	2,32	heures de marche
MTTR	0,36	heures
Disponibilité Matériel	95	%
Disponibilité Globale	42	%

Figure 8 : informations données par la GMAO

Après collecte des données relatives aux temps d'intervention en maintenance pour les installations nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 1 : répartition par type de maintenance

		correctiv e	conditionnell e	systématique	Améliorativ e	total(h)
Trémie 1	temps	956,67	668,4	1,58	0	1626,6 5
	fréquence	440	1188	5	0	1633
	pourcentage TEMPS	59%	41%	0%	0%	
Trémie 2	temps	1052,08	483,42	1	0	1536,5
	fréquence	330	721	3	0	1054
	pourcentage TEMPS	68%	31%	0%	0%	
Chaîne de Criblage	temps	1124,27	650	0,08	0	1774,3 5
	fréquence	1367	1836	1	0	3204
	pourcentage TEMPS	63%	37%	0%	0%	
Axe stacker 1	temps	12,25	4,75	0	0	17
	fréquence	26	17	0	0	43
	pourcentage TEMPS	72%	28%	0%	0%	
Axe stacker 2	temps	38,25	7,67	0	0	45,92
	fréquence	21	23	0	0	44
	pourcentage TEMPS	83%	17%	0%	0%	
Chargement	temps	436,53	37,67	4,58	0	478,78
	fréquence	1179	100	14	0	1293
	pourcentage TEMPS	91%	8%	1%	0%	

Nous observons que la maintenance corrective domine les autres types de maintenance pour les différents équipements des installations fixes.

- **Analyse des données statistiques relatives des marches et des arrêts**

Pour cette partie nous nous sommes basés, aussi, sur les données de la GMAO concernant les installations fixes pour la durée du 01/01/2008 au 01/01/2009.

La GMAO donne les informations suivantes :

Tableau 2 : analyse des heures de marche et d'arrêt par équipement

Équipement	Bilan dans la période				Moyenne par jour			
	Heures de marche (HM)	Heures d'arrêt (AR)	Heures d'arrêt non identifiées (HT-AR-HM)	Nombre d'arrêts	Heures de marche par jour	Heures d'arrêt par jour	Heures d'arrêt non identifiées par jour	Nombre d'arrêts par jour
	0,00	18,33	8 779,67	31	0,00	0,05	23,95	0,08
Axe Stackers 1	5 553,00	82,95	3 162,05	69	15,17	0,23	8,60	0,19
Axe Stackers 2	5 370,00	87,83	3 340,17	72	14,67	0,24	9,09	0,20
Chargement	3 025,00	5 414,88	358,12	5488	8,27	14,79	0,94	14,99
Reprise	5 914,00	551,35	2 332,65	5097	16,16	1,51	6,34	13,93
Tremie 1	3 890,00	3 604,88	1 303,12	5082	10,63	9,85	3,52	13,89
Tremie 2	3 620,00	3 683,77	1 494,23	3934	9,89	10,06	4,04	10,75
Tremie1	0,00	0,17	8 797,83	1	0,00	0,00	24,00	0,00
Tremie2	0,00	1,25	8 796,75	3	0,00	0,00	24,00	0,01
Total	27 372,00	13 445,42	38 364,58	19777	74,79	36,74	104,48	54,04

HT = Heures théoriques dans la période = 8798 heures = 366 jours

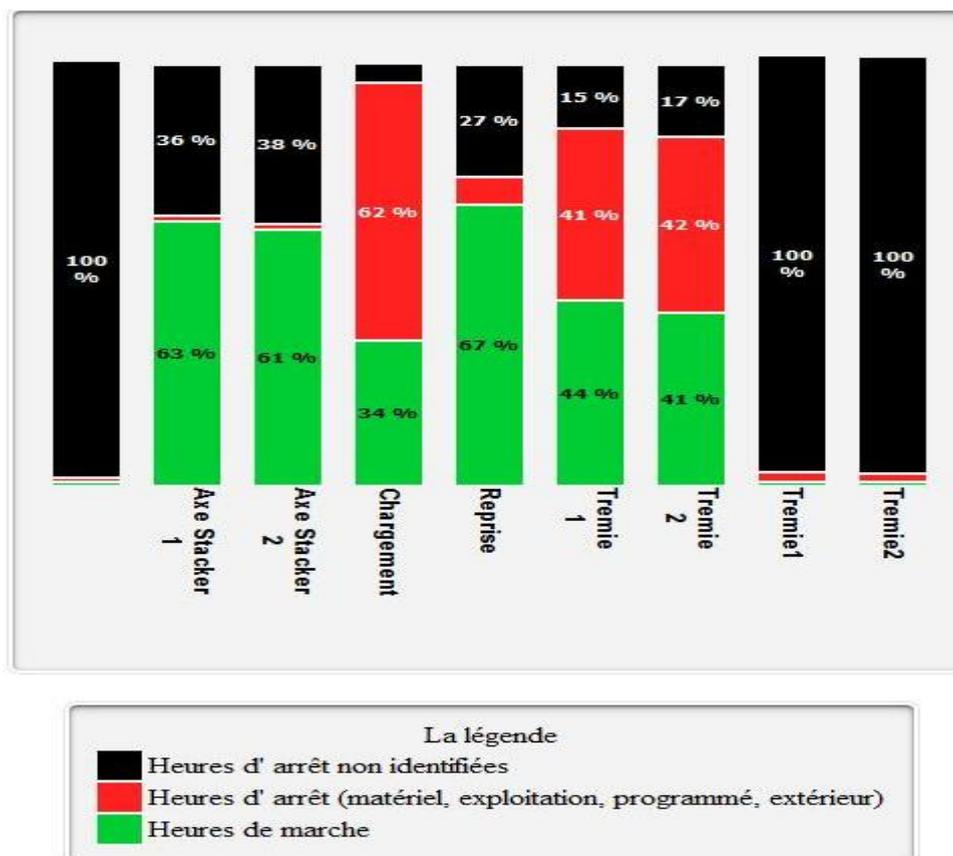


Figure 9 : Répartition des heures de marche et d'arrêt par équipement en %

Le graphe ci-dessus présente des pourcentages importants des heures d'arrêt non identifiées, ce qui influe sur la qualité de l'information que fournit l'outil GMAO.

- **Répartition des heures de marche et d'arrêt**

Nous analysons dans ce qui suit la répartition des heures de marche et d'arrêt des installations fixes pour la période du 01/01/2008 au 01/01/2009

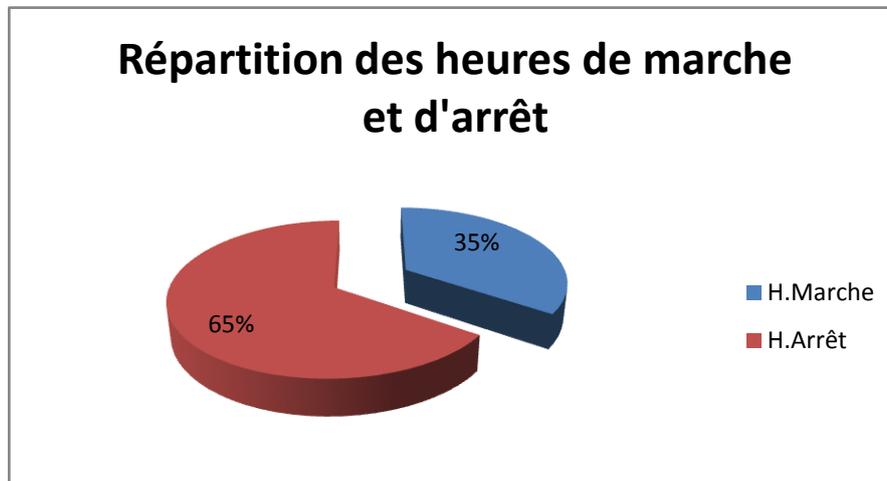


Figure 10 : Heures de marche et d'arrêt

Nous constatons que, en moyenne, 65% des heures sont des arrêts alors que dans ces arrêts nous trouvons 74% non identifiés :

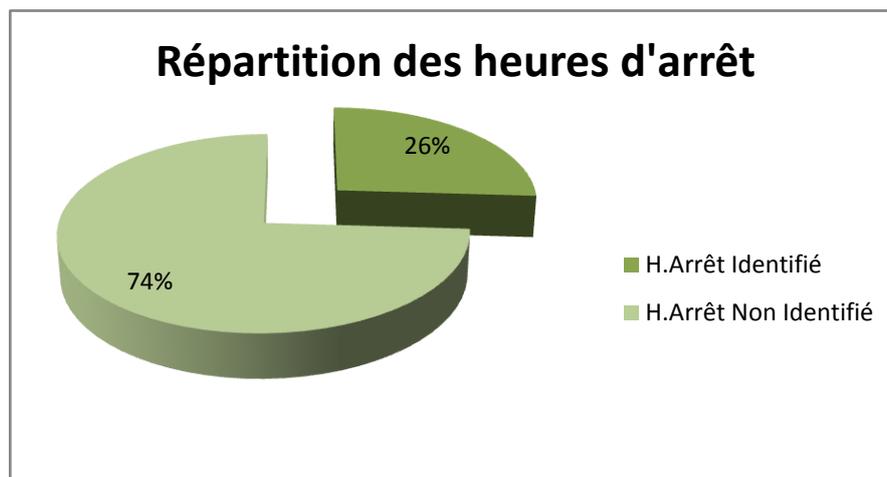


Figure 11 : répartition des heures d'arrêt

Vu le pourcentage élevé des heures non identifiées, la base GMAO reste incapable de nous communiquer des informations fiables et interprétables.

- **Analyse de fiabilité des composants des machines**

Définition de la fiabilité

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction acquise dans des conditions données pendant un temps donné ou « caractéristique d'un bien exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné ».

A la notion de temps on peut assimiler :

- le nombre de cycles effectués \Rightarrow **machine automatique.**
- la distance parcourue \Rightarrow **matériel roulant.**
- le tonnage produit \Rightarrow **équipement de production.**

- **Commentaires**

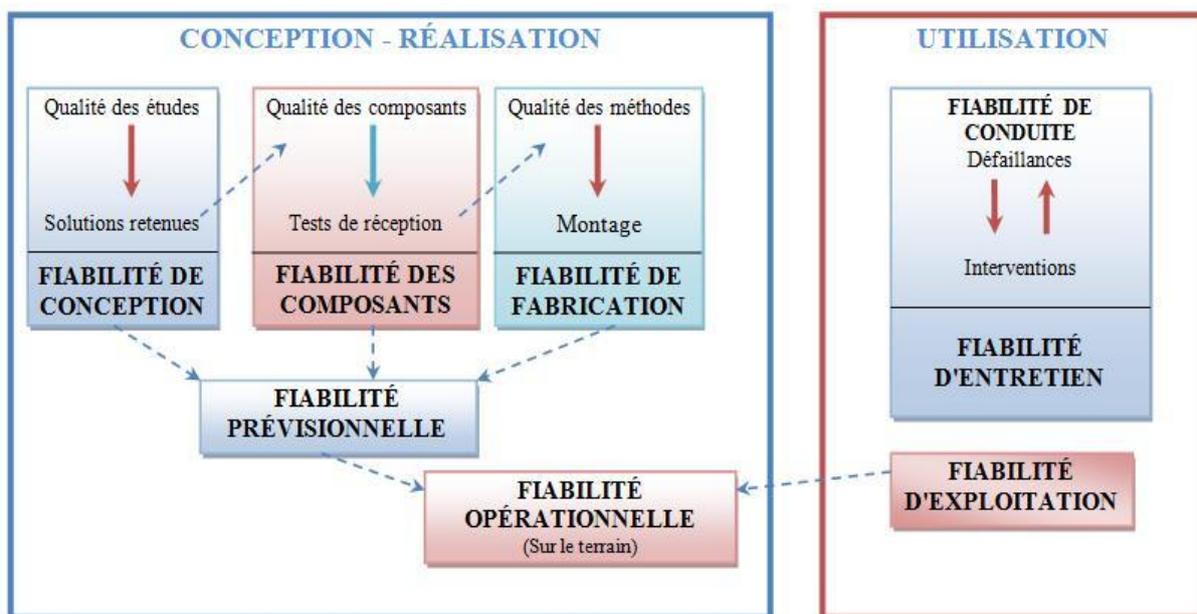
* Un équipement est fiable s'il subit peu d'arrêt pour pannes.

* La notion de fiabilité s'applique :

- à un système réparable
- à des systèmes non réparables .

La fiabilité peut se caractériser par : **M.T.B.F**

(**Mean Time Between Failure**) que l'on peut traduire par : **Moyenne des temps de bon fonctionnement.**



Temps de bon fonctionnement

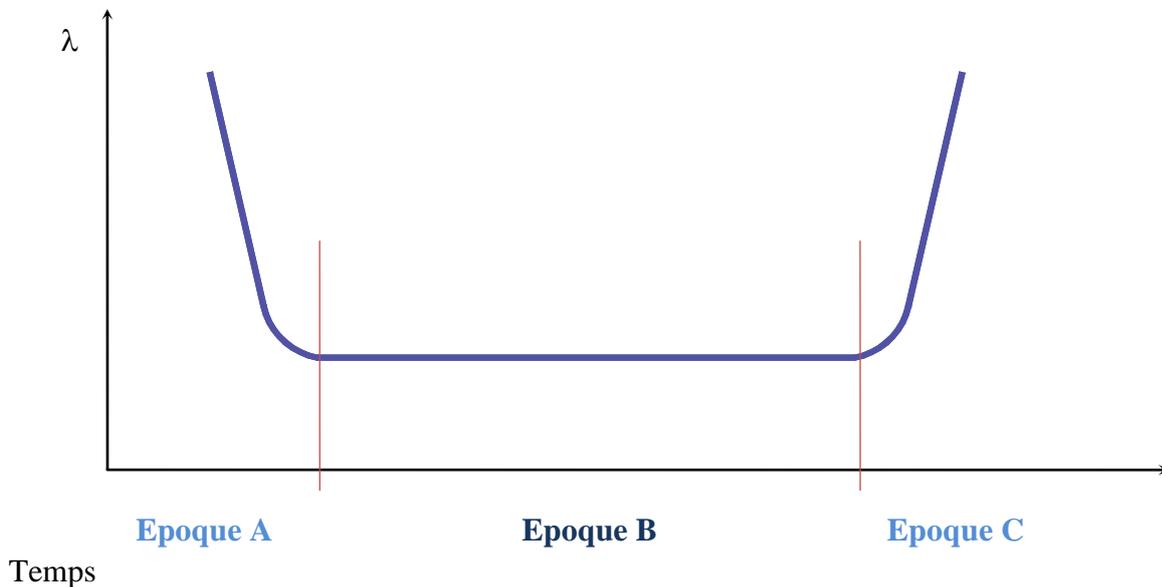
$$\text{M.T.B.F} = \frac{\text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de périodes de bon fonctionnement}}$$

- **Le taux de défaillance λ (lambda) :**

On l'appelle également **taux de panne**, il est égal à l'unité de temps sur le MTBF

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

Pour un équipement (système réparable) le taux de défaillance se traduit souvent par une courbe mettant en évidence 3 époques de la vie de l'équipement "**courbe en baignoire**".



A → Epoque des défaillances précises (défaut de jeunesse ou de vernissage).

B → Durée de vie utile, fonctionnement normal, défaillance aléatoire indépendante du temps.

C → Epoque de défaillances d'usure ou panne de vieillesse.

- **La disponibilité**

La disponibilité est en maintenance la caractéristique essentielle d'un système. L'améliorer ou du moins la conserver à son meilleur niveau est l'objectif prioritaire de la maintenance.

La disponibilité est la capacité que possède un système à pouvoir assurer un service dans des conditions données et à un instant t. Autrement dit, un système présentant une bonne disponibilité est un système rarement en défaillance et dont les avaries sont de courtes durées.

- **Méthodologie**

La disponibilité dépend donc de la MTBF et de la MTTR (Moyenne des temps Techniques de réparation).

$$\text{Disponibilité} = D = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Le schéma suivant présente les trois niveaux de la disponibilité :

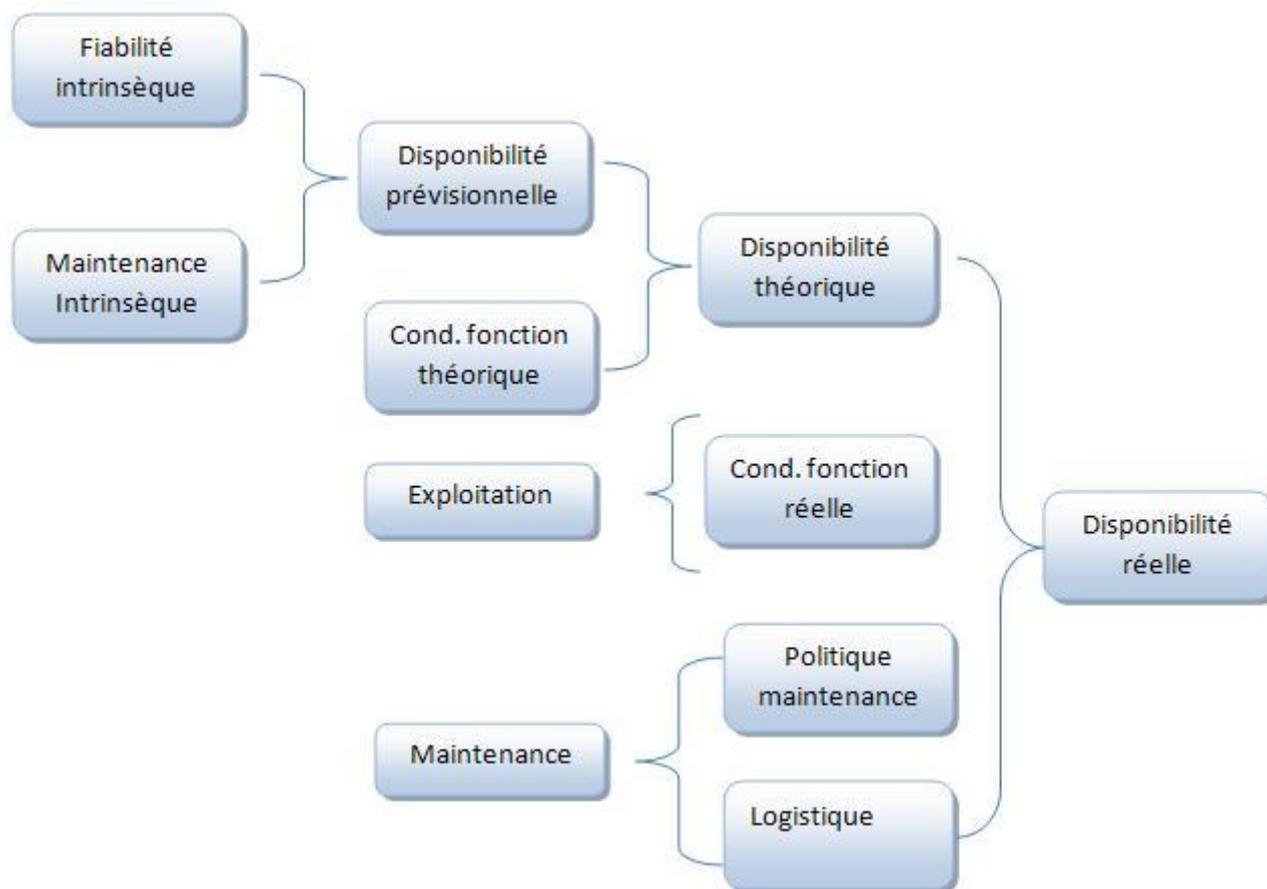


Figure 12 : les trois niveaux de la disponibilité

A l'aide des données de la GMAO nous avons pu déterminer les MTBF, MTTR et les taux de disponibilité pour les principaux équipements des installations fixes.

Tableau 3 : MTBF et MTTR des équipements

Indicateur	trémie1	trémie2	axe stacker1	axe stacker2	Reprise	chargement	total
MTBF (*)	16,79	22,53	274,05	416,46	5,18	6,37	741,38
MTBF (**)	8,35	10,58	173,53	255,71	4,04	2,32	454,53
MTTR	2,06	3,16	0,45	1,82	0,82	0,36	8,67
Disponibilité Matériel	89%	88%	100%	100%	86%	95%	
Disponibilité Globale	63%	63%	99%	99%	94%	42%	

Tableau 4 : pourcentage des MTBF et MTTR des équipements

	trémie1	trémie2	axe stacker1	axe stacker2	Reprise	chargement
MTBF (*)	2%	3%	37%	56%	1%	1%
MTBF (**)	2%	2%	38%	56%	1%	1%
MTTR	24%	36%	5%	21%	9%	4%

(*) Définition 1 : $MTBF = (Heures\ théoriques - Heures\ d'arrêt\ matériel) / Nombre\ d'arrêt$

(**) Définition 1 : $MTBF = Heures\ de\ marche / Nombre\ d'arrêt$

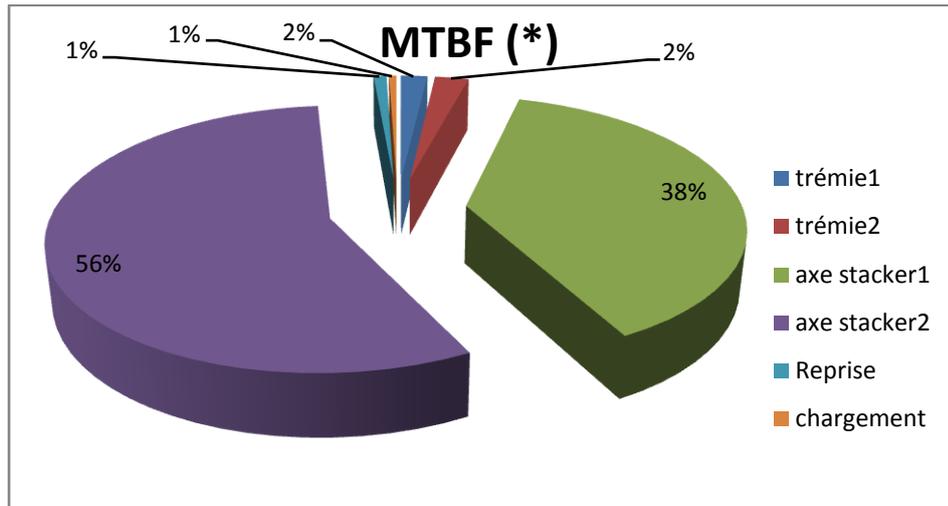


Figure 13 : répartition des temps de bon fonctionnement

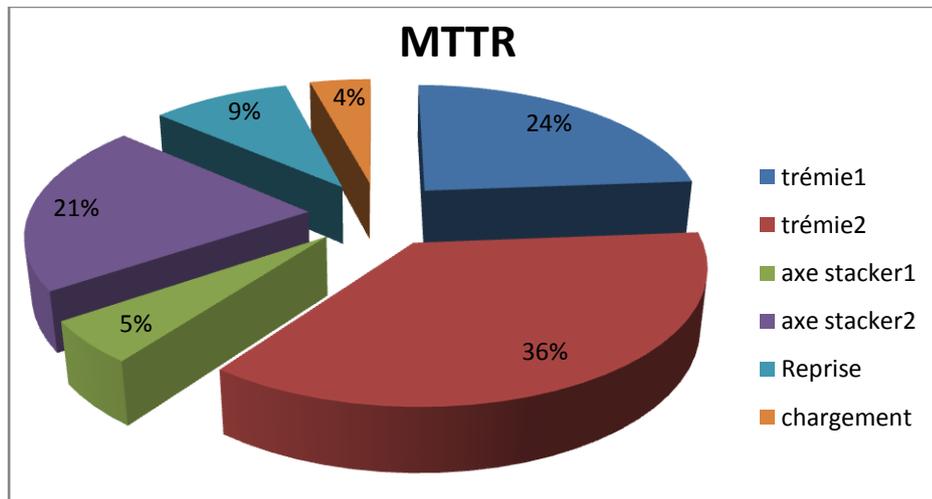


Figure 14 : répartition des temps de réparation

D'après l'analyse des MTTR et des MTBF nous constatons que les trémies 1 et 2 ont un temps de bon fonctionnement faible et un temps de réparation important.

Pour déterminer des solutions aux problèmes des pannes nous suivons une démarche méthodologique de résolution de problème.

II.1.4. Présentation de la démarche de résolution de problème :

La démarche de résolution de problème demande de passer par quatre étapes dont les frontières sont assez précises. Il s'agit de l'identification du problème, de la recherche des causes, de la recherche des solutions et de l'implantation de la solution.



Figure 15 : les étapes de résolution de problème

Ces quatre étapes se retrouvent d'ailleurs dans le fameux cycle PDCA de W. Edward Deming (amélioration continue).

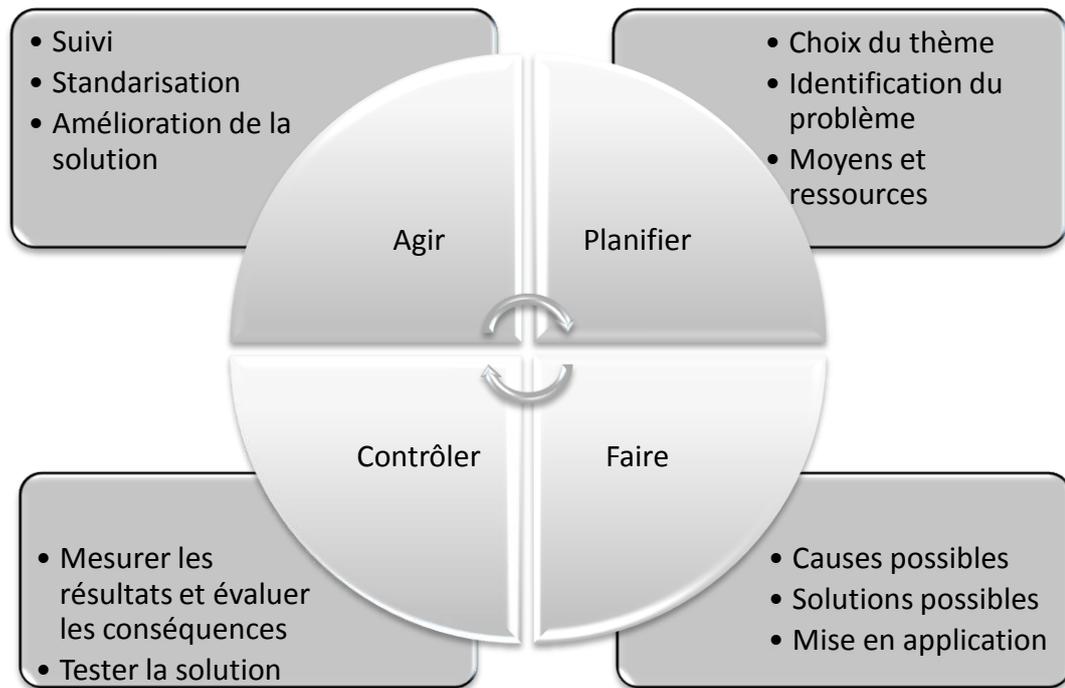


Figure 16 : Cycle PDCA

Le cycle PDCA complète la démarche proprement dite de la résolution du problème en ajoutant des étapes qui portent sur le suivi et le raffinement de la mise en application. Dans une démarche d'amélioration continue de la qualité, ce cycle se répète pour former une spirale d'amélioration.

Pour résoudre définitivement nos problèmes et améliorer la situation actuelle nous avons suivi les étapes détaillées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Les étapes de résolution de problème

Mots clefs	Etapes
<p>1^{er} mot clef: Planifier</p> <p>Objectifs : Poser le vrai problème, trouver les causes racines et choisir les solutions optimums.</p>	<p>* Etape n°1: Poser le problème Cette étape est constituée de trois phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier le problème. - Mesurer la situation actuelle grâce à la définition d'un indicateur représentatif de problème. - Définir l'objectif. <hr/> <p>* Etape n°2 : Trouver les causes racines Cette étape est constituée de trois phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les causes. - Visualiser les causes. - Valider les causes principales.

	<p>* Etape n°3 : Choisir des solutions optimums</p> <p>Cette étape est constituée de deux phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les solutions. - Sélectionner les solutions.
<p>2^{ème} mot clef :</p> <p>Faire</p> <p>Objectifs :</p> <p>Etablir le plan d'action, mettre en place toutes les actions indiquées dans le plan d'action.</p>	<p>* Etape n°4 : Mettre en œuvre la solution retenue</p> <p>Cette étape est constituée de trois phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rédiger un plan d'action, - Réaliser toutes les actions définies
<p>3^{ème} mot clef :</p> <p>Contrôler</p> <p>Objectifs :</p> <p>Vérifier que les actions mises en place sont efficaces et atteignent l'objectif défini.</p>	<p>* Etape n°5 :</p> <p>Mesurer les résultats des solutions mises en place et les comparer à la situation initiale.</p>
<p>4^{ème} mot clef :</p> <p>Agir</p> <p>Objectifs :</p> <p>Vérifier que les actions mises en place sont efficaces dans le temps.</p> <p>Formaliser les actions, les généralisées et valoriser les acteurs</p>	<p>* Etape n°6 :</p> <p>Cette étape est constituée de trois phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formaliser les solutions, - Valoriser le groupe de travail et les personnes ayant mis en œuvre les actions.

II.1.5. Application de la démarche:

La démarche est appliquée sur tous les équipements des installations fixes, nous présenterons dans ce qui suit un exemple d'application sur les alimentateurs.

Etape n°1 : positionnement du problème

- *Identification du problème :*

De l'analyse des temps d'arrêt et de marche, il ressort que les alimentateurs ont une fréquence et une durée de pannes élevées, ce qui exige un suivi rigoureux et des interventions sur les paramètres de marche.

Cette instabilité au niveau des alimentateurs influence sur la productivité des installations fixes d'épierrage.

- *Mesure de la situation actuelle :*

Il est nécessaire de définir un ou plusieurs indicateurs représentatifs du problème car dans la partie "Contrôle de la démarche", il faudra comparer la valeur des indicateurs à celle de la situation initiale. Cela permettra de vérifier que le problème a été correctement résolu.

Dans notre cas nous prenons la MTBF et le MTTR des alimentateurs comme indicateurs.

Etat actuel :

Indicateur	alimentateur1	alimentateur2
MTBF	8,35	10,58
MTTR	2,06	3,16

- *Définition de l'objectif :*

L'objectif de notre étude est de :

- Réduire le MTTR de 20%
- Augmenter la MTBF de 20%

Etape n°2 : recherche des causes racines

Pour tenter de surpasser notre problème, il faut connaître toutes les causes qui peuvent lui donner naissance à savoir "les cinq M", puis en cherchant leur poids relatif, nous pouvons déterminer sur quelles causes agir en priorité.

Le diagramme causes - effet est une représentation graphique simple qui, pour un effet (un défaut, une caractéristique, un phénomène...), tente d'identifier l'ensemble des causes, des facteurs potentiels pouvant l'affecter.

Le diagramme causes - effet n'apporte pas directement de solutions, il permet néanmoins de bien poser le problème.

- *Recherche des causes :*

Nous avons recensé le maximum de dysfonctionnements que nous avons classé pour en déduire les causes. Nous avons tout d'abord repris le but de notre analyse qui est de réduire le temps et la fréquence d'arrêt et nous avons classifié les causes des dysfonctionnements en quatre familles, Matériels, Matières, Méthode et Main-d'œuvre. La famille des causes Milieu a été ignorée parce qu'il n'influence pas sur notre objectif.

Dans ce qui suit nous résumons les grandes causes selon la famille :

➤ **Le matériel :**

- Au niveau des moteurs nous avons enregistré des grippages des roulements et cramage du stator,
- Au niveau du réducteur il y a la cassure de l'arbre liant le réducteur avec le moteur,
- Usure du caoutchouc des silentblochs du système bielle,
- Mauvais graissage pour certains éléments.

Assurer un bon fonctionnement du matériel, c'est suivre l'équipement par une maintenance préventive, un contrôle rigoureux, des interventions à temps et une parfaite documentation.

➤ **La matière :**

La matière première vient directement des gisements et contient des grosses pierres, lors du déchargement des camions, sa chute provoque une dégradation des tôles de la table et des trémies.

➤ **La méthode :**

La planification des arrivées des camions doit être organisée d'une façon qui diminue le temps d'attente des camions lors du déchargement et qui garantie une alimentation permanente des trémies.

➤ **La main d'œuvre:**

La manière de diffusion et de circulation de l'information entre le service production et les services maintenances des installations fixes doit être systématique et efficace.

Le non respect des plannings de graissage et abandonnement du graissage des points bouchés sans être déclarés.

- *Visualisation des causes :*

L'outil utilisé pour visualiser les causes est le diagramme "causes effets" appelé diagramme d'ISHIKAWA ou diagramme en arête de poisson.

Construire un diagramme Cause-Effet, c'est construire une arborescence, qui de l'effet (phénomène à étudier = tronc) va remonter jusqu'aux causes possibles (branches), jusqu'aux causes secondaires (petites branches) et jusqu'aux détails (feuilles).

Ce type de diagramme est utilisé pour :

- Comprendre un phénomène, un processus ; par exemple les étapes de recherche de panne sur un équipement, en fonction du/des symptôme(s).
- Analyser un défaut ; remonter aux causes probables puis identifier la cause certaine.

- Identifier l'ensemble des causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée, afin de trouver des solutions.
- Il peut être utilisé comme support de communication, de formation.
- Il peut être vu comme une base de connaissances.

- *Valider les causes :*

Après le recensement et l'identification de toutes les causes qui influent sur les performances des alimentateurs, il faut choisir celles que nous allons valider sur le terrain. Pour cela, nous considérons comme causes majeures les éléments suivants :

- Usures des silentblocs
- Cassure de l'arbre liant le moteur et le réducteur

Étape n°3 : choix des solutions optimales

Nous voyons que l'analyse AMDEC est la meilleure méthode pour déterminer des solutions à ces problèmes, pour cela nous adaptons cette analyse dans ce qui suit pour atteindre aux objectifs fixés.

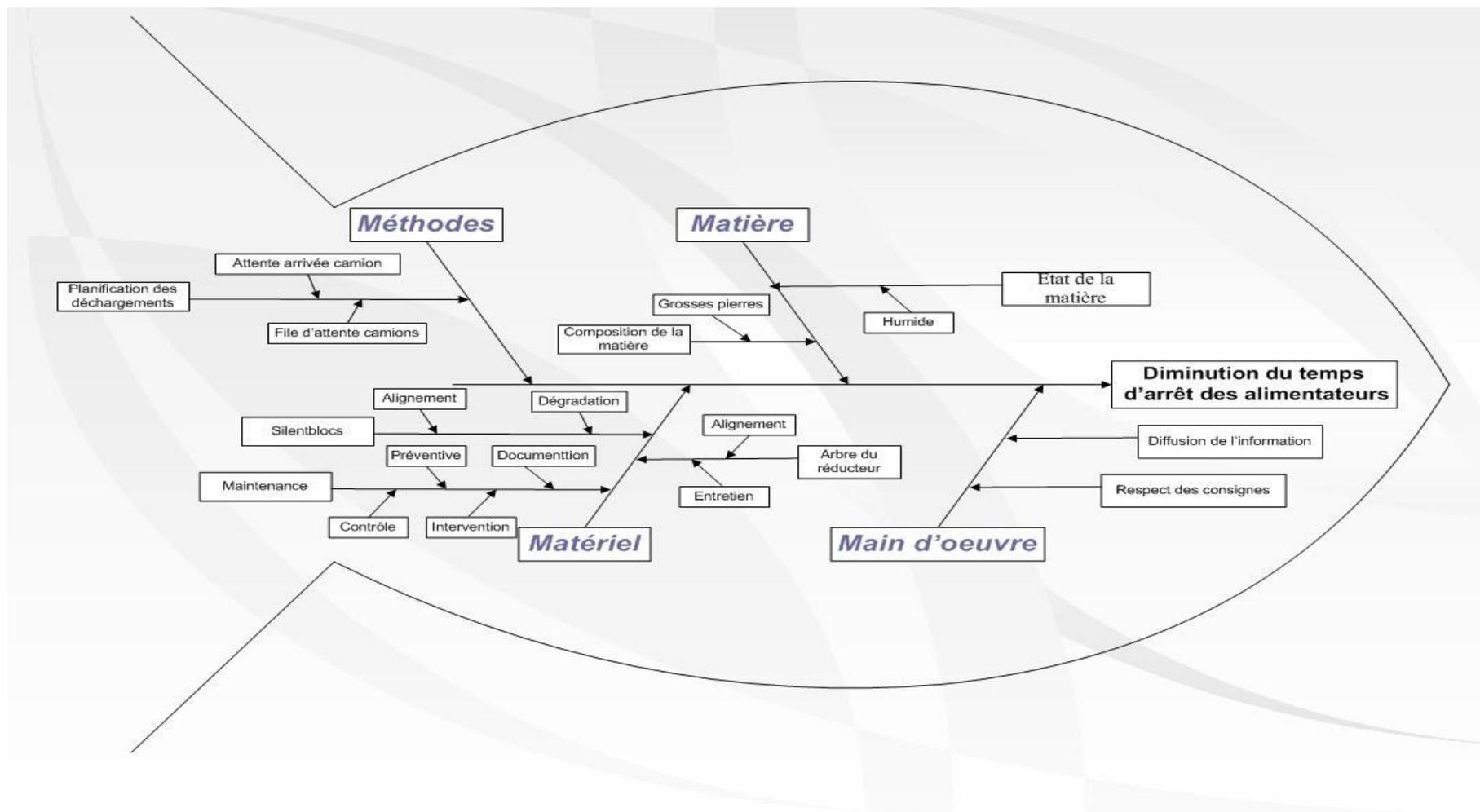


Figure 17 : diagramme causes-effets pour les alimentateurs

Conclusion:

La démarche de résolution de problème peut être très utile dans l'entreprise si on adopte une discipline rigoureuse dans son utilisation.

Comme toute méthode de travail, la tentation est souvent forte de ne pas l'employer et de se laisser aller à des méthodes moins systématiques en espérant qu'on sortira quand même, sans trop d'effort.

Nous avons essayé de respecter cette démarche dans toutes les étapes de l'étude.

Chapitre II

Analyse AMDEC des installations fixes et proposition d'une nouvelle politique de maintenance

Résumé

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés du système, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives.

L'évaluation qualitative des défaillances a été menée avec les membres de l'équipe de maintenance et a permis d'identifier les modes, causes, effets et détections relatifs à chaque élément des équipements des installations fixes.

Après la réalisation de cette étude la proposition d'une politique de maintenance devient évidente.

II.2.1. Introduction

L'AMDEC (Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité) traduction française du sigle FMECA (Failure Modes and Effects and Critically Analysis) est une technique d'analyse rigoureuse qui a pour objectif la maîtrise de la sûreté de fonctionnement (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et Sécurité) des systèmes industriels par l'analyse détaillée de tous les risques de défaillance.

L'AMDEC est une méthode participative. En effet, c'est une méthode qui est basée sur la mise en commun des compétences dans le cadre d'un groupe de travail pluridisciplinaire. Elle consiste à identifier de façon inductive et systématique les risques de défaillance d'un système, puis à rechercher leurs origines et leurs conséquences. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de définir ensuite les actions correctives à entreprendre, dans l'ordre d'urgence et d'importance.

II.2.2. Présentation détaillée de la démarche AMDEC

• Définition générale

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe, très efficace pour la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chacun des participants. Elle conduit à la mise en place d'actions correctives.

• Différents types d'AMDEC

Il existe principalement trois types d'AMDEC :

➤ AMDEC produit :

Elle s'applique en phase de conception du produit et vise l'amélioration de la fiabilité de celui-ci.

➤ AMDEC processus :

Elle s'applique à la gamme de fabrication du produit et vise l'amélioration de la qualité de celui-ci.

➤ AMDEC moyen de production :

Elle concerne le moyen de production (machines, installations,...) et vise le « zéro défaut, zéro panne » ; en agissant sur les causes pour augmenter la Capabilité et la fiabilité, en améliorant : La Maintenabilité, la Disponibilité, la Sécurité des opérations et en détectant le plus tôt possible les défaillances.

• Déroulement de la méthode

Pour réaliser une AMDEC, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent. Pour cela, la méthode AMDEC est divisée en 5 étapes :

- Initialisation
- Analyse fonctionnelle
- Analyse des défaillances
- Hiérarchisation des défaillances
- Décision des actions correctives menées.

Phase 1: initialisation

- La définition du système
- La définition des objectifs de l'étude
- La délimitation de l'étude
- La constitution du groupe de travail (Un nombre de cinq à huit)
- Planification des réunions
- La rédaction d'une feuille de synthèse.

Phase 2 : analyse fonctionnelle

Ses buts sont :

- De fournir une description de chaque moyen de production, d'établir une liste de toutes les fonctions et interfaces avec d'autres équipements et le milieu environnant qui leur sont directement rattachés.
- De permettre l'identification de toutes les défaillances fonctionnelles potentielles (en incluant les défaillances des interfaces de sortie).

➤ Analyse fonctionnelle externe

Cette analyse permet de faire s'exprimer le groupe sur les fonctions qui lient des milieux extérieurs au système.

➤ Analyse fonctionnelle interne

Permet de représenter les sous-ensembles et éléments nécessaires pour que les fonctions définies soient remplies.

Phase 3 : Analyse des défaillances

Après la décomposition fonctionnelle, l'analyse AMDEC consiste à dégager les modes de défaillances, leurs effets et leurs causes.

Le mode de défaillance s'exprime par la manière dont un équipement vient à ne plus remplir sa fonction.

La cause de la défaillance correspond à l'anomalie initiale susceptible de conduire au mode de défaillance.

L'effet de la défaillance concrétise la conséquence du mode de défaillance.

Phase 4 : Hiérarchisation des défaillances

Le grand nombre de défaillances répertoriées et analysées lors de la phase précédente nécessite d'introduire une certaine hiérarchisation afin de pouvoir isoler les plus 'critiques'.

Phase 5 : Décision des actions correctives menées

Elle consiste à présenter des recommandations et dégager la politique de maintenance adéquate.

II.2.3. Application de la méthode AMDEC aux principaux équipements des installations fixes:

- **Initialisation**

- **La définition du système**

Comme il est déjà mentionné, les installations fixes se composent de trois chaînes à savoir :

- La chaîne d'épierrage
- La chaîne de criblage
- La chaîne de chargement.

Une analyse des heures d'arrêt et de marche montre que les alimentateurs enregistrent les temps d'arrêt les plus importants, alors, nous présentons dans ce qui suit les alimentateurs comme un exemple du travail effectué.

Les autres éléments sont détaillés, en annexe, sur la grille AMDEC.

Les graphes ci-dessous présentent la répartition des heures et des fréquences d'arrêt pendant les cinq dernières années.

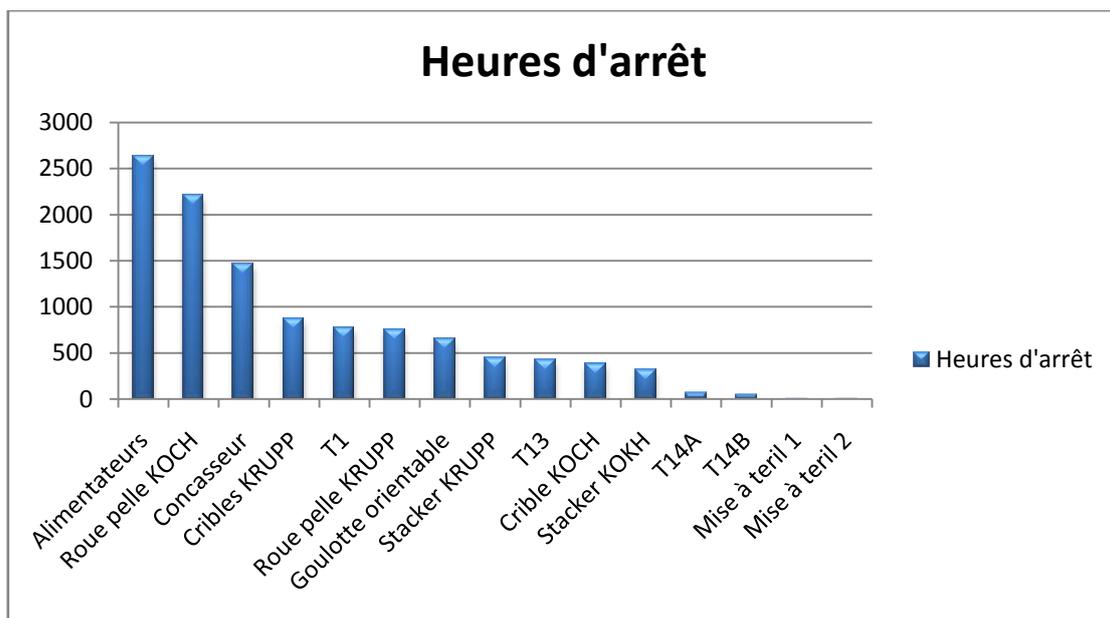


Figure 18:heures d'arrêt

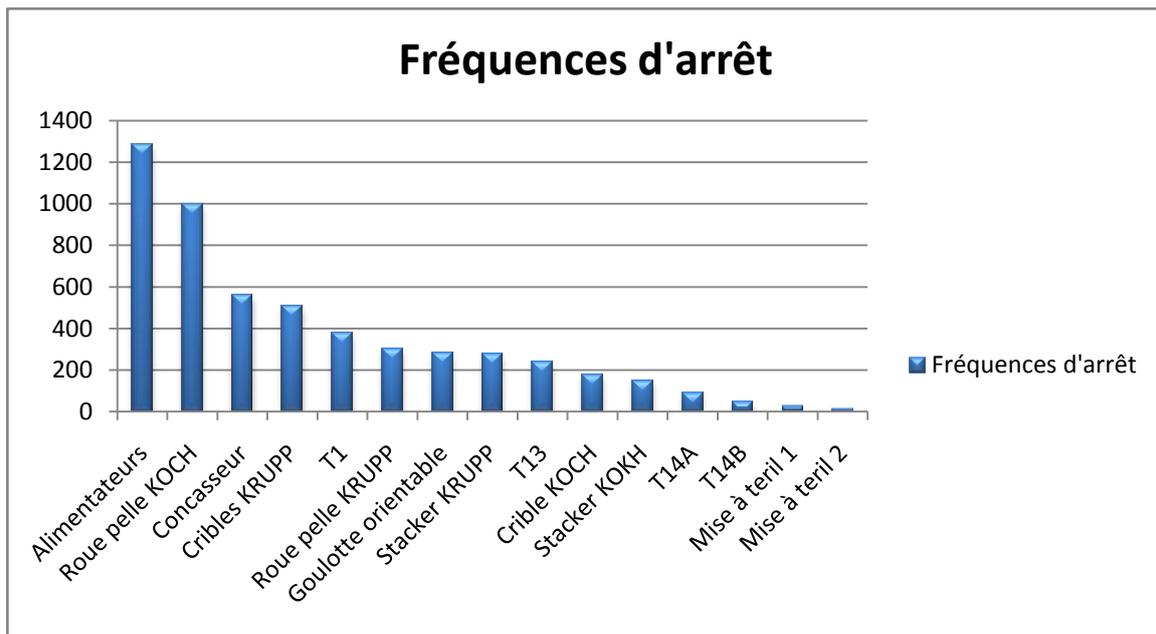


Figure 19:fréquences d'arrêt

- **La définition des objectifs de l'étude**

L'objectif est de résoudre les problèmes liés aux pannes et d'établir une nouvelle politique de maintenance des équipements des Installations Fixes.

- **La délimitation de l'étude**

L'étude sera faite pour les équipements des Installations Fixes qui enregistrent les plus grands temps d'arrêt.

- **La constitution du groupe de travail (Un nombre de cinq à huit)**

Nous avons constitué deux groupes de travail (KRUPP et KOCH), chaque groupe se compose de :

- 2 Chefs d'atelier (Electricien, Mécanicien)
- 1 Chef d'équipe
- 1 Electricien
- 1 Mécanicien

- **Planification des réunions**

Deux à trois réunions sont effectuées chaque semaine, avec les deux équipes, dans lesquelles nous avons discuté et rempli les grilles AMDEC.

- **La rédaction d'une feuille de synthèse**

Pour la feuille de synthèse nous nous sommes basés sur un modèle qui présente la fonction de l'élément, ses modes de défaillances, les causes et les effets et les modes de détection. La criticité est

déterminée à l'aide d'une grille de cotation. Sur cette feuille nous avons présenté, aussi, les actions à mener et la politique de maintenance proposée.

- **Evaluation qualitative des défaillances**

Chaque défaillance d'un système peut être déterminée à l'aide de quatre critères qualitatifs, à savoir **le mode, la cause, l'effet et la détection** de la défaillance. Ensuite nous avons proposé des suggestions pour pallier aux modes de défaillances relevés. Les résultats figurent à l'annexe du rapport et sont présentés selon l'exemple ci-dessous :

Tableau 6 : exemple d'analyse qualitative

Equipement	Ensemble	Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Actions à mener
Trémie	Alimentateur	Moteur électrique 1&2	Donner une vitesse et un couple à la table d'alimentation	Arrêt du moteur	*Cramage du stator	*perte de la moitié de productivité d'épierrage *Bouchage de la trémie	échauffement	contrôle de graissage Redimensionnement du système de la protection thermique d'une grande sensibilité
				Ralentissement de la vitesse	Grippage des roulements	*chute de débit *Risque de blocage	bruit et vibration	graissage des roulements
				Donne des à coups	Desserrage ou fissuration des pattes de fixation	Bruit et vibration	visuelle	*utilisation des amortisseurs *utilisation des contre écrou *contrôle de serrage

- **Analyse quantitative des défaillances:**

Dans cette analyse nous allons estimer la criticité de chaque mode de défaillance. Cette estimation a été effectuée moyennant 5 critères pondérés selon leurs degrés d'importance. Ces critères et leurs coefficients de pondération sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau 7 : coefficient de pondération

Critères d'évaluation	Coefficient de pondération
Sécurité (homme & matériel)	10
Heures d'arrêts	9
Fréquence d'arrêts	7
Coût de réparation	6
Facilité de détection	9

Pour évaluer la criticité d'un mode de défaillance nous attribuons une note allant de 1 à 4 pondérée par le coefficient du critère considéré. Le résultat de cette analyse est présenté à l'annexe.

- **Grilles de cotation :**

Tableau 8 : grille de cotation du critère sécurité

Valeur de S	Critères
Mineure 1	Ne représente aucun danger ni pour l'homme ni pour le matériel
Moyenne 2	Représente un danger pour le matériel
Critique 3	Représente un danger pour le matériel et risque de présenter un danger pour l'homme
Très critique 4	Représente un danger pour l'homme et pour le matériel

Tableau 9 : grille de cotation du critère fréquence d'arrêt

Valeur de F.A	Critères
Mineure 1	Moins d'une défaillance par an
Moyenne 2	Une défaillance ou plus par an
Critique 3	Une défaillance ou plus par trimestre
Très critique 4	Plus d'une défaillance par mois

Tableau 10 : grille de cotation du critère heures d'arrêt

Valeur de H.A	Critères
Mineure 1	Moins que 2h
Moyenne 2	Entre 2h et 10h
Critique 3	Entre 10h et 24h
Très critique 4	Plus de 24h

Tableau 11 : grille de cotation du critère coût

Valeur de Coût	Critères
Mineure 1	Moins de 5000 DH
Moyenne 2	Entre 5000 et 10000 DH
Critique 3	Entre 10000 et 50000 DH
Très critique 4	Plus de 50000 DH

Tableau 12 : grille de cotation du critère détection

Valeur de détection	Critères
Mineure 1	Il existe un signe avant coureur de la défaillance. L'opérateur pourra éviter celle-ci par une action préventive
Moyenne 2	Il existe un signe avant coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur
Critique 3	Le signe avant coureur de la défaillance n'est pas facilement détectable
Très critique 4	Il n'existe aucun signe avant coureur de la défaillance

- **Analyse fonctionnelle :**

- **Analyse fonctionnelle interne**

L'arborescence est l'une des méthodes de l'analyse fonctionnelle, elle est utilisée pour décrire la structure matérielle d'un équipement (analyse structurelle), la décomposition se fait de manière descendante, en allant du fonctionnel au matériel.

L'exemple suivant illustre le découpage réalisé :

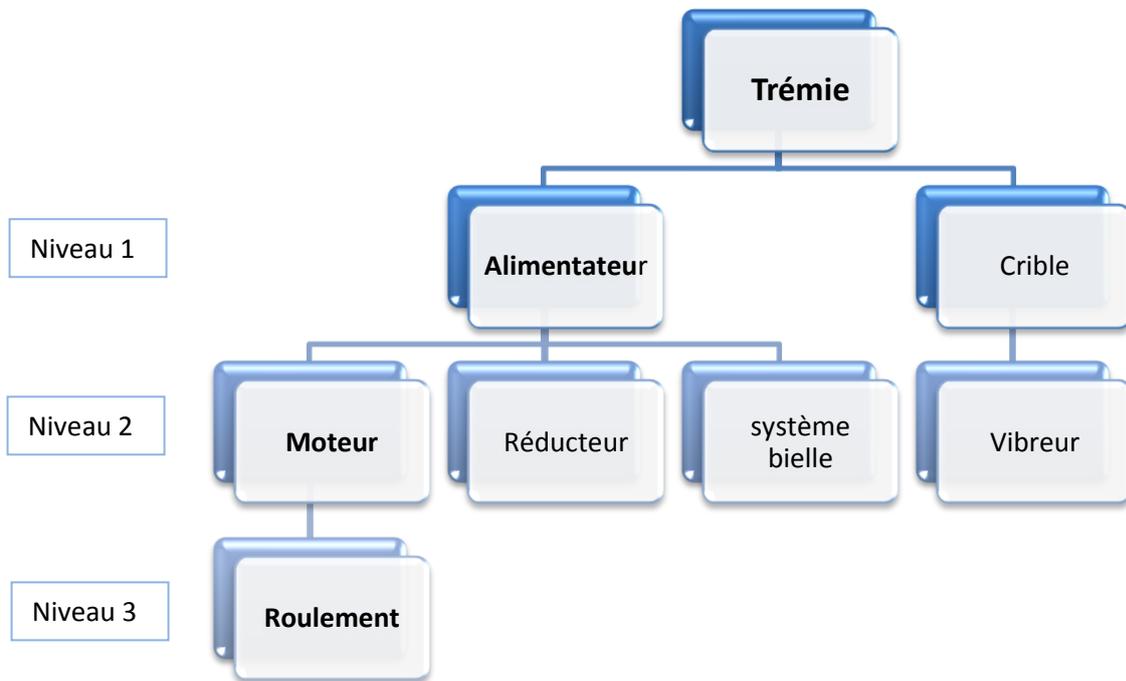


Figure 20 : exemple d'arborescence

La totalité de l'arborescence est présentée dans l'annexe du rapport.

➤ **Analyse fonctionnelle externe :**

Le graphe présente les différentes fonctions associées à l'alimentateur :

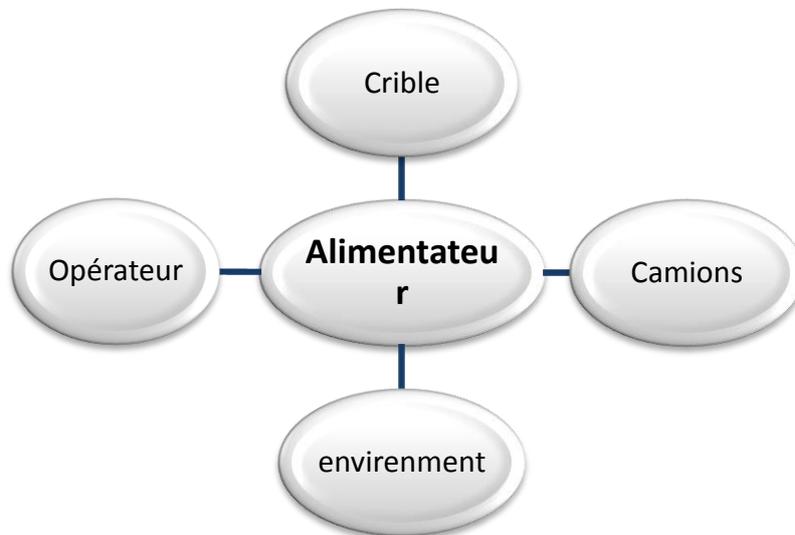


Figure 21 : analyse fonctionnelle externe de l'alimentateur

Synthèse

L'analyse des modes de défaillance de chaque élément ainsi que l'évaluation de la criticité associée à chaque mode permet de choisir la politique de maintenance adéquate. Ce choix s'effectue après hiérarchisation des différents indices de criticité. Ensuite le groupe de travail détermine un seuil minimal au dessus duquel la maintenance corrective est remplacée par la préventive.

Parfois, par manque d'accessibilité pour le suivi des équipements, même si l'indice de criticité dépasse le seuil fixé par le groupe de travail, sa maintenance reste corrective. Ceci est le cas, par exemple, de l'axe du balancier du concasseur.

Il est, donc, nécessaire de compléter ces critères de choix par un arbre de décision comme présenté ci-après :

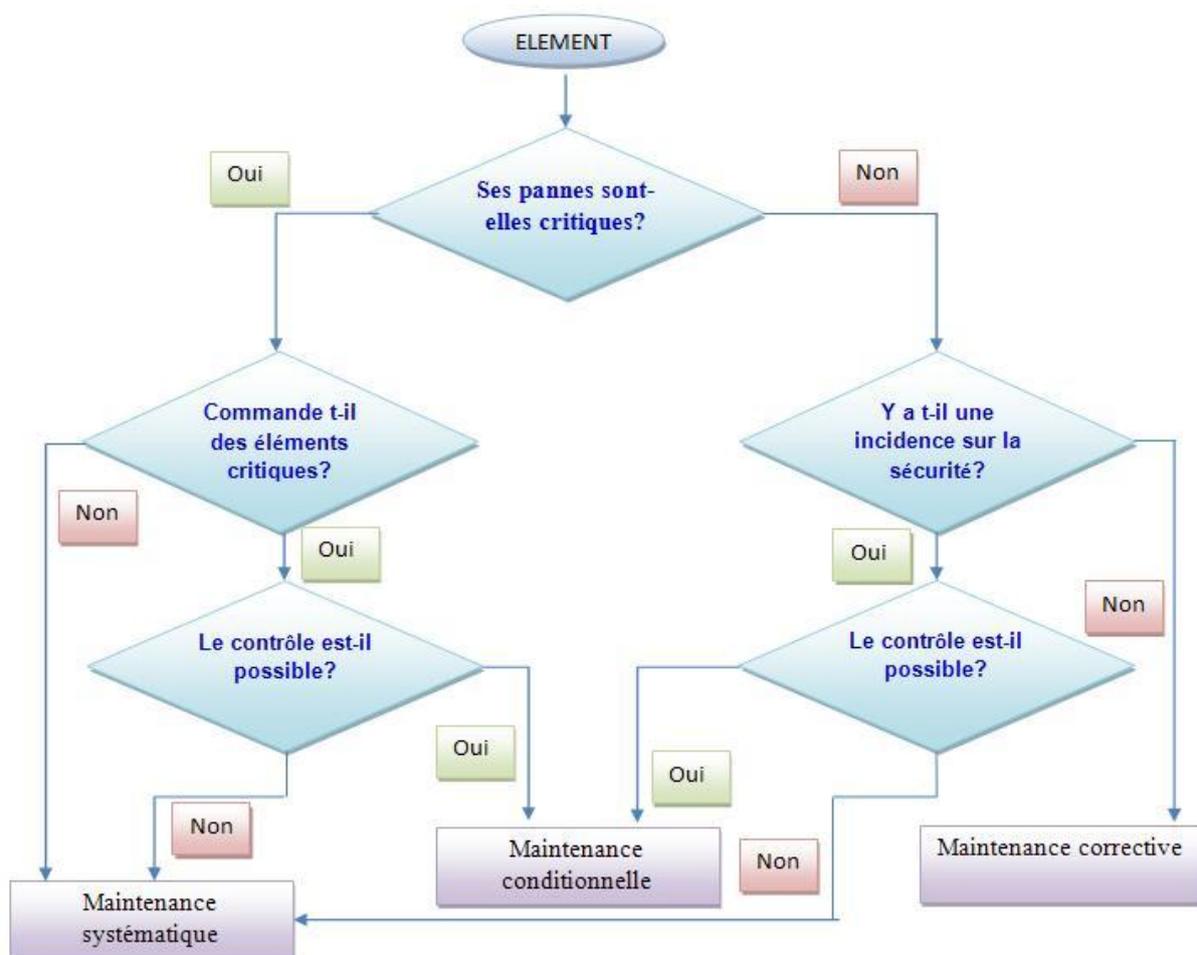


Figure 22 : Arbre de décision

Ainsi, en hiérarchisant les indices de criticité calculés et en répondant aux questions présentées par l'arbre de décision, nous avons pu dégager la politique de maintenance estimée adéquate aux installations fixes. Le graphe ci-dessous résume la politique dégagée par l'outil AMDEC.

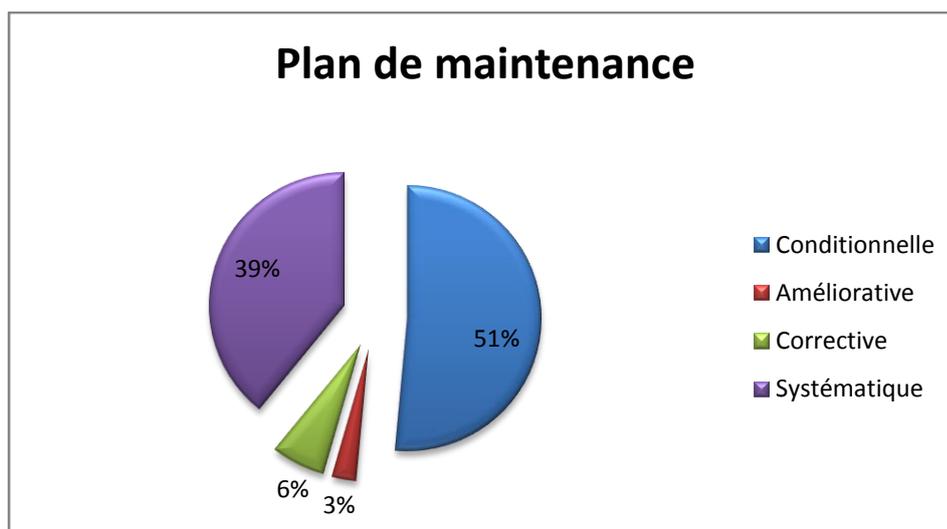


Figure 23 : Politique de maintenance proposée par l'outil AMDEC

La politique proposée vise à augmenter les interventions systématiques (de 0,1% à 39%) et conditionnelles (34% à 39%) et à diminuer les interventions correctives de 66% à 6%.

II.2.4. Actions d'améliorations

Améliorations proposées dans le cadre de la nouvelle politique de maintenance :

Action à mener	Les éléments
Redimensionnement du système de la protection du stator (relais thermiques)	Les moteurs de l'alimentateur 1 et 2
Graissage systématique	Les roulements des moteurs, le système bielle,
Contrôle systématique du serrage	Les moteurs de l'alimentateur 1 et 2, des cribles KRUPP et des cribles KOCH
Contrôle systématique d'alignement	Les accouplements, les polies
Contrôle de température et Suivi vibratoire	Le système bielle des alimentateurs 1 et 2
Analyse systématique de l'état de dégradation et du niveau des huiles des coupleurs hydraulique	Les coupleurs hydrauliques
Vérification systématique de l'état des conduites et changement en cas de nécessité	Les circuits hydrauliques des vérins de l'installation de chargement
Suivi de la température des paliers du concasseur	Le concasseur
Changement périodique des joints (chaque 6 mois)	Les vérins des silos principaux et des silos de pesage
Contrôle de l'épaisseur du boudin	Les galets de déplacements de la roue pelle

	KOCH
Contrôle périodique des arrêts de poussière	Pour les vérins de la stacker
Nettoyage systématique a l'aide d'un souffleur sans utiliser des liquides de nettoyage	Pour les moteurs de déplacement des stacker et des roues pelles.
Vulcanisation correcte	Les bandes T1 et T13
*Contrôle huile et température *Nettoyage et remplacement des filtres	Les pompes hydrauliques
Automatisation du système de graissage des cribles KOCH	Les cribles KOCH

Suivi et contrôle :

Après avoir déterminé les éléments critiques et les actions correctives à entreprendre, un suivi est obligatoire pour le succès de cet outil. En effet un nouveau calcul des critères doit être effectué après chaque modification.

Conclusion

Ce travail a montré la faisabilité de conduire une méthode d'optimisation de maintenance.

Cette approche est basée sur l'analyse AMDEC. La mise en œuvre d'une telle démarche montre sa contribution dans l'augmentation de la disponibilité des équipements des installations fixes. En effet elle a permis :

- de définir les exigences de sûreté de fonctionnement de manière précise.
- d'identifier les fonctions critiques pour les équipements des installations fixes.
- de définir la politique de maintenance.

Les éléments traités dans le cadre de ce travail ont été développés suivant une méthode logique et structurée. Elle a permis de mieux maîtriser le système tout en identifiant les maillons faibles et de connaître les types de maintenance appliqués à chaque sous système et composant.

Au niveau de la fiabilité du système, nous avons identifié les composants sur lesquels il faut agir en priorité en engageant des actions préventives appropriées.

Partie III

Intitulé de la partie

Etude de l'impact des moyens logistiques disponibles actuellement, de l'organisation des ateliers et de la politique d'approvisionnement et de gestion des stocks sur les performances de la fonction maintenance au sein de la Mine de phosphate de Benguérir.

INTRODUCTION :

La gestion de la maintenance tend de plus en plus vers la participation de tous les intervenants et à tous les niveaux. De ce fait, elle ne pourra atteindre ses objectifs sans perfectionnement de ses fonctions principales.

Notre travail s'oriente vers une étude centrée sur l'impact de certains composants de la fonction logistique sur la performance de la maintenance.

Dans ce cadre, nous présentons les résultats d'une analyse détaillée des moyens logistiques disponibles actuellement et de la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion des stocks.

Cette partie est structurée en trois chapitres :

- Analyse du stock et mise en place de la nouvelle politique d'approvisionnement de pièces de rechange,
- Organisation du parc véhicules et son impact sur les performances de la fonction maintenance,
- Impact des moyens de manutention sur la performance de la fonction maintenance.

Chapitre I

Analyse du stock et mise en place de la nouvelle politique d'approvisionnement de pièces de rechange

Résumé

L'importance prise par la finance dans le monde économique actuel incite bien souvent les entreprises à rechercher à minimiser les niveaux de stocks et les immobilisations financières qui en découlent.

Pour cet objectif, nous avons analysé l'état actuel du stock de pièces de rechange en visant à évaluer son organisation, améliorer sa gestion, diminuer ses coûts totaux et répondre aux exigences explicites et implicites de la maintenance.

Introduction

Disposer de la bonne pièce de rechange au bon moment est l'une des conditions essentielles pour garantir l'efficacité de la fonction maintenance qui consiste à rendre disponible l'équipement de production le maximum de temps possible.

La gestion des pièces de rechange est l'art d'assurer le réapprovisionnement rationnel des stocks en recherchant l'optimum des coûts totaux des stocks :

Prix achat + coût d'acquisition + coût de possession => MINIMUM

III.1.1. Enjeux de la gestion des stocks

Les principaux enjeux liés à la gestion des pièces de rechange concernent :

- Le capital important immobilisé,
- Les coûts exorbitants générés en cas de rupture en pièces de rechange,
- Les coûts du personnel d'exploitation, administratif et de management.
- Les coûts consécutifs à la recherche de pièces, approvisionnement d'urgence et pièces obsolètes,
- Les problèmes de disponibilité liés au manque de certaines pièces pour mauvaise tenue du stock.

III.1.2. Objectifs à atteindre

Face à ces enjeux nous nous trouvons devant un vrai besoin de trouver les modes de gestion les plus appropriés à chaque article.

L'objectif de cette partie est d'analyser le processus d'approvisionnements en pièces de rechange et déterminer les articles nécessaires à conserver en stock pour assurer un niveau de service normal et satisfaisant.

Pour atteindre ces objectifs nous avons :

- Élaboré une classification ABC,
- Détecté les stocks obsolètes, de sécurités et actifs,
- Déterminé l'optimum de la valeur du stock moyen,
- Classé ces articles selon les nouveaux modes de gestion du stock,
- Proposé une nouvelle organisation du magasin pour gagner en espace surtout après l'adoption par l'entreprise de la politique des magasins ateliers.

III.1.3. Analyse du sujet

- **Situation actuelle du stock**

Nous allons présenter ici des informations générales sur le stock de pièces de rechange existant actuellement sur le site de Benguérir et son évolution.

Le tableau suivant présente l'évolution de la valeur de stock pendant les 5 dernières années : (en raison du caractère confidentiel des informations, nous exprimons les données en pourcentages, nous avons pris 2004 = 100%)

Tableau 13: Valeur de stock

Années	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Valeur du stock en DH	100%	76%	105%	100%	100%	109%

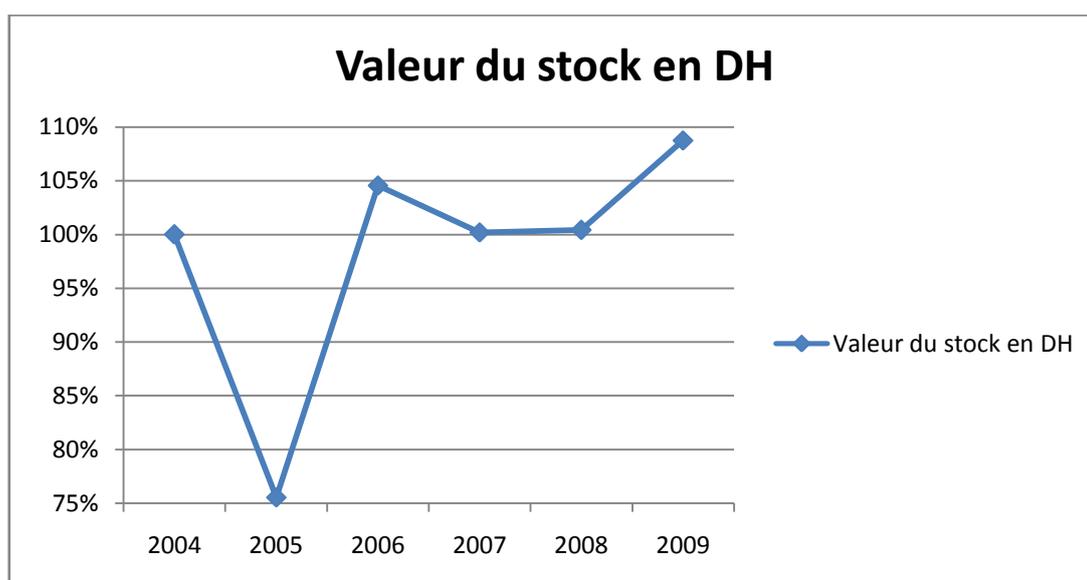


Figure 24: Evolution de la valeur du stock

Nous constatons une augmentation importante de la valeur du stock durant les 4 dernières années.

La valeur actuelle du stock est estimée à 109% de son niveau de 2004 (31/03/2009).

Le nombre d'articles étudié est de 34 428 articles, ces articles sont informatiquement répartis en plusieurs magasins.

Le tableau suivant présente les noms des magasins créés ainsi que leurs désignations :

Tableau 14 : Les magasins existants

G0500	Magasin central
G0501	POINT T
G0502	Génie civil
G0503	Magasin Maintenance 3 ^{ème} niveau Engins
G0504	Magasin Maintenance 1 ^{er} & 2 ^{ème} niveau Engins
G0509	Médical
G0512	Articles crédit
G0513	Liquidation
G0518	Excédent
G0519	Stock inutilisable
G0520	Stock sécurité

- **Types du stock**

L'entreprise classe chaque article dans une famille:

Les familles existantes :

- Actif
- Excédent
- A liquider
- Sécurité

Le tableau suivant présente la répartition des articles, en nombre et en valeur, selon la classification en vigueur à l'OCP :

Tableau 15 : Répartition du stock (exprimer en %)

	Sécurité	Actif	A liquider	Excédent
valeur en pourcentage	10%	70%	0%	20%
Nombre d'article	124	22633	362	11296

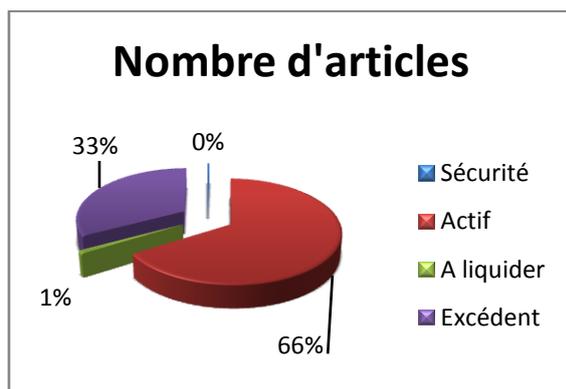


Figure 25: répartition du stock en nombre

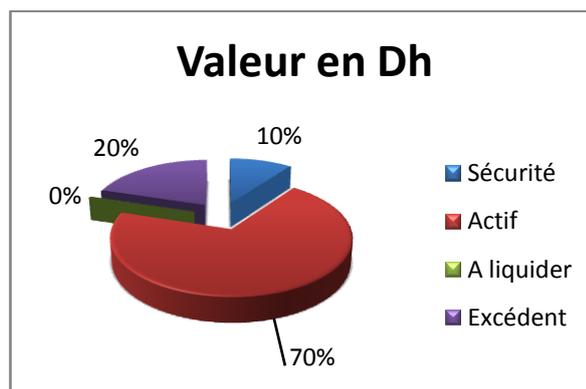


Figure 26 : répartition du stock en valeur

Les camemberts montrent que la majorité des articles, en nombre et en valeur, sont classés dans la famille des actifs. Alors que nous avons repéré 16 902 articles qui ne sont pas consommés jusqu'à maintenant, ce stock est estimé à une valeur représentant 65% du stock global.

Ce stock ne peut pas être considéré comme actif puisque il est soit de sécurité soit obsolète. Aussi il existe plusieurs articles déjà consommés et classés comme Excédent.

Bref, cette classification ne reflète pas exactement la réalité, ce qui nous oblige à analyser le stock et classer chaque article dans la famille convenable.

III.1.4. La classification ABC

- **Introduction**

La classification ABC favorise la maîtrise et la régulation **économique** des niveaux des stocks dans le magasin. Elle se fait à la suite d'une analyse des consommations sur une période délimitée. Cette technique de découpage regroupe les articles dans trois classes :

- Classe A : les 20% des articles qui représente environ 80% de la valeur totale du stock ;
- Classe B : les 30% des articles suivants qui représentent environ 15% de la valeur totale du stock ;
- Classe C : les 50% des articles restant qui représentent environ 5% de la valeur totale du stock.

L'analyse ABC qui aboutit à un découpage des classes A, B et C pousse cependant à des conclusions différentes suivant la destination des articles pour lesquels l'étude est faite.

Ou encore selon d'autres théories :

- Classe A : les 10 % des articles représentent 60 % de la valeur totale du stock,
- Classe B : les 40 % des articles représentent 30 % de la valeur totale du stock,
- Classe C : les 50 % des articles représentent 10 % de la valeur totale du stock.

L'avantage de cette méthode d'analyse dans la gestion des stocks est donc qu'elle permet de porter une attention particulière aux articles dont une moyenne de stockage inadaptée peut avoir des conséquences financières significatives et d'appliquer des règles de gestion appropriées à chacune des classes A, B et C.

III.1.5. Classification ABC du stock actuel en valeur

Cette partie présente les détails de l'analyse du stock en se basant sur la classification ABC.

Nous examinons ici l'inventaire du stock effectué le 31/03/2009.

Le tableau suivant représente les quantités en stock, le prix ainsi que la classification ABC du stock en valeur pour certains articles :

Tableau 16: Classement hiérarchisé en fonction de la valeur décroissante du stock.

Article	Description	Unité de mesure	Pu	Qte en stock	Valeur de stock	Cumule	%	N ref	%	Classe
10044.00494	Pneu tubeless.33.00x51 50pl	Pe	123827,641	19	2352725,18	2352725,18	2%	1	0%	A
10044.01290	Pneu dim 45/65-45 38 pli	Pe	180664,492	10	1806644,92	4159370,1	4%	2	0%	A
20378.02029	Induit	Pe	994812,35	1	994812,35	5154182,45	5%	3	0%	A
10001.00432	Graisse universel adhesiv	Kg	21,514	41615	895305,11	6049487,56	5%	4	0%	A
38950.05608	Doseur répartiteur uvp8k8	Pe	10061,04	2	20122,08	76790644,4	67%	1064	4%	A
20290.03889	Boulon spécial	Pe	95,79	210	20115,9	76810760,3	67%	1065	4%	A
20378.02209	Poulie de bascule	Pe	20085,91	1	20085,91	76830846,2	67%	1066	4%	A
20319.00034	Valve body	Pe	2006,387	10	20063,87	76850910,1	67%	1067	4%	A
20238.05285	Coquille de bielle	Pe	155,88	128	19952,64	76870862,8	67%	1068	4%	A
20305.00737	Bague d'usure	Pe	1155,53	16	18488,48	78215453,3	69%	1138	4%	A
20229.09802	Ressort hélicoïdal pressi	Pe	9228,18	2	18456,36	78233909,6	69%	1139	4%	A
20229.09802	Ressort hélicoïdal pressi	Pe	9228,18	2	18456,36	78252366	69%	1140	4%	A
20232.02562	Roue dentée	Pe	18441,51	1	18441,51	78270807,5	69%	1141	4%	B
20443.10659	Pignon	Pe	18426,3404	1	18426,3404	78289233,9	69%	1142	4%	B
20282.01710	Bobine *	Pe	18422,6652	1	18422,6652	78307656,5	69%	1143	4%	B
20229.05967	Roue dentée	Pe	18410,35	1	18410,35	78326066,9	69%	1144	4%	B
38950.05130	Rondelle	Pe	18398,24	1	18398,24	78344465,1	69%	1145	4%	B
20253.04541	Chaine	Pe	18365,35	1	18365,35	78362830,5	69%	1146	4%	B
20253.07426	Chape de bascule inf.	Pe	6120,55	3	18361,65	78381192,1	69%	1147	4%	B
20327.01506	Palier extérieur	Pe	957,68	6	5746,08	97759888,7	86%	3061	11%	B
10078.02776	Combinaison terg b.p t 52	Pe	124,9061	46	5745,6806	97765634,4	86%	3062	11%	B
20285.00103	Cardan	Pe	5745,22	1	5745,22	97771379,6	86%	3063	11%	B

10082.00310	Papier duplicateur210x297	Pe	38,819	148	5745,212	97777124,8	86%	3064	11%	B
20399.01971	Support de prise plm	Pe	102,54	56	5742,24	97782867	86%	3065	11%	B
20287.09414	Garniture de joint	Pe	2870,86	2	5741,72	97788608,8	86%	3066	11%	B
20201.00086	Goujon de roue av	Pe	92,6056	62	5741,5472	97794350,3	86%	3067	11%	B
20285.00623	Démarrreur complet	Pe	5740	1	5740	97800090,3	86%	3068	11%	C
20253.07090	Sheave déflexion	Pe	5737,5	1	5737,5	97805827,8	86%	3069	11%	C
20409.02912	Amortisseur direction	Pe	1911,78	3	5735,34	97811563,2	86%	3070	11%	C
10006.00485	Feutre bitume 36s r.20 m	Pe	212,3377	27	5733,1179	97817296,3	86%	3071	11%	C
20287.09406	Vanne 3 voies	Pe	1667,45	1	1667,45	108472836	95%	6459	22%	C
38950.00581	Condensateur 22nf	Pe	0	1	0	114045080	100%	28720	100%	C
38950.00586	Condensateur 4,7nf	Pe	0	1	0	114045080	100%	28721	100%	C
38950.00616	Diode ad 143	Pe	0	1	0	114045080	100%	28722	100%	C

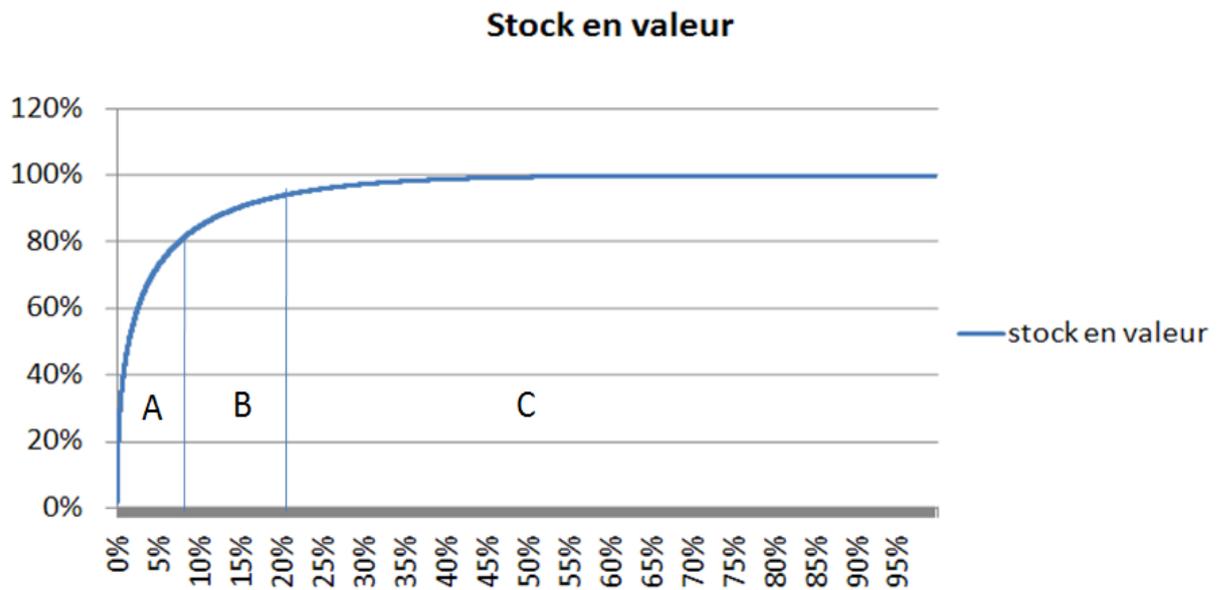


Figure 27 : Classification ABC du stock en valeur

• Indice de discrimination

L'indice de discrimination permet de déterminer à 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.

Après le classement de la courbe dans un carré on calcule le Ratio de discrimination

$$RD = CB/AC$$

Si le RD est supérieur à 65% le critère est pertinent

Dans notre cas on trouve : $RD = 12,3/14,5 = 85\%$

L'indice est nettement supérieur à 65%. Le critère des consommations en valeur est pertinent et les groupes A, B et C sont intéressants pour notre analyse.

III.1.6. Résultats de l'analyse ABC:

- Articles de classe A : 8% des articles font 80% de la valeur totale de stock.
- Articles de classe B : les 13% d'articles suivants font 15% de la valeur totale de stock.
- Articles de classe C : les 79% d'articles restants font 5% de la valeur totale de stock.

III.1.7. Conséquences de l'analyse ABC

L'analyse ABC nous a permis d'identifier :

- Les articles les plus chers en stock dont on doit se préoccuper vu l'importante valeur immobilisée qu'ils présentent.
- 2218 articles sur un total de 28722 articles représentent 80% de la valeur du stock.

Conclusion

Après avoir identifié les articles dont la valeur en stock est très importante, nous allons identifier le stock obsolète et adapter les articles approvisionnés à la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion du stock.

III.2. Analyse du stock de pièces de rechange

III.2.1. Introduction

Les pièces de rechange sont caractérisées par une demande intermittente et sporadique.

Ce type de demande est très complexe à gérer. Les gestionnaires de stock trouvent une grande difficulté à fixer les quantités à prévoir en pièces de rechange et par conséquent déterminer les paramètres optimaux de la politique de gestion de stock à mettre en place. Dans ce cas, une analyse détaillée du stock est une nécessité qui s'impose pour planifier, contrôler et suivre chaque article.

Cette partie aura pour objectif d'identifier chaque type de stock : obsolète, sécurité et actif.

Pour se faire, il faut présenter préalablement certains concepts :

- Le stock moyen
- Le taux de rotation

III.2.2. Le stock moyen

Le stock réel de chaque article variant en permanence selon les achats et les consommations (entrées/sorties), une mesure ponctuelle de ce stock n'est pas significative. Il est donc préférable de considérer un stock moyen par segment.

Si l'on approvisionnait en une seule fois la quantité annuelle consommée, nous aurions une représentation graphique telle que celle-ci :

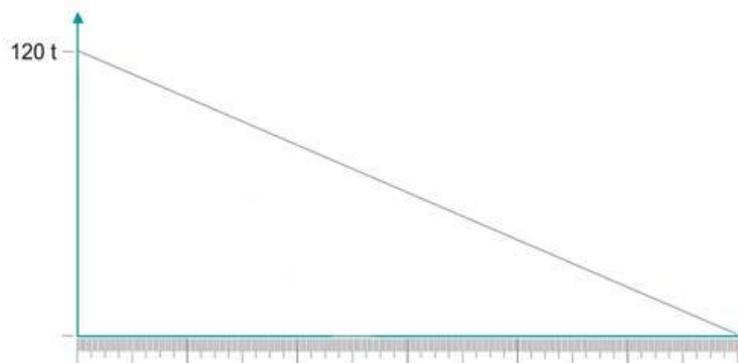


Figure 28 : Une commande par an

- Le stock moyen : **la méthode comptable**

Du point de vue strictement comptable, le stock moyen de l'année est défini ainsi :

$$S_m = \frac{S_i + S_f}{2}$$

Le stock initial étant mesuré au début de l'année comptable de référence, le stock final l'étant à la fin de cette même année.

Dans notre exemple, cela donne un stock moyen de 60 tonnes qui, graphiquement, ressemblerait à ceci :

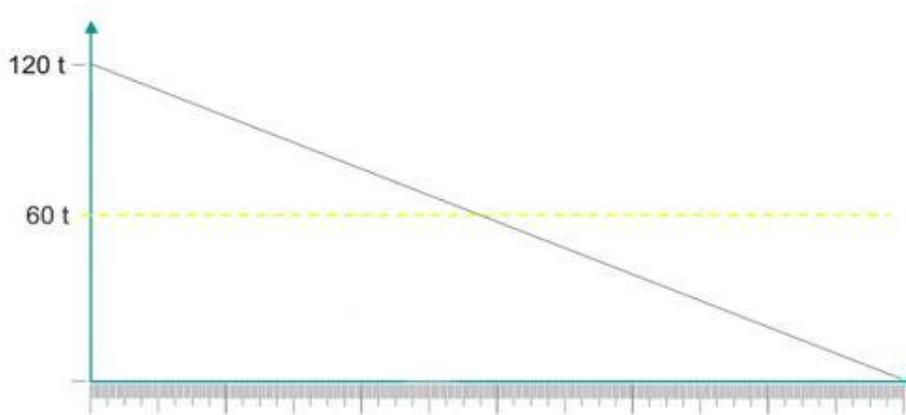


Figure 29 : Le stock moyen – 1 commande année pleine

Si cette méthode est la plus utilisée, elle n'est pas forcément la plus pertinente.

Il n'y a qu'à voir les petites ou grosses manœuvres qui ont lieu aux alentours de ces dates couperets, en vue de faire en sorte qu'ils soient les plus faibles possibles... En voici la démonstration en deux exemples. Dans les deux cas, la consommation annuelle a été de 120 tonnes et il y a eu deux livraisons dans l'année, pourtant, le stock moyen comptable est différent...

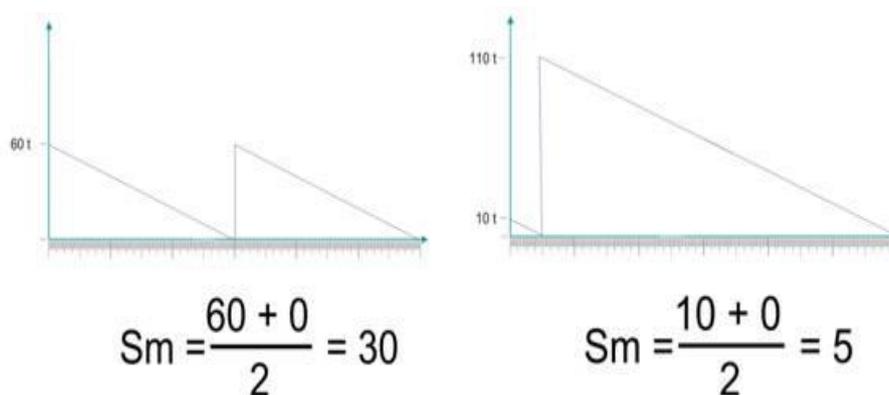


Figure 30 : Le stock moyen – 1 livraison en cours d'année

Il existe donc d'autres méthodes qui ont l'avantage d'être plus proches de la réalité.

- Le stock moyen : **la méthode des moyennes périodiques**

La formule de calcul reste inchangée, mais la durée de la période de calcul est raccourcie et pour la période de référence, on calculera la moyenne des moyennes périodiques.

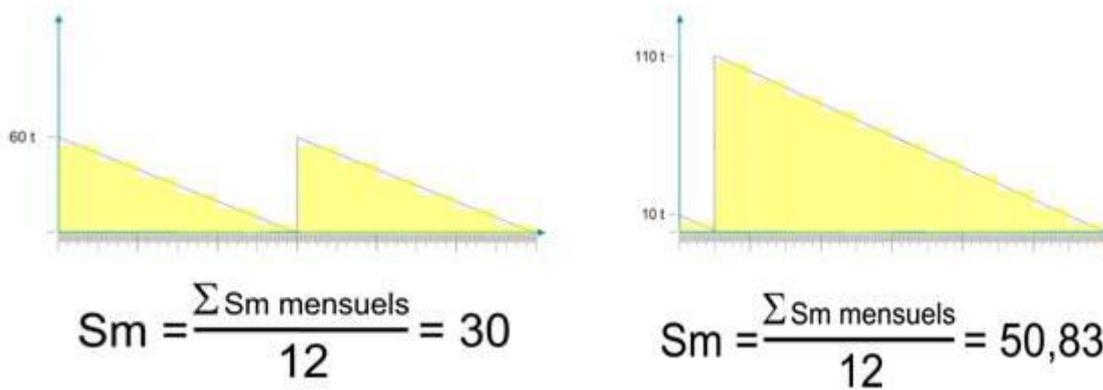


Figure 31 : Stocks moyens périodiques

Cette méthode est très souvent employée, du fait de sa facilité à être mise en œuvre.

- Le stock moyen : **la méthode des moyennes inter-évènementielles**

Dans cette méthode, le principe est le même, mais les calculs seront effectués à l'intérieur des bornes extrêmes formées par la période de référence et rythmées par une nature d'évènements prédéfinie. La plupart du temps nous optons pour la réception. Les intervalles seront pondérés par leur durée.

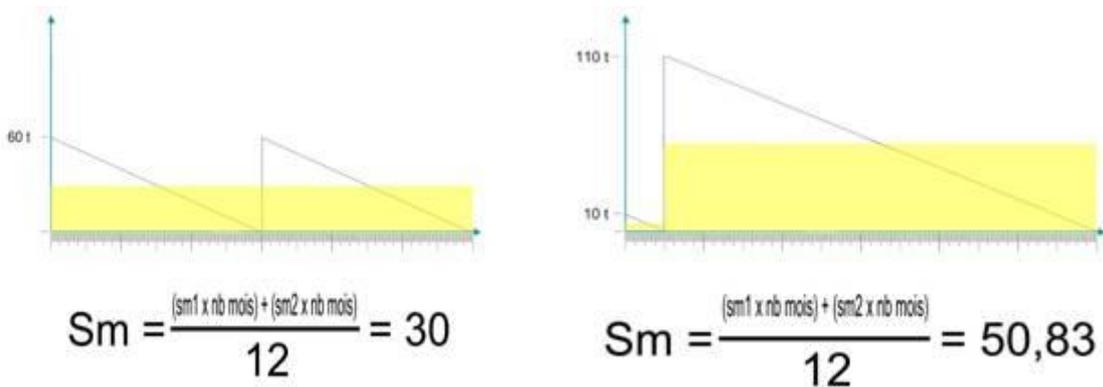


Figure 32 : Stocks moyens inter-évènementiels

Dans notre étude nous optons pour la méthode des moyennes périodiques du fait qu'elle nous donne des résultats faciles à interpréter.

III.2.3. Taux de rotation

- **Rappel**

Le rapport de la consommation annuelle au stock moyen permet de mesurer l'efficacité de l'utilisation du stock.

Ce rapport s'appelle la rotation du stock :

$$\text{ROTATION R} = \frac{\text{Consommation annuelle}}{\text{Stock moyen}}$$

Les strates du stock

Stock actif	Rotation importante
Stock dormant	Rotation faible ou nulle Probabilité d'utilisation > 0
Stock obsolète	Rotation nulle Probabilité d'utilisation nulle

III.2.4. Calcul du taux de rotation de chaque article

Vu le grand nombre d'articles, nous avons réalisé une étude détaillée des Top 100 éléments ceux qui ont une valeur très importante, les autres articles sont étudiés de façon générale.

En se basant sur la formule ci-dessus, nous avons pu calculer le taux de rotation des 100 articles étudiés.

Nous avons travaillé sur une base s'étalant sur 16 mois, du 01/01/2008 au 30/04/2009

Le tableau suivant représente le stock qui se renouvelle plus qu'une fois par an (taux de rotation > 100%) :

Tableau 17 : stock à forte rotation

MAGASIN	DESCRIPTION	UNITE	PMP	NATURE	cons A	Stock moyen	Taux de rotation	Valeur en stock
G0501	GASOIL	L	6,4	Actif	4876411,	96402,4	5058%	588750
G0501	HUILE MOTEUR SAE 30	KG	13,8	Actif	57731,2	8717,4	662%	212920
G0500	PNEU TUBLES.33.00X51 50PL	PE	123827,6	Actif	19,2	4,7	409%	3591001
G0500	LAME DE COUPE	PE	2119	Actif	72	28,6	252%	224619
G0500	VERIN	PE	301091,1	Actif	1,6	0,7	229%	301091
G0500	VILBREQUIN COMPLET	PE	90029,8	Actif	0,8	0,4	200%	180059
G0500	GRAISSE UNIVERSEL ADHESIV	KG	21,5	Actif	52518,8	33748,5	156%	895305
G0501	HUILE MINERALE POUR MOTEUR PERFOR. CF4/CG4 15W40 VRAC	KG	12,5	Actif	20550	17156,1	120%	310148
G0500	LINK A	PE	103665,6	Actif	1,6	1,4	114%	207331

Un stock qui se renouvelle plus qu'une fois pendant l'année a une bonne gestion, cependant il faut faire attention aux ruptures.

Le tableau suivant représente le stock qui se renouvelle moins d'une fois par an (taux de rotation < 100%).

Tableau 18 : stock actif

MAGASIN	DESCRIPTION	UNITE	PMP	NATURE	cons A	Stock moyen	Taux de rotation	Valeur en stock
G0500	DENT DE RIPPER	PE	68912	Actif	2,4	3	80%	206736
G0500	BOOM SUP CABL 2 1/4X191 6	PE	158020	Actif	1,6	2,8	57%	316040
G0500	TRICONE 9 POUCES CLASSE 3	PE	20043	Actif	13	23,3	56%	501099
G0500	CHENILLE COMPLETE	PE	98458	Actif	2,4	4,8	50%	886129
G0501	PNEU TUBLES.33.00X51 50PL	PE	123827	Actif	8,8	21,3	41%	2352725
G0500	DENT DE GODET DRAGL 200B	PE	1208	Actif	40,4	185,9	22%	261108
G0500	ROULEMENT A ROULEAUX CYLI	PE	80239	Actif	0,2	1,1	18%	240718
G0500	PNEU TUBELESS 2400X35 42P	PE	41564	Actif	1,6	11,8	14%	457207
G0500	THRUST RING	PE	22441	Actif	0,8	13	6%	291733

Le tableau suivant représente le stock qui ne se renouvelle pas (taux de rotation = 0%).

Tableau 19 : stock dormant

MAGA SIN	DESCRIPTION	UNI TE	PMP	NATUR E	cons A	Stock moyen	Taux de rotation	Valeur en stock
G0500	CABLE P/ENGINS MOBILE SHD	M	787	Actif	0	240	0%	629901
G0500	CABLE SOUPLE ENROULEUR	M	348	Actif	0	240	0%	181256
G0500	MODULE	PE	121545	Actif	0	1,2	0%	486183
G0500	PNEU 75X33 POUCES-36 PLIS	PE	201976	Actif	0	0,6	0%	403953
G0501	PNEU DIM 45/65-45 38 PLI	PE	180664	Actif	0	8,6	0%	1806644
G0500	PWR SUPPLY A20 50V 150MA	PE	117929	Actif	0	2	0%	235858
G0500	MOTOR EXTENSION SHAFT *	PE	203737	Actif	0	1	0%	203737
G0500	PNEU TUBLESS 2400X49-48PL	PE	88420	Actif	0	6	0%	530520
G0500	CONTACTEUR	PE	11945	Actif	0	20	0%	238911
G0518	CABLE MT 36 KV 3X70 MM2	M	272	Excédent	0	800	0%	218224
G0500	ACCOUPLLEMENT	PE	121242	Actif	0	2	0%	242485
G0500	HAUBAN FLECHE	PE	57925	Actif	0	6	0%	347554
G0520	COURONNE COMPLETE 2PARTIE	PE	1075124	Sécurité	0	1	0%	1075124
G0500	INDUIT	PE	994812	Actif	0	1	0%	994812
G0500	INDUIT	PE	747346	Actif	0	1	0%	747347

G0520	PROPEL GEAR *	PE	674776	Sécurité	0	1	0%	674776
G0520	PROPEL SHAFT *	PE	656827	Sécurité	0	1	0%	656827
G0500	KIT	PE	313655	Actif	0	2	0%	627310
G0500	PIGNON ARBRE	PE	618665	Actif	0	1	0%	618665
G0500	GALET	PE	7597	Actif	0	77	0%	584984
G0500	HAUBAN CHEVALET FIXE	PE	72179	Actif	0	8	0%	577432
G0500	CHENILLE (GCHE + DRTE)	PE	574187	Actif	0	1	0%	574187
G0500	BOBINE POUR INDUCTEUR	PE	130516	Actif	0	4	0%	522064
G0518	GEAR SEGMENTS *	PE	129302	Excédent	0	4	0%	517210
G0520	PROPEL CRANK *	PE	499978	Sécurité	0	1	0%	499978
G0520	INDUIT *	PE	488872	Sécurité	0	1	0%	488872
G0500	INDUIT	PE	479913	Actif	0	1	0%	479913
G0520	PORTE SATELITE	PE	473466	Sécurité	0	1	0%	473466
G0520	HANDLE BARE	PE	450159	Sécurité	0	1	0%	450159
G0500	PIGNON ARBRE	PE	449012	Actif	0	1	0%	449012
G0520	ARMATURE W/BRG PARTS	PE	422260	Sécurité	0	1	0%	422260
G0500	BOBINR POLE COMMUTATION	PE	66137	Actif	0	6	0%	396826
G0500	PIGNON D'ATTAQUE	PE	196585	Actif	0	2	0%	393170
G0520	SLIDING JAW CLUTCH *	PE	360102	Sécurité	0	1	0%	360102
G0500	CABLE SOUPLE P ENROULEUR	M	871	Actif	0	120	0%	348650
G0500	ACCOUPEMENT	PE	344804	Actif	0	1	0%	344804
G0500	OREILLE LEVAGE GODET(GAUC	PE	56994	Actif	0	6	0%	341969
G0500	OREILLE LEVAGE GODET(DROI	PE	56994	Actif	0	6	0%	341969
G0500	POULIE DE TETE DE FLECHE	PE	329040	Actif	0	1	0%	329040
G0520	CHAPE DE SUSPENSION FLECH	PE	82008	Sécurité	0	4	0%	328032
G0520	INTERNAL GEAR *	PE	318380	Sécurité	0	1	0%	318381
G0518	KIT	PE	313655	Excédent	0	1	0%	313655
G0520	INDUCTEUR SHUNT	PE	17232	Sécurité	0	18	0%	310181
G0500	TURBINE	PE	100627	Actif	0	3	0%	301881
G0520	INDUIT *	PE	294564	Sécurité	0	1	0%	294564
G0520	PIGNON PLANETAIRE	PE	68688	Sécurité	0	4	0%	274752
G0520	JEU DE RESSORT ANNULAIRE	JE	67205	Sécurité	0	4	0%	268820
G0518	BOBINE POUR INDUCTEUR	PE	130516	Excédent	0	2	0%	261032
G0500	MAIN COIL AND POLE W/BARS	PE	64947	Actif	0	1,2	0%	259790
G0518	HYDRAIRE AVANT	PE	259357	Excédent	0	1	0%	259357
G0520	SPUR GEAR MODIFIED *	PE	257511	Sécurité	0	1	0%	257511
G0518	PADLOCK COMPLETE	PE	128550	Excédent	0	2	0%	257101
G0520	SHAFT *	PE	255721	Sécurité	0	1	0%	255721

G0500	AXE DE BALANCIER	PE	255123	Actif	0	1	0%	255123
G0520	INTERMEDIATE PROPEL GEAR*	PE	250310	Sécurité	0	1	0%	250310
G0500	CHAINE RX 48B DIN8187 AT.	PE	122226	Actif	0	2	0%	244452
G0518	MOYEU	PE	240057	Excédent	0	1	0%	240057
G0500	INDUIT DE LA GENERATRICE	PE	236528	Actif	0	1	0%	236528
G0500	KIT	PE	116141	Actif	0	2	0%	232282
G0518	KIT	PE	116141	Excédent	0	2	0%	232282
G0500	ROULEMENT	PE	115519	Actif	0	2	0%	231038
G0500	PORTE BALAIS CIRCULAIR BT	PE	229764	Actif	0	1	0%	229764
G0520	INTMEDI ROTATING SHAFTT *	PE	114831	Sécurité	0	2	0%	229663
G0500	KIT	PE	113478	Actif	0	2	0%	226956
G0518	KIT	PE	113478	Excédent	0	2	0%	226956
G0518	VERIN BENNE	PE	213899	Excédent	0	1	0%	213899
G0520	INDUIT POUR GENE D ORIEN*	PE	213159	Sécurité	0	1	0%	213159
G0500	GALET	PE	52632	Actif	0	4	0%	210530
G0518	RESISTANCE DE PUISSANCE	PE	209547	Excédent	0	1	0%	209547
G0520	PIGNON PLANETAIRE	PE	52305	Sécurité	0	4	0%	209222
G0500	CHAPE DE DRAGUE 2" 3/8	PE	52140	Actif	0	4	0%	208561
G0520	INDUCTEUR	PE	26035	Sécurité	0	8	0%	208284
G0520	ARMATURE W/BRG PARTS	PE	206020	Sécurité	0	1	0%	206020
G0518	ARMATURE	PE	203050	Excédent	0	1	0%	203050
G0520	ARMATURE	PE	203050	Sécurité	0	1	0%	203050
G0500	TUILE	PE	48510	Actif	0	4	0%	194041
G0518	VERIN DE BENNE *	PE	96108	Excédent	0	2	0%	192217
G0500	POMPE HYDRAULIQUE	PE	187769	Actif	0	0,1	0%	187769
G0500	CONTACTOR	PE	46905	Actif	0	4	0%	187620
G0520	HALF BUSHING *	PE	91432	Sécurité	0	2	0%	182865
G0500	CIRCUIT DAMORCAGE *	PE	36265	Actif	0	5	0%	181326
G0520	LINER CIRCLE *	PE	178883	Sécurité	0	1	0%	178883

III.2.5. Détection du stock obsolète

- **Stock dormant :**

Les stocks dormants sont des stocks pour lesquels il n'y a plus de mouvements (la durée d'approvisionnement de chaque article est la référence pour déterminer le stock dormant) c'est-à-dire le taux de rotation $R=0$.

Le tableau suivant présente la valeur et le nombre des articles du stock dormant répartis selon l'année d'approvisionnement :

Tableau 20 : Stock dormant selon l'année d'approvisionnement

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Valeur du stock approvisionné	4%	0%	44%	26%	11%	15%
Nombre d' articles	11819	15	2971	410	357	1326

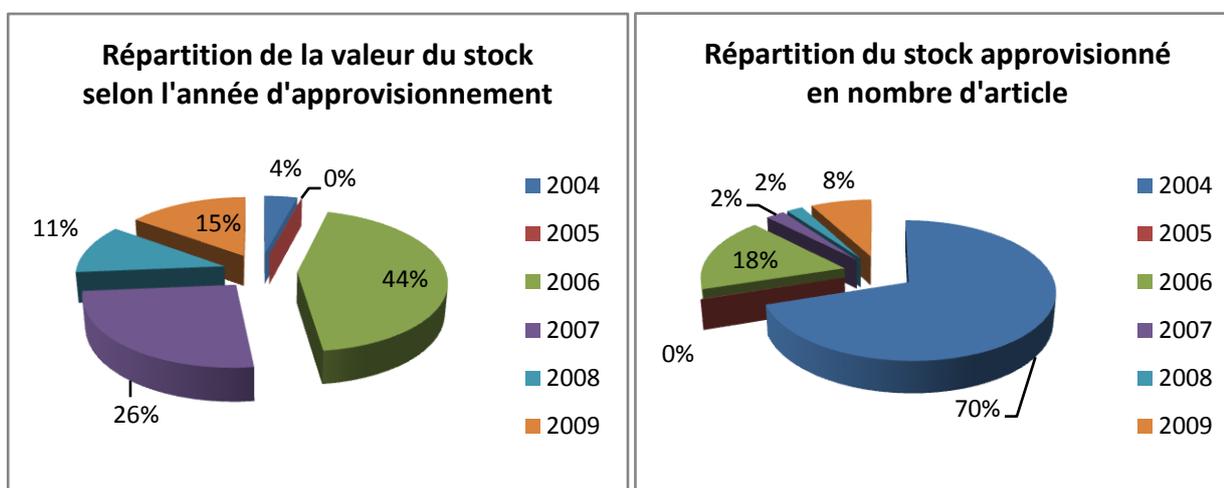


Figure 33 : répartition du stock dormant selon l'année d'approvisionnement

Remarque :

- 44% du stock dormant a été approvisionné en 2006 et 26% en 2007
- L'année 2004 enregistre un approvisionnement important en nombre d'articles arrivant à 70% du total d'articles, cependant sa valeur ne dépasse pas les 4% de la valeur du stock dormant.

- **Stock de sécurité**

Le travail qui s'impose maintenant c'est de filtrer les pièces de sécurité pour déterminer le stock obsolète.

Pour se faire, il faut se référer aux responsables magasins et au service maintenance pour distinguer entre les pièces qui sont vraiment des stocks obsolètes et les articles qui sont considérées comme pièces de sécurité même si le taux de rotation est pratiquement nul.

Cette vérification est faite seulement pour les articles qui ont un taux de rotation nul des Top 100 étudiés. La généralisation de l'étude nécessite un temps important et un engagement de tous les services.

Avant de classer ces articles nous définissons chaque type de stock :

- **Définition du stock de sécurité :**

Le stock de sécurité est le niveau de stock qui permet de limiter les ruptures de stock dues aux aléas (prévisions non conforme à la demande, délai d'approvisionnement plus long que prévu, etc.)

Ce stock de sécurité est dimensionné en fonction de plusieurs critères :

- Le niveau des aléas:

- Plus les aléas sont importants, plus le niveau du stock de sécurité sera élevé

- Le niveau de service souhaité:

- Plus on recherche une qualité de service importante plus le niveau du stock de sécurité sera élevé

- **Définition du stock obsolète**

Le stock obsolète est le stock dont la probabilité d'utilisation est nulle (dépassé techniquement, les engins qui consomment ces pièces sont déjà reformés).

- **Définition du stock actif**

Le stock actif est le stock qui bouge ou est utilisé périodiquement durant deux années (pour la maintenance systématique ou conditionnelle).

- **Définition du stock excédent**

C'est un stock actif ou de sécurité mais il est approvisionné avec une quantité supérieure au stock nécessaire.

- **Répartition actuelle par types de stock :**

Sur la base de 100 articles étudiés, 82 articles ont un taux de rotation nul, ces articles sont répartis actuellement par types de stock de la façon suivante :

Tableau 21 : répartition actuelle du stock

	sécurité	Actif	Excédent
valeur	9 290 989	17 366 834	3 344 591
nombre	26	43	13

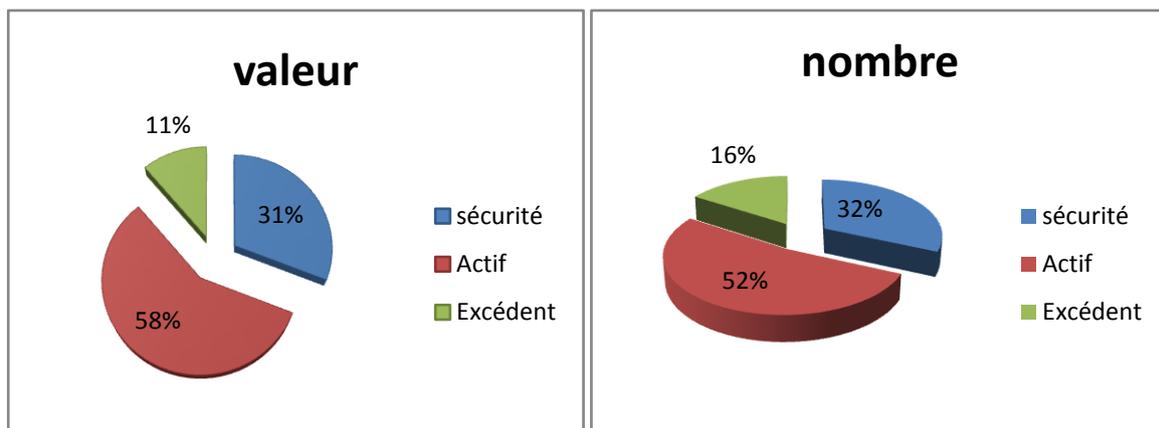


Figure 34 : répartition du stock en nombre et en valeur

Nous constatons que les plus grands pourcentages en nombre et en valeur sont classés comme actif, cependant ces articles n'ont pas bougé au moins durant 16 mois, ce qui nous pousse à réétudier la nature de chaque élément en interrogeant les maintenanciers et le service approvisionnement.

• **Répartition après interrogation des maintenanciers :**

Le tableau suivant indique les valeurs et le nombre des 3 familles selon l'avis interrogation des maintenanciers.

Tableau 22 : répartition après interrogation des maintenanciers

	Actif	Excédent	Sécurité
Valeur	6 582 729	4 739 330	18 680 355
Nombre	14	15	53

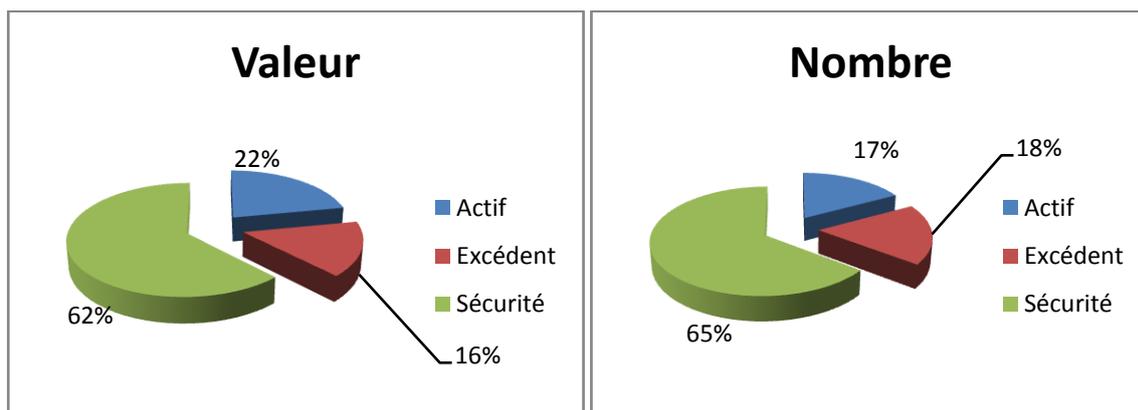


Figure 35 : répartition après interrogation des maintenanciers

Après cette vérification, le stock de sécurité est classé le premier en nombre et en valeur parmi les 82 articles étudiés ayant un taux de rotation nul.

Après cette analyse, il paraît que les pièces obsolètes parmi les 100 articles étudiés n'existent pas ; cependant, il existe un stock Excédent qu'il faut liquider.

- La valeur des 100 articles est estimée à 42 027 142
- La valeur des articles excédent est de 4 977 983

Donc, le stock excédent constitue presque 12% de la valeur des articles étudiés.

- **Stock de pièces de rechange pour les engins reformés**

Le magasin contient un nombre important des pièces de rechange pour des engins reformés et qui ne sont donc plus utilisés. Ces stocks sont répartis de la façon suivante :

Tableau 23 : stock des pièces des engins reformés

Marque	Nombre réformé mais maintenu en service	Valeur du stock
WABCO	1	8 599 733
DART	1	1 608 186
Land Rover	0	302 260
Renault 4	4	93 932
Total		106 04 112

Ce stock doit être mis en liquidation parce qu'il augmente la valeur du stock global et occupe inutilement plusieurs rayons, alors qu'il n'est plus utile pour la maintenance.

Conclusion

La difficulté qui s'impose aux maintenanciers est de choisir la bonne quantité à approvisionner au bon moment et avec le mode de gestion convenable. Pour cela nous traitons dans ce qui suit les caractéristiques de la nouvelle politique d'approvisionnement et de la gestion de stock et son niveau d'application.

III.3. Choix des modes de gestion

III.3.1. Présentation de la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion de stock :

Cette partie présente les nouvelles règles d'approvisionnement et de gestion des stocks adoptées par l'OCP en 2008.

Pour cela nous présenterons :

- les Classes Homogènes de Gestion
- les processus d'approvisionnement "Planifié" et "A la demande sur OT"
- les processus d'approvisionnement "Min-Max"
- les processus d'approvisionnement "A la demande hors OT"

III.3.2. Introduction aux Classes Homogènes de Gestion

Trois grands principes sont adoptés afin d'optimiser l'approvisionnement et la gestion des stocks :

- Les références sont regroupées dans des Classes Homogènes de Gestion (CHG)
- Sur une Organisation Logistique, une référence appartient à UNE SEULE Classe Homogène de Gestion
- Toutes les références d'une Classe Homogène de Gestion sont gérées de façon identique

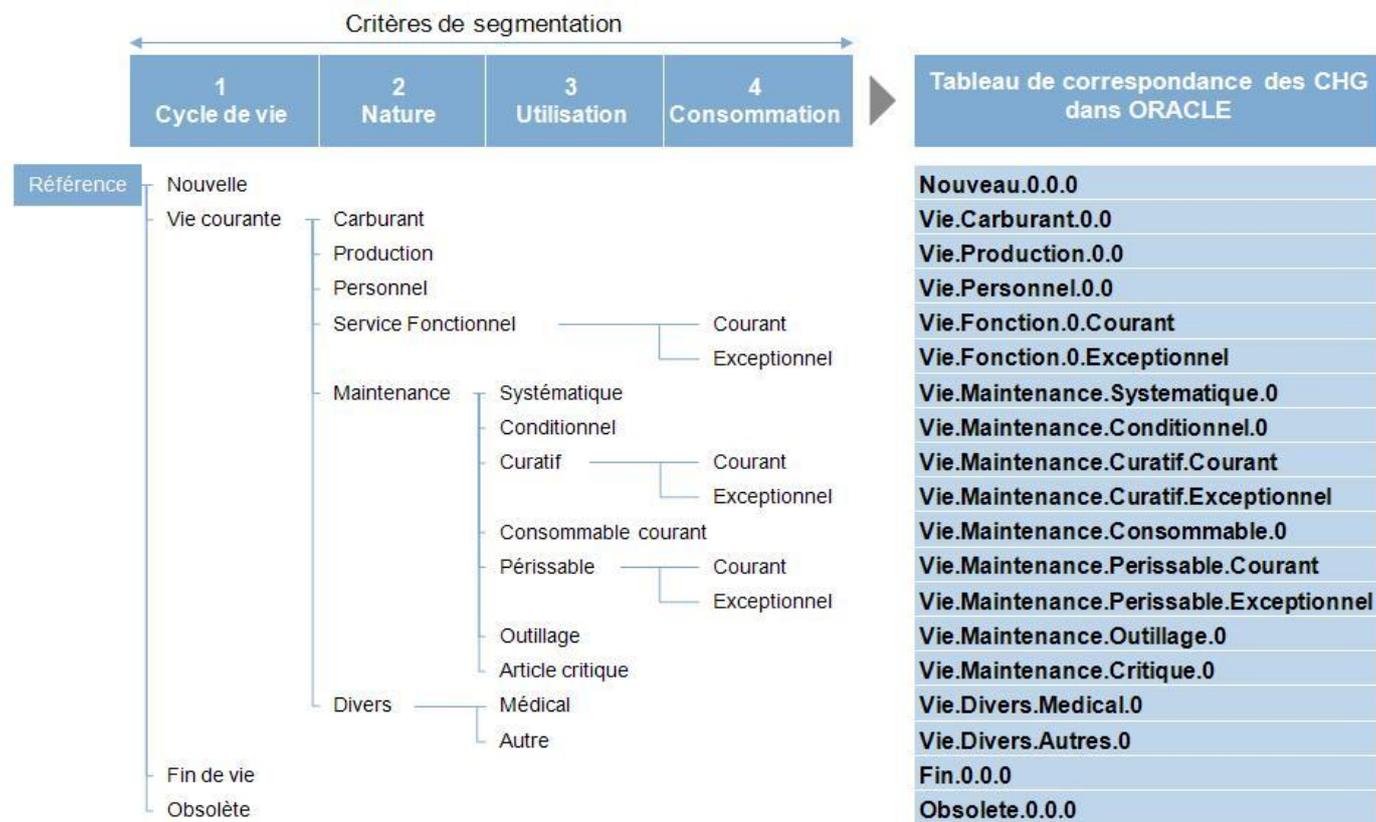
Les CHG regroupent des références ayant les mêmes objectifs et responsabilités associées, les mêmes règles de gestion et gérées par les mêmes acteurs.

Les Classes Homogènes de Gestion regroupent les références pour lesquelles :

- Les objectifs sont les mêmes en termes de :
 - taux de rupture
 - niveau de stock
- Les règles sont identiques pour :
 - l'approvisionnement
 - la gestion des stocks en magasins
- Les rôles des différents acteurs des processus (approvisionneurs, utilisateurs...) sont les mêmes sur les phases :
 - d'expression du besoin
 - d'approvisionnement
 - de gestion des stocks

19 Classes Homogènes de Gestion sont définies au sein de l'OCP :

Arborescence des CHG



III.3.3. Définitions des CHG liées à la maintenance

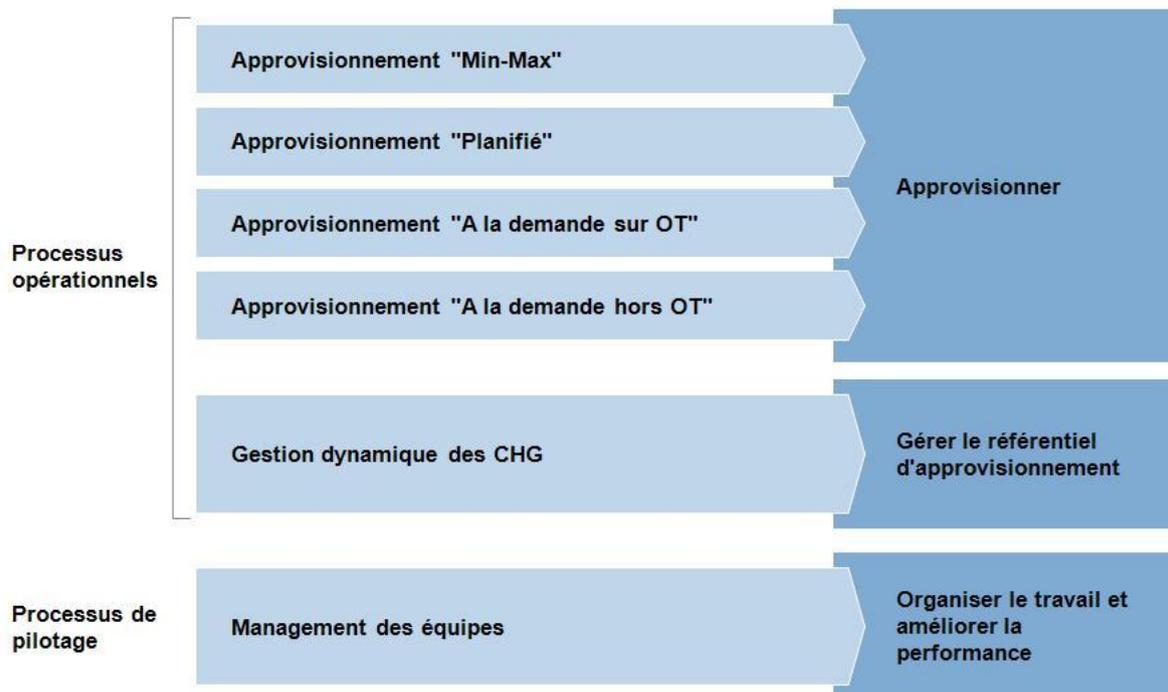
Approvisionnement systématique	Article d'équipement dont la consommation liée à un plan de maintenance planifiée est supérieure à 80% de la consommation globale. Nota : si la consommation est liée à un grand nombre (>3/an) d'opérations de maintenance réparties sur l'année, l'article pourra être géré dans la CHG "Approvisionnement curatif à consommation courante"	Pièces d'usures : courroie, roulement, filtre, joint, bougie, balais de charbon, arrêt d'huile
Approvisionnement conditionnel	Article d'équipement dont la consommation, non régulière, liée à un plan de maintenance conditionnel est supérieure à 80% de la consommation globale	Engrenage, grand roulement, disjoncteur, turbine, certaines bandes
Approvisionnement curatif à consommation courante	Article d'équipement à consommation courante (≥ 4 /an) hors maintenance planifiée et conditionnelle	Boulonnerie inox, bande, courroie, robinetterie, joint
Approvisionnement curatif à consommation exceptionnelle	Article d'équipement à consommation exceptionnelle (<4/an) hors maintenance planifiée et conditionnelle	Corps de pompe, tambour de convoyeur, câble électrique, démarreur, bande sur les sites chimiques

Consommable courant	Article consommable ou fourniture de maintenance transformé au cours de son utilisation	Baguette de soudure, électrode, gaz, tôlerie/ferraille, outil consommable (disque de meule), feuilles de joint
Référence périssable à consommation courante	Article ayant une date de fin de consommation prédéterminée et consommé couramment	Colle, résine, produit d'entretien, peinture, produit de vulcanisation, produit chimique
Référence périssable à consommation exceptionnelle	Article ayant une date de fin de consommation prédéterminée et consommé exceptionnellement	Ciment
Outillage	Outillage et PR d'outillage	Outillage mécanique, outillage électrique
Référence critique	Article d'équipement critique, non redondant et pas en réserve (certains engins, lignes de production), à remplacement en mode curatif uniquement, dont la rupture de stock entraîne un arrêt de production et sans possibilité de substitution disponible, non disponible dans les délais d'arrêt de production acceptés	Carte électronique non redondante, pièces non suivies
Référence nouvelle	Article "récemment codifié", approvisionnable, sans règles de gestion définies. Nota : Le premier approvisionnement est réalisé dans cette classe à l'exception des articles disposant des éléments permettant leur affectation. L'article est affecté à une autre CHG au maximum avant le deuxième approvisionnement.	Toutes références
Référence en fin de vie	Référence dont la consommation risque d'être arrêtée (obsolescence technique, équipement en cours de réforme ou abandonné) ou dont l'approvisionnement ne sera plus possible	Toutes références
Référence obsolète	Pièce de rechange d'équipement réformé ou abandonné, article non conforme à l'utilisation (déclaré inutilisable au sein du groupe OCP), article dépassé techniquement, article abandonné suite à l'externalisation d'un métier	Toutes références
Carburant	Carburant	Gasoil, essence, fioul
Référence pour la production	Article dont la consommation est directement liée à la production	Coke de charbon, bois de chauffe, matières auxiliaires
Référence pour le personnel	Article individuel distribué aux employés	EPI, savon poudre et bloc pour personnel
Référence pour service fonctionnel et à consommation courante	Matériel hors production, hors maintenance et lié à l'activité de l'entreprise	Fourniture de bureau, matériel de laboratoire
Référence pour service fonctionnel et à consommation exceptionnelle	Matériel hors production, hors maintenance, lié à l'activité de l'entreprise et à usage unique	Carte de visite, articles périssables de laboratoire, calendrier
Référence médicale	Matériel médical	Médicament
Divers	Matériel non lié à l'activité principale de l'OCP hors médical	Matériel de loisir, de cuisine

Des objectifs, des responsabilités et des règles d'approvisionnement et de gestion des stocks doivent être associés aux Classes Homogènes de Gestion.



La mise en place des CHG est suivie de l'utilisation de nouveaux processus opérationnels et de nouveaux processus de pilotage.



III.3.4. Processus opérationnels

Processus d'approvisionnement

Capacité à anticiper	Mode	Description	Exemples	Conséquence sur l'approvisionnement
	Consommation systématique	La référence est consommée régulièrement en fonction d'une variable (temps, heure de marche d'un équipement...)	<ul style="list-style-type: none"> • Courroie • Filtre 	L'approvisionnement peut être ajusté à la consommation à partir des plans de maintenance planifiée
	Consommation prévisible	La consommation de la référence est anticipée suffisamment à l'avance pour pouvoir l'approvisionner à temps	<ul style="list-style-type: none"> • Dent de pelle • Pignon d'engrenage 	L'approvisionnement peut être ajusté à la consommation
	Consommation imprévisible	La consommation de la référence ne peut pas être anticipée	<ul style="list-style-type: none"> • Composant électronique • Clavette 	Un stock doit être constitué

III.3.5. Règles d'approvisionnement

4 processus d'approvisionnement sont utilisés :

Processus	Approvisionnement "Planifié"	Approvisionnement "A la demande sur OT"	Approvisionnement "A la demande hors OT"	Approvisionnement "Min - Max"
------------------	-------------------------------------	--	---	--------------------------------------

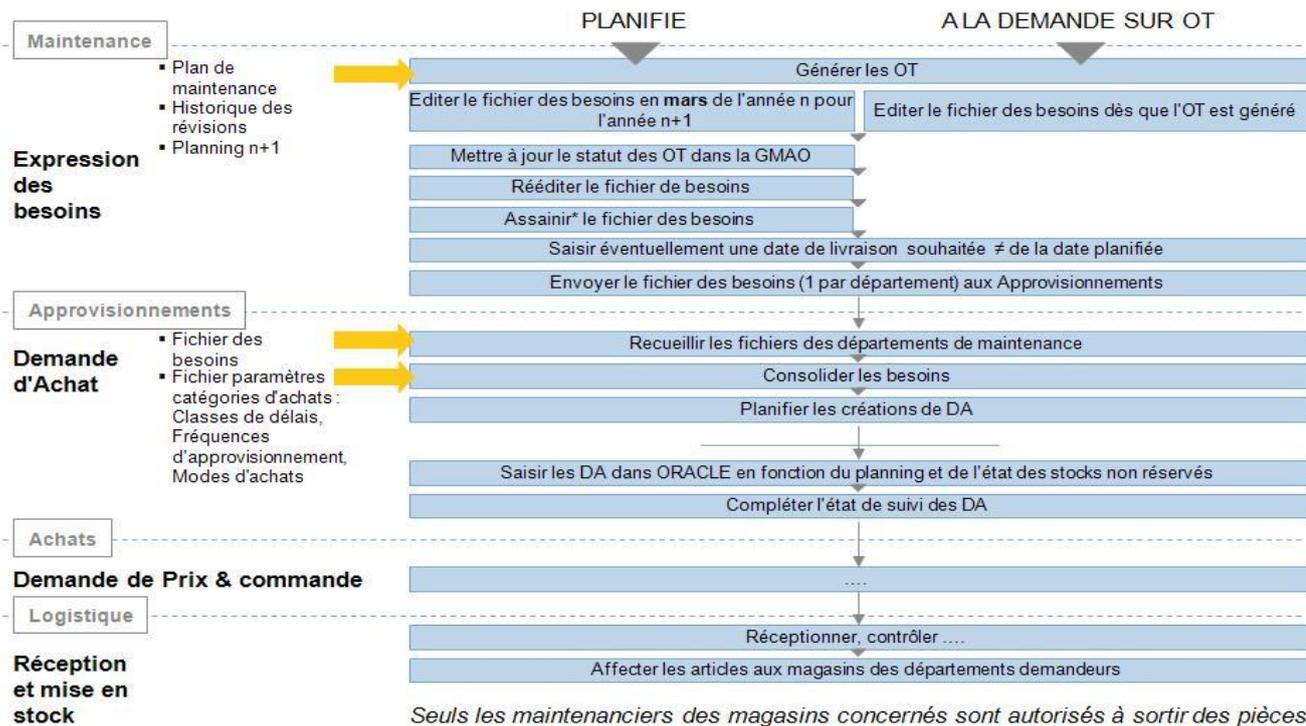
Principes	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronisation des livraisons avec les besoins du planning de maintenance : -Expression annuelle et à date fixe des besoins à partir des plans de maintenance et des arrêts de production planifiés -Planification des DA en fonction des délais d'approvisionnement et 	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement à la demande des services Maintenance : -Expression des besoins dès leur détection conditionnelle (création de l'OT par la Maintenance, envoi des besoins 	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement à la demande de l'utilisateur : -Expression des besoins dès leur détection par l'utilisateur • Déclenchement immédiat de la DA 	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement en fonction du niveau de stock : -Expression des besoins : analyse mensuelle par les approvisionneurs des articles dont le stock est inférieur ou égal à un seuil Min -Calcul des quantités à approvisionner pour
------------------	--	--	--	---

- des dates d'utilisation prévues
- Les articles commandés sont réservés à l'utilisateur
- Les articles commandés sont réservés à l'utilisateur
- Les articles atteindre un seuil Max commandés sont stockés chez l'utilisateur
- Déclenchement des DA en fonction des délais à d'approvisionnement et des dates d'utilisation prévues
- Déclenchement immédiat de la DA par famille achat

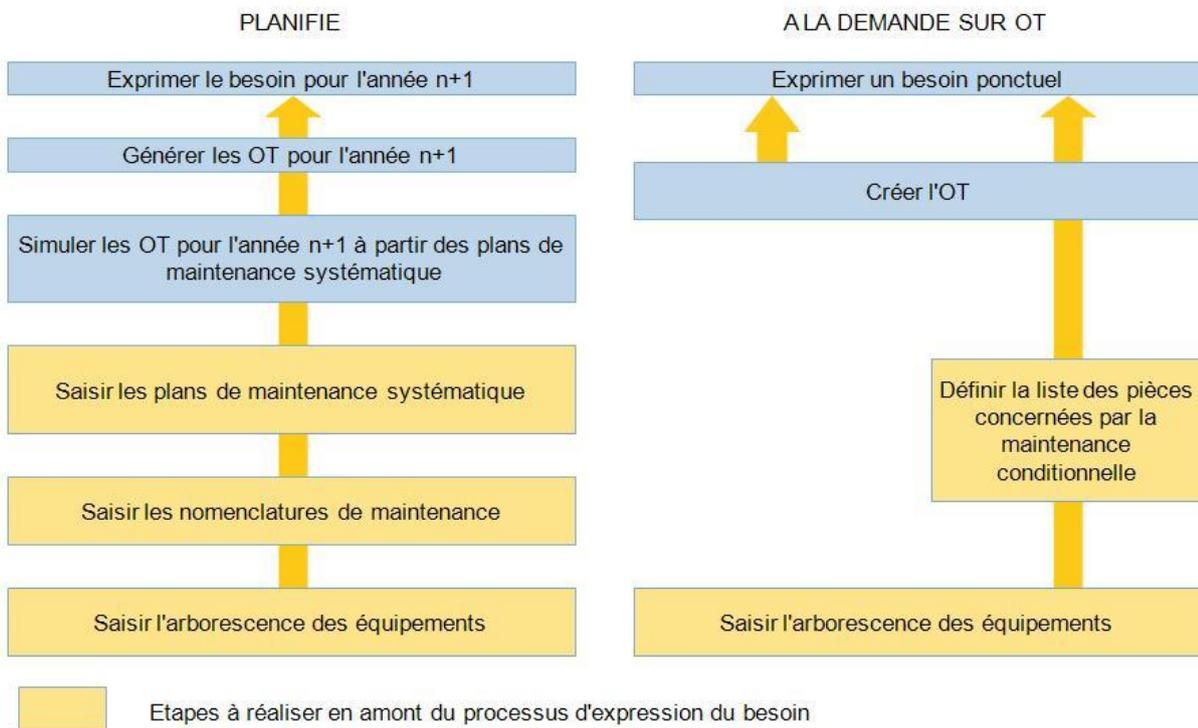
DA : Demande d'Achat, DL : Demande de Livraison

OT : Ordre de Travail

• **Processus d'approvisionnement "Planifié" et "A la demande sur OT"**

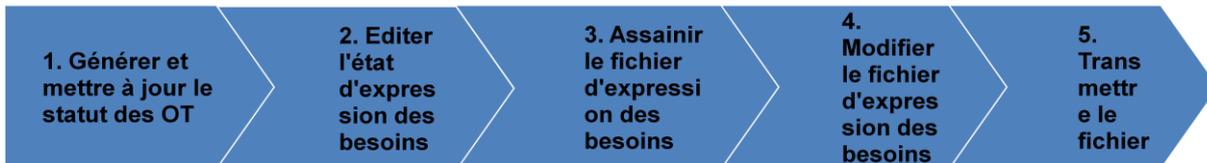


L'expression des besoins à travers les OT nécessite au préalable la saisie des plans de maintenance des équipements dans la GMAO



La première phase du processus permet de transmettre aux approvisionneurs une expression des besoins formalisée.

La phase d'expression des besoins est découpée en 5 étapes



Les articles à approvisionnement systématique dont le délai d'approvisionnement est supérieur à 9 mois font l'objet d'un traitement spécifique :

L'expression des besoins pour les articles à approvisionnement planifié (correspondant à la CHG *Vie.Maintenance.Systématique.0*) est réalisée en mars de l'année n pour l'année n+1

Certains articles ont un délai d'approvisionnement supérieur à 9 mois.

Ces articles doivent faire l'objet d'une expression spécifique des besoins qui prend en compte le délai d'approvisionnement :

Les approvisionneurs mettent à disposition de la Maintenance la liste des articles en "approvisionnement systématique" dont le délai d'approvisionnement est supérieur à 9 mois.

Cette liste est mise à jour et transmise régulièrement par les approvisionneurs :

Suite à la réunion annuelle de mise à jour des délais d'approvisionnement par catégorie achat

Suite à de nouvelles affectations dans la CHG "Approvisionnement systématique"

La Maintenance identifie les opérations concernées par ces articles

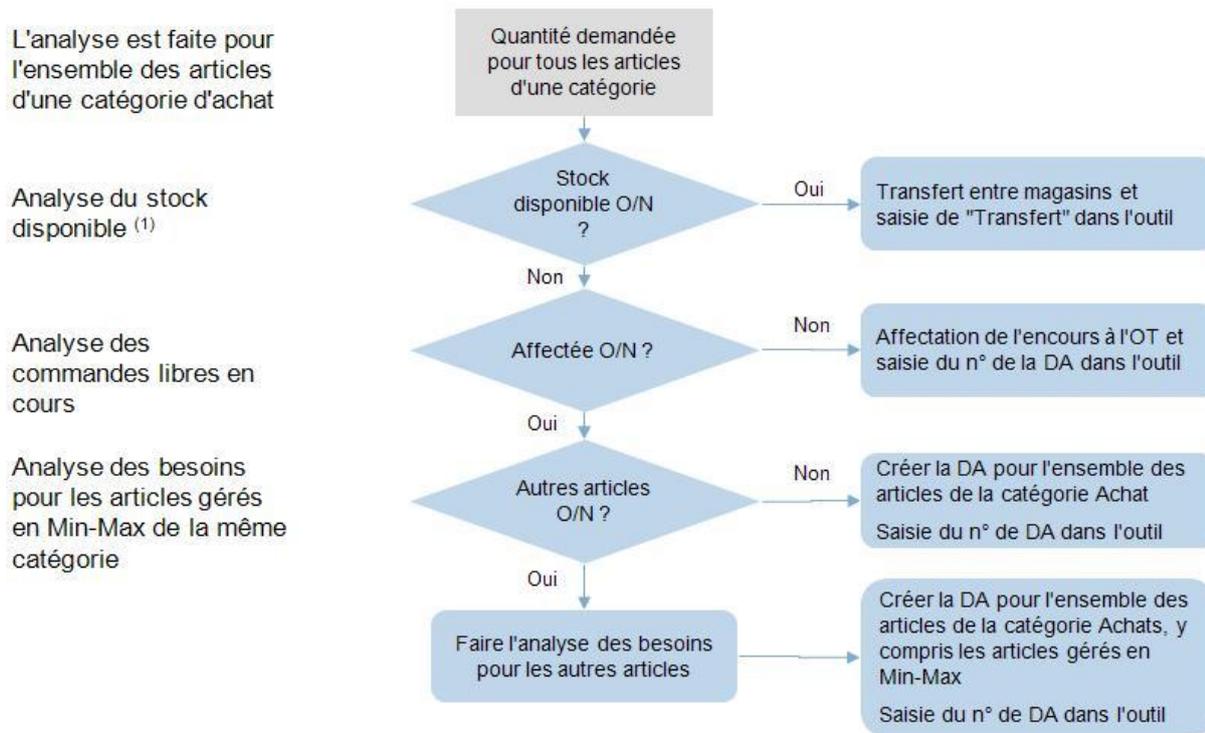
La Maintenance lance, auprès des approvisionneurs, la demande d'approvisionnement de ces articles (mode de gestion "Approvisionnement hors OT") en tenant compte de la date de besoin et du délai d'approvisionnement.

Le traitement des expressions des besoins permettant la planification des DA/DL est divisé en 4 phases :



Les agents approvisionneurs analysent chaque expression de besoins avant de procéder à la Demande d'Achats

Etapas d'analyse en régime transitoire



(1) Le stock disponible correspond soit à un stock libre supérieur au stock MAXI, soit à un stock utilisateur non affecté à un OT

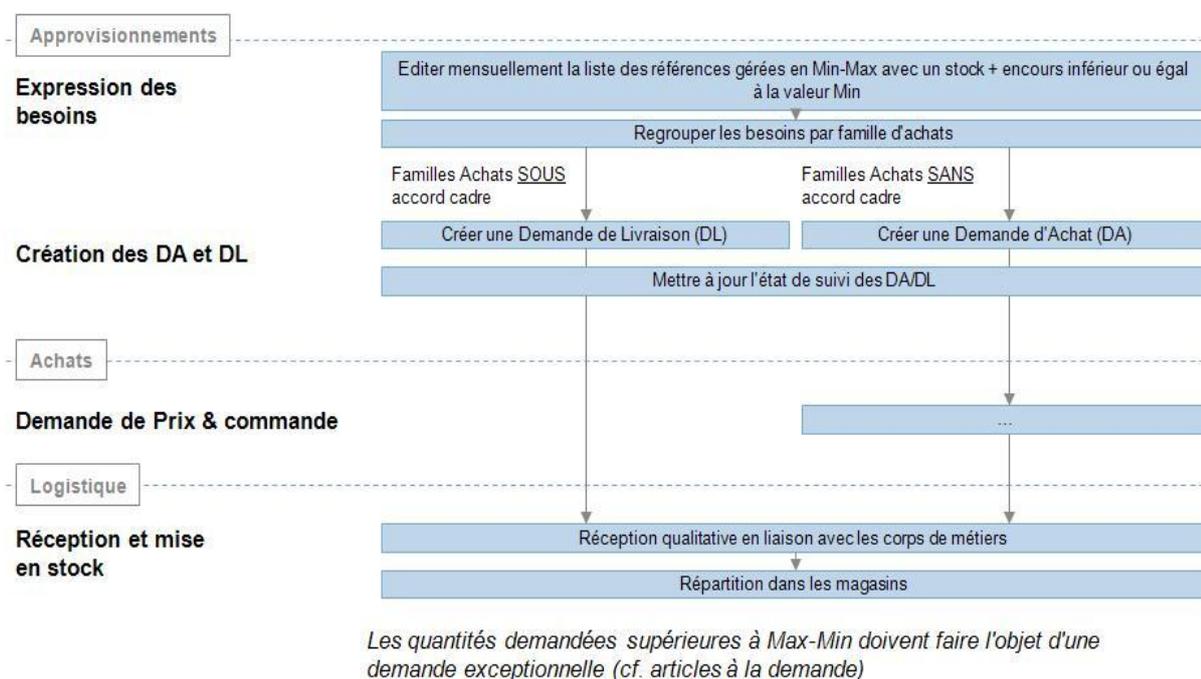
Suite à l'analyse, les DA sont créées

La traçabilité de la demande est réalisée par OT depuis l'expression du besoin jusqu'à la réception en magasin : l'OT correspondant à l'article demandé est indiqué dans le fichier d'expression des besoins et permet ainsi le suivi jusqu'à la livraison.

Le numéro d'OT doit donc être saisi dans la DA pour chaque référence

Par ailleurs, lors de l'établissement de la DA, il faudra indiquer pour chaque référence le "magasin utilisateur", c'est-à-dire le magasin de l'utilisateur ayant exprimé le besoin. Ce champ renseigné dans Oracle permettra ainsi au magasinier de savoir, à la livraison, où stocker les articles reçus (lorsqu'ils ont été demandés dans le cadre d'un processus planifié ou à la demande)

• Processus d'approvisionnement "Min-Max"



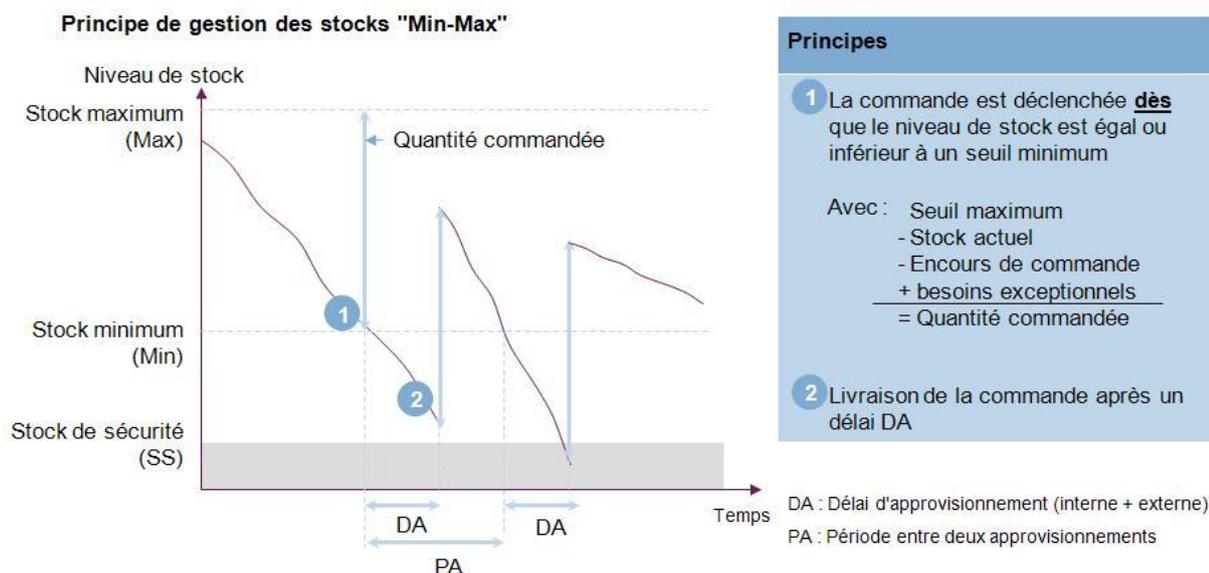
▪ Le mode d'approvisionnement "Min-Max" permet :

- de garantir une disponibilité des références tout en assurant un bon niveau de stock en fonction des CHG
- d'automatiser les approvisionnements dans un souci de gain de temps

L'utilisation du processus "Min-Max" fortement automatisé pour une majorité des références permet ainsi à l'approvisionneur de dégager du temps pour :

- traiter les expressions des besoins des références à la demande
 - réaliser les analyses nécessaires à l'identification de dysfonctionnements et à l'optimisation du niveau de stock
- Ce mode d'approvisionnement est d'autant plus optimal que les paramètres de gestion Min et Max sont bien dimensionnés

L'approvisionnement "Min-Max" nécessite le calcul de seuils minimum (Min) et maximum (Max)



Calcul des paramètres	Min : quantité moyenne consommée pendant le délai d'approvisionnement + stock de sécurité
	Max : quantité moyenne consommée entre deux approvisionnements + Min

4 paramètres sont nécessaires au calcul des paramètres Min et Max

Min : $CMM \times DA + SS$
Max : $CMM \times PA + Min$

Paramètres	Définition	Valeur
Consommation mensuelle moyenne (CMM)	Moyenne des consommations de l'article sur les 24 derniers mois	Valeur calculée par article sur la base des consommations réelles des 24 derniers mois
Délai d'approvisionnement (DA) (en mois)	Délai entre l'expression du besoin et la livraison par le fournisseur (délai interne + délai externe)	Délai externe : Valeur déterminée par catégorie fournisseurs (catégorie achats) en concertation avec les acheteurs Délai interne : Valeurs proposées : -Article sous accord cadre : 1 mois -Articles hors accord cadre : 3 mois
Période entre deux approvisionnement (PA) (en mois)	Période souhaitée entre deux approvisionnements	Période choisie entre deux approvisionnements Valeurs proposées : -Article sous accord cadre : 3 mois -Article à consommation courante : 6 mois -Article à consommation exceptionnelle : 12 mois
Stock de sécurité (SS)	Quantité en stock destinée à éviter la rupture de stock en cas de consommation supérieure à la moyenne	Le stock fixé est fonction : -de la régularité de la consommation -de la fréquence des approvisionnements -des objectifs de stock Une valeur est proposée par CHG

Note : La période d'approvisionnement fixée ici est utilisée uniquement comme paramètre dans le calcul. Elle n'impose pas le déclenchement de l'approvisionnement.

Le mode d'approvisionnement "Min-Max" s'applique à 7 Classes Homogènes de Gestion

Cas général

- Approvisionnement curatif à consommation courante
Vie.Maintenance.Curatif.Courant
- Approvisionnement curatif à consommation exceptionnelle
Vie.maintenance.Curatif.Exceptionnel
- Consommable courant
Vie.Maintenance.Consommable.0
- Référence critique
Vie.Maintenance.Critique.0
- Référence pour service fonctionnel et à consommation courante
Vie.Fonction.0.Courant

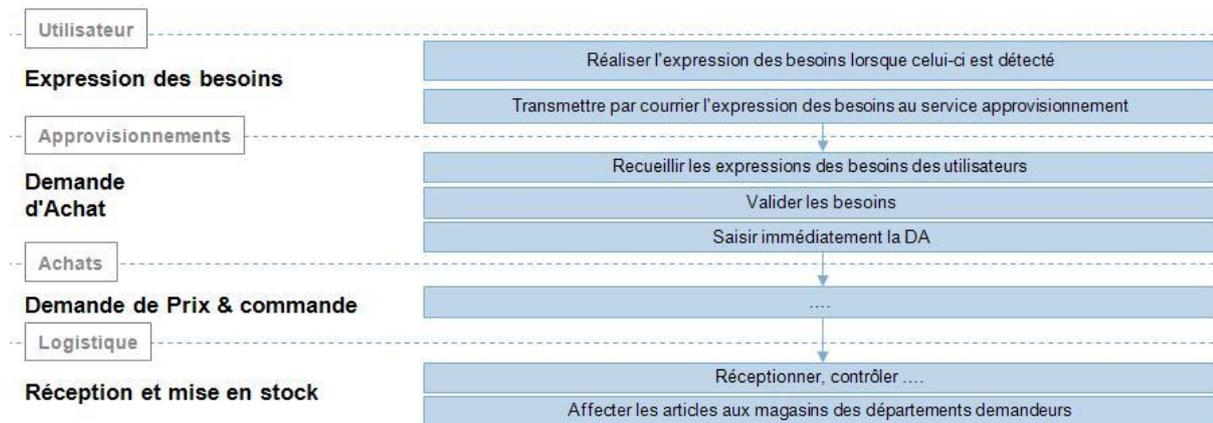
Cas particuliers

- Des stocks libres destinés à répondre à l'éventuelle consommation curative des articles approvisionnés de manière conditionnelle ou systématique sont constitués pour chacune de ces deux CHG. Ils sont gérés à l'aide du Min-Max
- Approvisionnement systématique
Vie.Maintenance.Systematique.0
 - Approvisionnement conditionnel
Vie.Maintenance.Conditionnel.0

Pour chaque CHG, les paramètres de calcul des valeurs Min et des valeurs Max sont définis :

CHG	Min	Max	Stock de sécurité (SS)
▪ Approvisionnement curatif à consommation courante	▪ $CMM \times DA + SS$	▪ $CMM \times PA + Min$	▪ $CMM \times 3 \text{ mois}$
▪ Approvisionnement curatif à consommation exceptionnelle	▪ $CMM \times DA + SS$	▪ $CMM \times PA + Min$	▪ $CMM \times 6 \text{ mois}$
▪ Consommable courant	▪ $CMM \times DA + SS$	▪ $CMM \times PA + Min$	▪ $CMM \times 2 \text{ mois}$
▪ Référence critique	▪ Min déterminé par les approvisionneurs en concertation avec la Maintenance	▪ Max déterminé par les approvisionneurs en concertation avec la Maintenance	▪ NA
▪ Référence pour service fonctionnel et à consommation courante	▪ $CMM \times 1 \text{ mois}$	▪ $CMM \times 3 \text{ mois}$	▪ NA
Cas particuliers			
▪ Approvisionnement systématique (stock destiné au curatif)	▪ $CMM \times 6 \text{ mois}$ de la part de consommation liée à la maintenance curative (rappel : maximum 20% de la consommation globale)	▪ $CMM \times 12 \text{ mois}$ de la part de consommation liée à la maintenance curative (rappel : maximum 20% de la consommation globale)	▪ NA

• Processus d'approvisionnement "A la demande hors OT"



Note : Ce processus est équivalent au processus actuellement appliqué à l'OCP

Objectifs des nouveaux processus

Améliorer la disponibilité des pièces auprès de l'utilisateur sans augmenter excessivement les stocks.

Automatiser le processus d'approvisionnement en utilisant des paramètres de gestion adaptés à chaque type de pièce et dégager du temps à l'approvisionneur pour :

- traiter les expressions des besoins des références à la demande.
- réaliser les analyses nécessaires à l'identification de dysfonctionnements et à l'optimisation du niveau de stock.

Assurer la traçabilité des pièces depuis l'expression des besoins jusqu'à la mise en stock :

- Les pièces approvisionnées selon les processus "Planifié" et "A la demande sur OT" sont réservées à leur demandeur.

III.3.6. Règles de gestion des stocks

2 modes de stockage sont appliqués :

- Stockage en magasin "libre"
- Stockage en magasin "utilisateur"

Un magasin "utilisateur" est créé informatiquement et physiquement pour chaque service effectuant une expression des besoins afin de :

- stocker les articles demandés et ainsi assurer un système de réservation
- sensibiliser les utilisateurs au niveau de stock

Stockage en magasin "libre"

Stockage en magasin "utilisateur"

Principes	<i>Stockage en magasin "libre"</i>	<i>Stockage en magasin "utilisateur"</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Les références à consommation courante et approvisionnées en Min-Max sont stockées dans des magasins libres (correspondant aux magasins actuels) • Ces références peuvent être sorties du magasin par tout utilisateur disposant d'un bon de sortie • Les approvisionneurs sont responsables de l'approvisionnement et de la gestion des stocks de ces références 	<ul style="list-style-type: none"> • Les références utilisées par un unique utilisateur ou approvisionnées à la demande sont stockées dans le magasin de l'utilisateur créé à cet effet • L'utilisateur est responsable du niveau de stock dans son propre magasin • Le magasin de l'utilisateur reste géré par les magasiniers • Ce principe de stockage permet d'assurer la traçabilité et la réservation des références approvisionnées à la demande

Objectifs

2 indicateurs sont utilisés : le taux de rupture et le niveau de stock

Taux de rupture	
Valeur*	Description de l'objectif
-0%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excellente performance ▪ Exigé pour les références critiques et pour les références à consommation prévisible et à approvisionnement rapide
5%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Très bonne performance ▪ Exigé pour les références stockées et à consommation courante
10%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bonne performance ▪ Exigé pour les références stockées à consommation exceptionnelle
100%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zéro stock ▪ Exigé pour les références ne devant pas être stockées car approvisionnées à la demande de l'utilisateur

Niveau de stock	
Valeur	Description de l'objectif
Zéro stock	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de stock ▪ Exigé pour les références ne devant pas être stockées car approvisionnées à la demande de l'utilisateur ▪ Equivalent au taux de rupture de 100%
Normal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveau de stock permettant d'atteindre le taux de rupture objectif ▪ Lorsqu'il peut être estimé ce niveau est exprimé par l'intermédiaire de la couverture de stock (nombre de mois de consommation)

Note : Le niveau de stock peut éventuellement être affecté par les contraintes de stockage (ex : volume des citernes)

La responsabilité sur les objectifs est définie par CHG

Responsable	CHG	
Utilisateur (Maintenance, services fonctionnels...)	Approvisionnement systématique	L'utilisateur est responsable sur le stock des articles dont il a fait la demande
	Approvisionnement conditionnel	
	Périssable à consommation courante	
	Périssable à consommation exceptionnelle	
	Rechange outillage	
	Référence nouvelle	
	Référence pour le personnel	
	Référence pour service fonctionnel et à consommation exceptionnelle	
Divers		
Approvisionnements	Approvisionnement curatif à consommation courante	Les Approvisionnements sont responsables sur le stock des articles qu'ils approvisionnent automatiquement en Min-Max
	Approvisionnement curatif à consommation exceptionnelle	
	Consommable courant	
	Pièce de rechange critique	
	Référence pour service fonctionnel et à consommation courante	

Tableau de synthèse des Classes Homogènes de Gestion

Classes de gestion des articles de maintenance

CHG	Objectif de niveau de stock	Objectif de taux de rupture	Règles d'approvisionnement	Règles de gestion de stock
Approvisionnement systématique <small>Vie.Maintenance.Systematique.0</small>	▪ 6 mois pour le stock de sécurité destiné au curatif	▪ 10% pour le stock de sécurité destiné au curatif	▪ Planifié ▪ Min-Max pour le stock de sécurité	▪ Magasin de l'utilisateur ▪ Magasin libre pour le stock de sécurité
Approvisionnement conditionnel <small>Vie.Maintenance.Conditionnel.0</small>	▪ 6 mois pour le stock de sécurité destiné au curatif	▪ 10% pour le stock de sécurité destiné au curatif	▪ A la demande sur OT ▪ Min-Max pour le stock de sécurité	▪ Magasin de l'utilisateur ▪ Magasin libre pour le stock de sécurité
Approvisionnement curatif à consommation courante <small>Vie.Maintenance.Curatif.Courant</small>	▪ 7,5 mois	▪ 5%	▪ Min-Max	▪ Magasin libre
Approvisionnement curatif à consommation exceptionnelle <small>Vie.Maintenance.Curatif.Exceptionnel</small>	▪ 15 mois	▪ 10%	▪ Min-Max	▪ Magasin libre
Consommable courant <small>Vie.Maintenance.Consommable.0</small>	▪ 6,5 mois	▪ 5%	▪ Min-Max	▪ Magasin libre
Périssable à consommation courante <small>Vie.Maintenance.Perissable.Courant</small>	▪ Non applicable	▪ 5%	▪ A la demande hors OT avec livraisons échelonnées (articles scus accord cadre)	▪ Magasin de l'utilisateur ou stock adapté
Périssable à consommation exceptionnelle <small>Vie.Maintenance.Perissable.Exceptionnel</small>	▪ Zéro stock	▪ 100%	▪ A la demande sur OT	▪ Magasin de l'utilisateur ou stock adapté
Outillage <small>Vie.Maintenance.Outillage.0</small>	▪ Non applicable	▪ Non applicable	▪ A la demande hors OT	▪ Enlevé dès réception et stocké dans les ateliers de maintenance
Référence critique <small>Vie.Maintenance.Critique.0</small>	▪ Sans contraintes	▪ ~0%	▪ Min-Max	▪ Magasin libre

CHG	Objectif de niveau de stock	Objectif de taux de rupture	Règles d'approvisionnement	Règles de gestion de stock
Référence nouvelle <small>Nouveau.0.0.0</small>	▪ Non applicable	▪ Non applicable	▪ 1 ^{er} Approvisionnement unique à la demande ▪ Affectation avant le 2nd	▪ Magasin de l'utilisateur
Référence en fin de vie <small>Fin.0.0.0</small>	▪ Non applicable	▪ Non applicable	▪ Approvisionnement adapté	▪ Identique à celle lors de la vie courante
Référence obsolète <small>Obsolète.0.0.0</small>	▪ Zéro stock	▪ 100%	▪ NA	▪ Liquidation
Carburant <small>Vie.Carburant.0.0</small>				
Référence pour la production <small>Vie.Production.0.0</small>				
Référence pour le personnel <small>Vie.Personnel.0.0</small>	▪ Non applicable	▪ ~ 0%	▪ Commande annuelle avec livraisons échelonnées	▪ Magasin de l'utilisateur
Référence pour service fonctionnel et à consommation courante <small>Vie.Fonction.0.Courant</small>	▪ 1,5 mois	▪ 5%	▪ Min-Max	▪ Magasin libre
Référence pour service fonctionnel et à consommation exceptionnelle <small>Vie.Fonction.0.Exceptionnel</small>	▪ Zéro stock	▪ 100%	▪ A la demande hors OT	▪ Enlevé dès réception
Divers et Médical <small>Vie.Divers.Autre.0</small> <small>Vie.Divers.Medical.0</small>	▪ Fixé par l'utilisateur	▪ Fixé par l'utilisateur	▪ Achat sur section analytique	▪ Magasin de l'utilisateur

• **Processus de gestion dynamique des CHG**

Le processus de gestion dynamique des CHG se déroule en parallèle des processus d'approvisionnement.

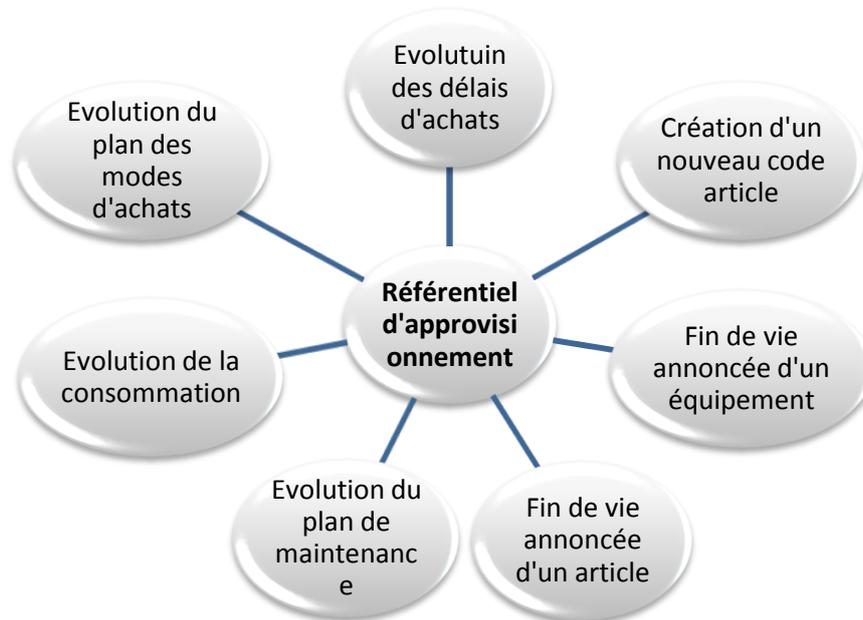
Ce processus permet de mettre à jour le référentiel d'approvisionnement au niveau local et global

RÉFÉRENTIEL D'APPROVISIONNEMENT

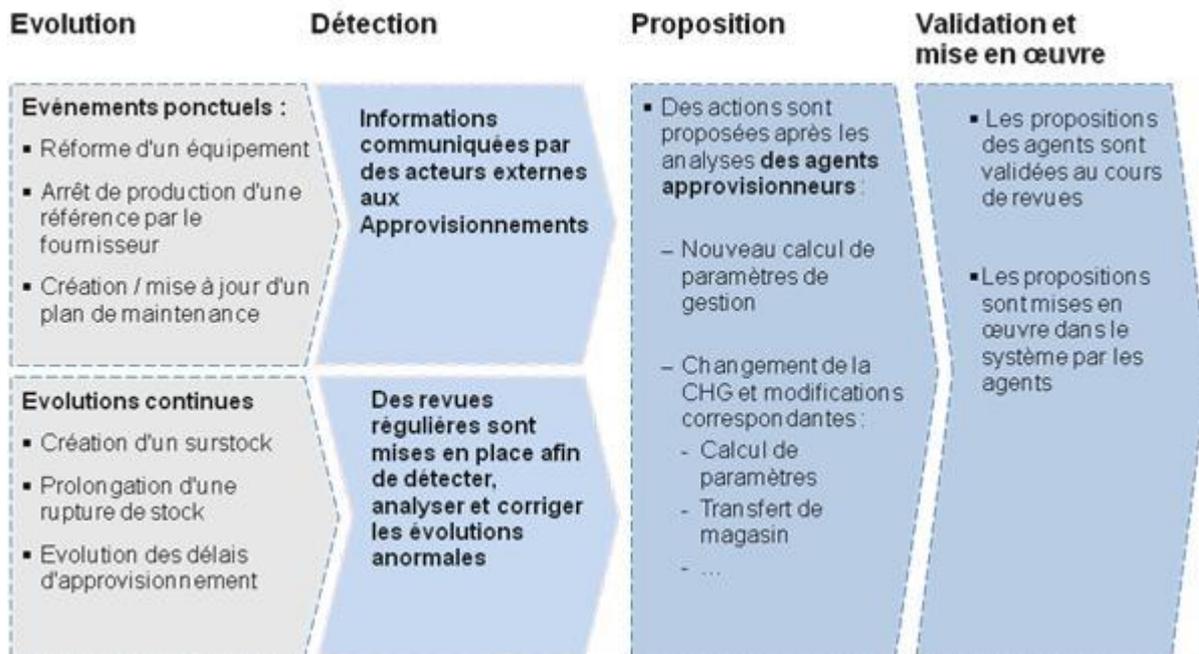


(1) Le délai d'approvisionnement par article n'est pas utilisé actuellement, seul le délai d'approvisionnement par catégorie Achats est pris en compte dans les calculs.

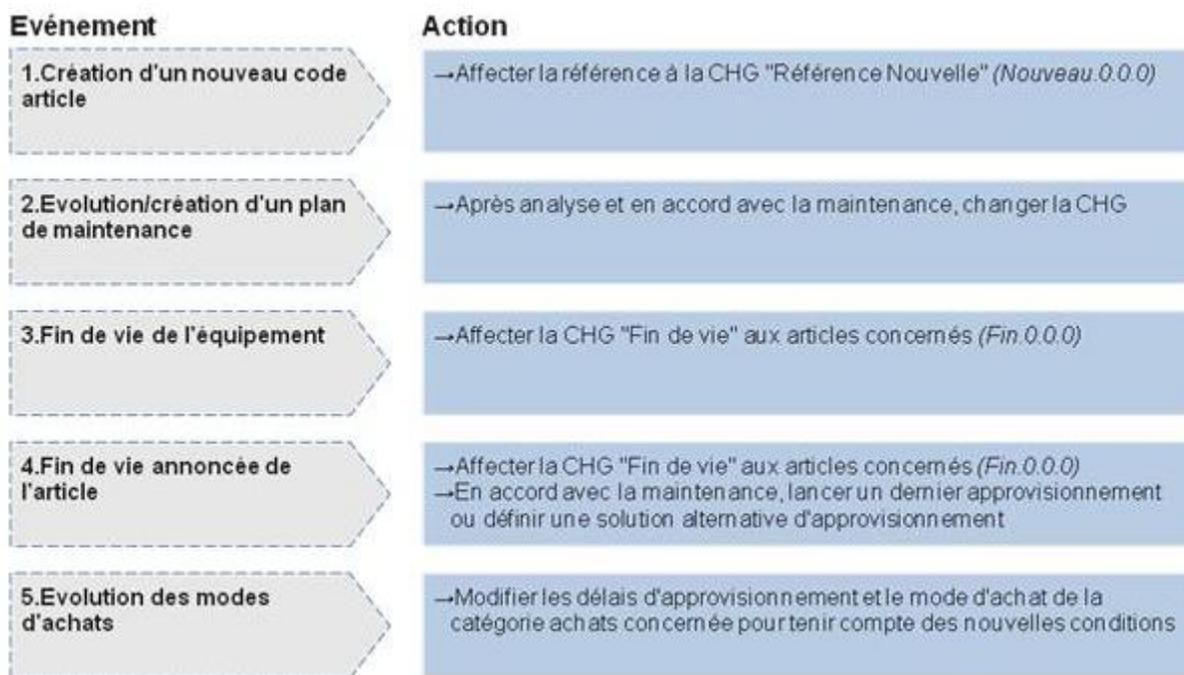
Le référentiel d'approvisionnement doit être mis à jour régulièrement pour tenir compte des évolutions de l'environnement Achats et du parc d'équipements.



Le processus de mise à jour tient compte de la nature des évolutions



- Comment doivent réagir les approvisionneurs face aux informations transmises en cas d'événement ponctuel ?



➤ Création d'un nouveau code article

Toute nouvelle référence doit être affectée à une CHG sur les organisations logistiques OL amenées à l'utiliser

Le codificateur ne dispose pas des informations nécessaires à l'affectation d'une référence à la CHG adéquate et doit donc l'affecter par défaut

La nouvelle référence codifiée est affectée par défaut à la CHG "Référence Nouvelle" (*Nouveau.0.0.0*)

➤ Evolution/création d'un plan de maintenance

Le mode de consommation d'une référence peut évoluer si elle est incorporée dans un plan de maintenance préventif.

Exemple : Un roulement de la CHG "Approvisionnement curatif à consommation courante" géré en Min-Max pourra être transféré dans la CHG "Approvisionnement systématique" pour être approvisionné en conséquence.

➤ Fin de vie de l'équipement

La future réforme d'un équipement doit être prise en compte lors de l'approvisionnement pour limiter la création d'un stock obsolète

Exemple : Les articles d'un bulldozer réformé dans les 2 prochaines années devront être approvisionnés à la demande afin de n'approvisionner que ce qui sera consommé au cours de cette période.

➤ **Fin de vie annoncée de l'article**

La fin de la disponibilité d'une pièce chez les fournisseurs doit être prise en compte lors de l'approvisionnement afin d'éviter une rupture définitive de stock

Exemple : Une dernière commande d'un joint monté sur une dragline sera dimensionnée pour maintenir l'équipement en fonctionnement pendant toute sa durée de vie prévue

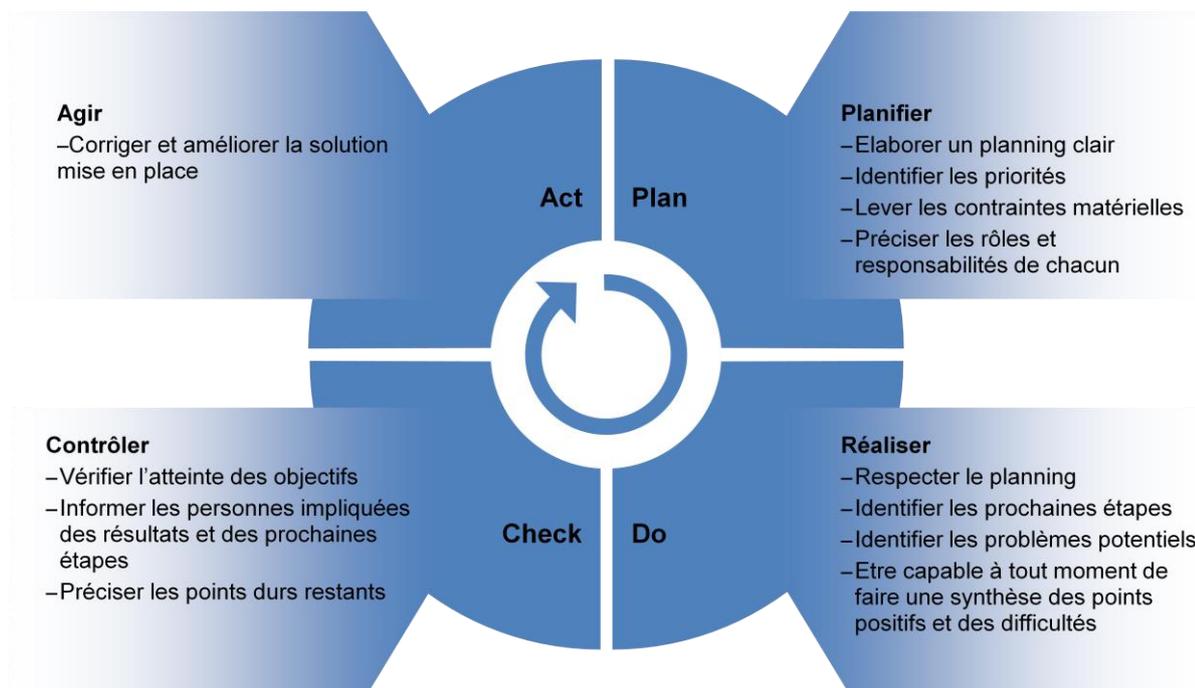
➤ **Evolution des modes d'achats**

Le passage sous accord cadre d'une référence doit être pris en compte afin de modifier les paramètres de gestion et approvisionner ainsi de plus faibles quantités mais plus régulièrement afin d'optimiser le niveau de stock

Exemple : Des vis commandées via AO deux fois par an et par 10 000 pourront être approvisionnées quatre fois par an par 5 000, assurant ainsi un niveau de stock plus faible.

• **Amélioration continue**

Le management quotidien et mensuel de l'amélioration continue s'appuiera sur un principe fondamental : **Planifier / Réaliser / Contrôler / Agir (PDCA : Plan/Do/Check/Act ou roue de Deming)**



Ces actions d'améliorations continues peuvent être suivies à travers du tableau ci-après (suggestion)

III.3.7. Fichier de suivi type

Date		N°	Description	Resp. (nom)	Priorité	Fin prévue (date)	Fin réelle (date)	Validation (date)	"Act"	Commentaires
15/09/08		1	Identification des références obsolètes sur la catégorie achat "XXX"	M. XX	1	25/09/08				
		2								

Les points quotidiens et hebdomadaires s'appuieront sur un tableau d'affichage regroupant les informations principales de suivi et de pilotage.

Contenu du tableau d'affichage

Priorités Jour J

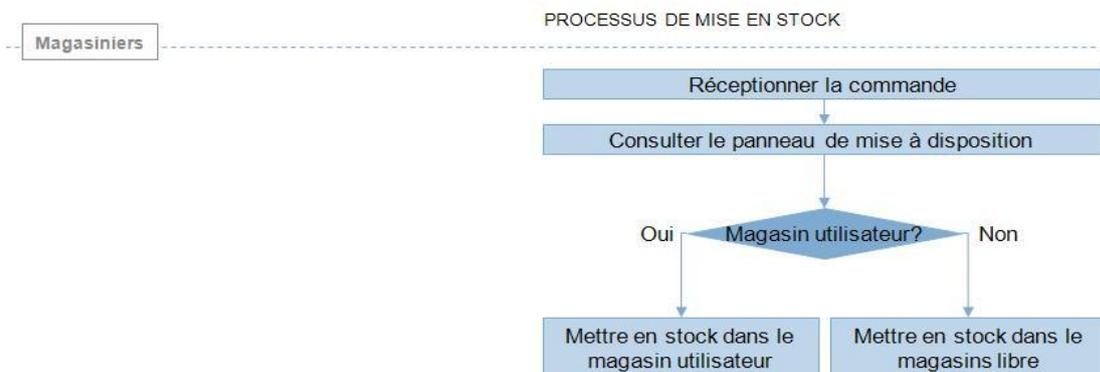
Faits marquants de la semaine

Indicateurs

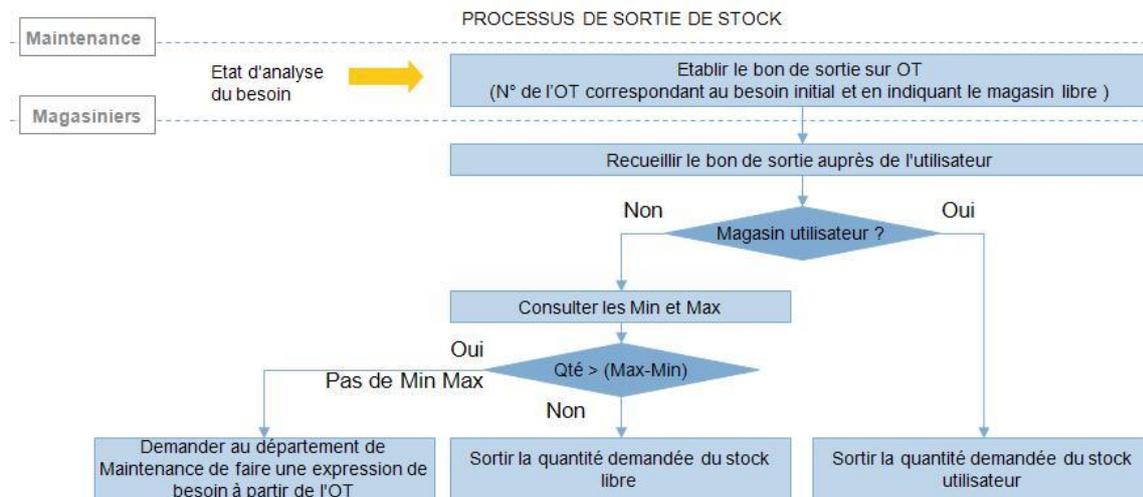
Priorités Jour J + 1

Plan d'actions

- **Nouvelles règles de gestion : Mise en stock**



- **Nouvelles règles de gestion : Sortie du stock**



Note :

- Une pièce ne peut être sortie d'un magasin utilisateur que par un membre du département de Maintenance correspondant
- Un département de Maintenance ne peut utiliser un article réservé par un autre département qu'après en avoir fait la demande auprès de celui-ci puis avoir réalisé le transfert
- Un transfert des articles non utilisés des magasins utilisateurs vers les magasins libres est réalisé chaque année.

Rappel :

- Un article stocké dans un magasin utilisateur est réservé au département de Maintenance correspondant
- Si cet article n'est pas utilisé par le département de Maintenance (annulation de l'OT, estimation trop importante des quantités à approvisionner,...), il doit être mis à la disposition des autres utilisateurs en procédant à un transfert vers un magasin libre.

L'article sera transféré vers un autre département utilisateur lorsqu'il en exprimera le besoin et que celui-ci sera traité par les approvisionneurs.

Note :

Afin de maintenir une responsabilité des départements sur leur niveau de stock, le niveau de stock est suivi au cours de l'année et est également comparé d'une année sur l'autre ;

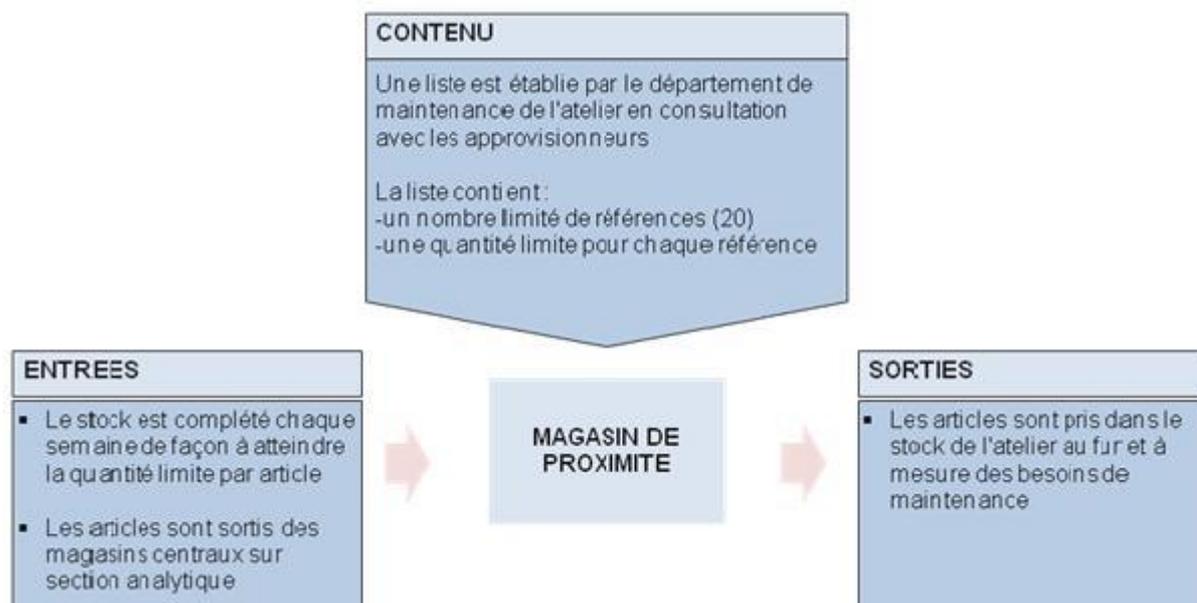
Les magasins de proximité sont également soumis à de nouvelles règles de gestion afin de maîtriser le niveau de stock ;

L'utilisation de magasins de proximité dont l'état des stocks n'est pas suivi perturbe le bon fonctionnement des processus d'approvisionnement mais permet :

- De réserver des articles pour des opérations futures
- De réduire les temps d'attente notamment lors de la fermeture des magasins centraux

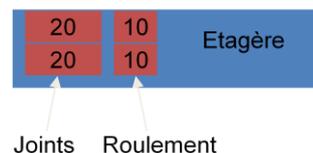
Type de magasins de proximité	Magasins spécifiques	Magasins courants
Définition	Magasins spécifiques d'articles utilisés par une seule entité et nécessitant une gestion de stock particulière Exemple : Magasin de vulcanisation	Magasins d'articles à consommation courante à proximité des ateliers de maintenance
Règles de gestion	Gestion informatique des magasins : magasins déclarés Sous la responsabilité de l'utilisateur (gestion déléguée) ou de la gestion des stocks Note : Les règles de gestion de ces magasins restent inchangées	Gestion non informatisée (magasin non déclaré), avec un contenu qualitatif et quantitatif contraint : - Liste d'articles et quantité limite définie - Sous pilotage visuel : emplacements réservés et appropriés - Sortie des pièces des magasins déclarés sur section analytique - Recomplètement des stocks à intervalles réguliers Sous la responsabilité du département de Maintenance Audits physiques des stocks par la Logistique à intervalle régulier (3 mois)

Les articles contenus dans les magasins de proximité sont définis et les quantités limitées

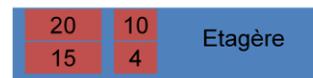


Le réapprovisionnement est réalisé grâce à un système de remplètement visuel
 Exemple de système utilisé en atelier

- 1 Chaque référence est entreposée sur une étagère à proximité des zones de maintenance dans 2 bacs dimensionnés de manière à accueillir chacun la moitié de la quantité limite (la référence et le nombre de référence limite du bac sont indiqués sur celui-ci). Exemples :
 -Joint - quantité limite : 40
 -Roulement - quantité limite : 20



- 2 Les agents de maintenance prennent les articles nécessaires à leur opération dans le premier bac



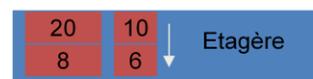
1^{ère} Consommation : 5 joints, 6 roulements

- 3 Lorsqu'un bac est vide celui-ci est mis de côté et l'utilisateur continue de se servir dans le second bac



2^{nde} Consommation : 7 joints, 8 roulements

- 4 Chaque semaine les bacs vides sont comptabilisés pour être remplis au magasin central et sont replacés sur l'étagère derrière le bac en cours d'utilisation



Recomplètement : 10 roulements

Des audits sont effectués afin de s'assurer de la bonne gestion de ces magasins

- L'objectif de ces nouvelles règles de gestion est de permettre l'utilisation de magasins de proximité tout en ayant un contrôle sur le niveau de stock
- Des audits sont réalisés aléatoirement pour vérifier la bonne application des règles :

Points abordés	Mesures d'amélioration ou de correction
1. Respect des limites qualitatives et quantitatives : -Le nombre de références stockées est-il inférieur ou égal au nombre maximum autorisé ? -La liste de ces références est-elle pertinente ? -Les quantités stockées sont elles inférieures ou égales à la quantité limite autorisée ?	- Redéfinition de la liste de références autorisées - Augmentation / réduction du nombre de références autorisées - Fermeture du magasin - ...
2. Organisation physique : -Le magasin de proximité est-il clairement délimité et rangé ? -Est-il à proximité des zones de maintenance ? -Un système de réapprovisionnement régulier et efficace est-il en place ?	

III.3.8. Affectation des éléments analysés dans les CHG

• Travail réalisé

Après avoir détaillé la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion des stocks, nous avons affecté les 100 articles étudiés aux classes homogènes de gestion puis nous avons déterminé l'objectif en terme de niveau de stock, l'objectif en terme de taux de rupture, les règles de gestion de stock et les règles d'approvisionnement.

Le tableau suivant présente les résultats pour quelques articles après la réalisation de cette étude :

Tableau 24 : affectation des articles étudiés

ARTICLE	DESCRIPTION	CHG	Objectif de niveau de stock	objectif de taux de rupture	règles de gestion de stock	Règles d'approvisionnement
10044.01290	PNEU DIM 45/65-45 38 PLI	Vie.Maintenance.Conditionnel.0	Couverture pour 6 mois	*10%	*A la demande sur OT * Min-Max pour le stock de sécurité	*Magasin libre
20290.03890	COURONNE COMPLETE 2PARTIE	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20378.02029	INDUIT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20378.02031	INDUIT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20290.02615	PROPEL GEAR	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20290.02388	PROPEL SHAFT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
10050.01130	CABLE P/ENGINS MOBILE SHD	Vie.Maintenance.curatif.excepti onnel	*15 mois	*10%	*Min-Max	*Magasin libre
20305.06634	KIT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20232.02565	PIGNON ARBRE	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20290.02165	GALET	Vie.Maintenance.curatif.excepti onnel	*15 mois	*10%	*Min-Max	*Magasin libre
20378.02423	HAUBAN CHEVALET FIXE	Vie.Maintenance.curatif.excepti onnel	*15 mois	*10%	*Min-Max	*Magasin libre
20327.05396	CHENILLE (GCHE + DRTE)	Vie.Maintenance.Conditionnel.0	Couverture pour 6 mois	10% pour le stock de sécurité	*A la demande sur OT * Min-Max pour le stock de	*Magasin libre pour le stock de sécurité

					sécurité	
10044.00509	PNEU TUBLESS 2400X49-48PL	Vie.Maintenance.Critique.0	Couverture pour 6 mois	10% pour le stock de sécurité	*A la demande sur OT * Min-Max pour le stock de sécurité	*Magasin libre
20378.01774	BOBINE POUR INDUCTEUR	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20290.02519	GEAR SEGMENTS	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20290.02613	PROPEL CRANK	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20282.01962	INDUIT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre
20282.04603	MODULE	Vie.Maintenance.curatif.excepti onnel	*15 mois	*10%	*Min-Max	*Magasin libre
20378.02369	INDUIT	Vie.Maintenance.critique.0	*Sans contraintes	*~0%	*Min-Max	*Magasin libre

Conclusion

La bonne exploitation de la politique d'approvisionnement et de gestion de stock nécessite une planification des interventions de maintenance. D'après l'analyse des données de la GMAO, le pourcentage des interventions planifiées reste encore insuffisant.

La nouvelle politique d'approvisionnement, faite par le cabinet de conseil OLIVER WAYMAN, est exemplaire. Elle permet de résoudre plusieurs problèmes. Cependant, nous voyons que la répartition physique du magasin va engendrer beaucoup de perte de surface et des problèmes d'approvisionnement de pièces de sécurité, alors que la répartition informatique suffit pour atteindre les objectifs tracés.

III.4. Redimensionnement du magasin

III.4.1. Introduction :

La plupart des entreprises sont confrontées à la problématique du dimensionnement de leur espace de stockage pour faire face aux incertitudes inhérentes à leur activité.

Le redimensionnement vise à :

- Cibler le « juste » niveau de stocks permettant de couvrir les incertitudes ;
- Libérer de l'espace pour intégrer les articles qui se trouvent dans le magasin ouvert au magasin central;
- Faciliter l'accessibilité aux pièces de rechange.

Pour atteindre ces objectifs nous proposons un nouveau redimensionnement du stock et nous présentons des solutions à certains problèmes au niveau de la gestion de l'espace de stockage.

III.4.2. Implantation actuelle

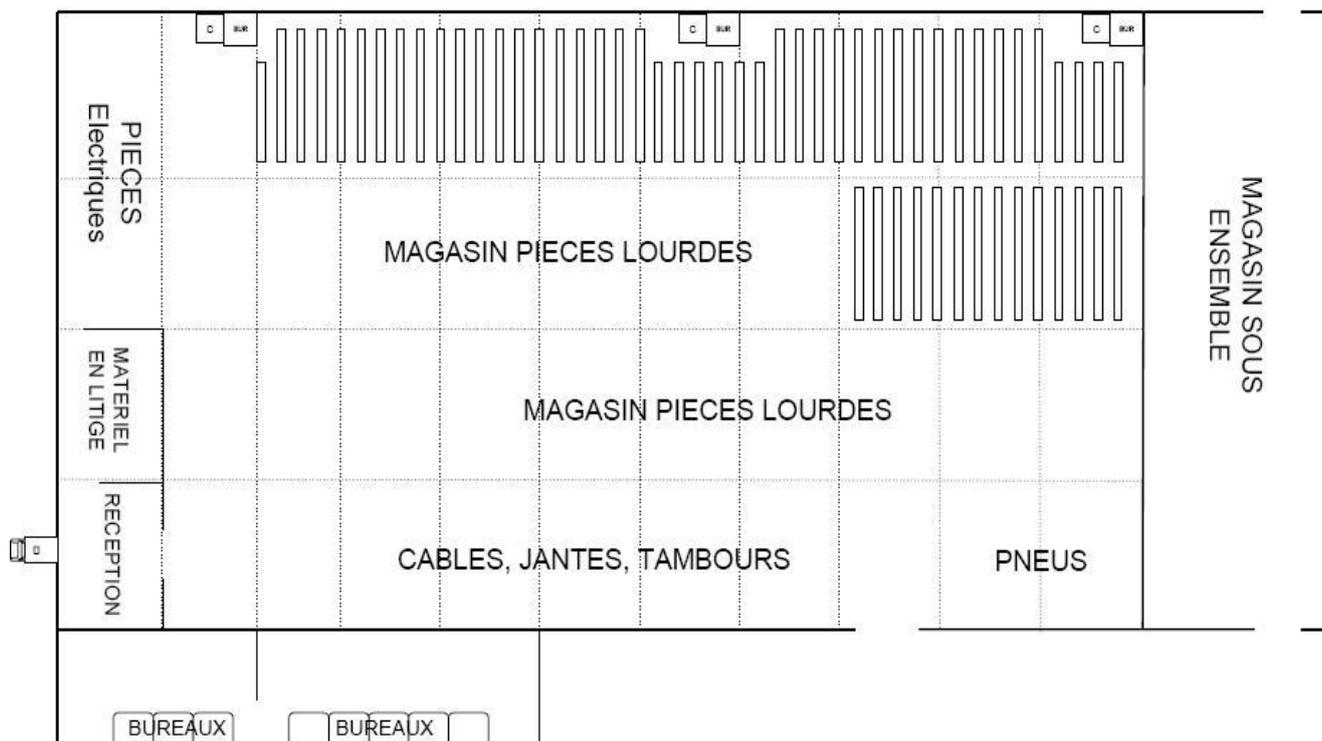


Figure 36 : implantation actuelle du magasin central

Comme nous pouvons voir, la moitié de la surface du magasin est occupée par des pièces lourdes ce qui nous fait perdre une surface importante.

Actuellement, les magasins sont organisés en parc marque de pièces de rechange

Les marques existantes au stock sont :

Tableau 25 : Marques en stock

Marques	Rayonnage
CAT	1-8, 24-31,36
WABCO	9-13
GM	14-18
ALLISON	19-21
DART	22-24
BOSH FENWICK	32
ATLAS COPCO	33
FIAT-ALIS HOUG-INTE	34
HAULOTTE UNITRIG TOURNEAU	35
SKF	37-39
TIKMEN	40-41
Livret	42
Divers	43-44
DEMAG	45
KOCH	51-52
KRUPP	53-54
COMELOR	55-56
PH	57-58
LINCOLN	59
KELLOG	60
MARION	61-62
BUCYRUS	63-66
S/Plan OCP	67-68
FERRAZ + HAZ MYER	69
ALSTHON	71
MERLIN	72
WESTING HOUSE	73
TELEMECANIQUE	74
SIEMENS	75-76
GE	77-79
Electronique	81-82

Avant de commencer le redimensionnement il faut se débarrasser des pièces obsolètes et excédentaires. L'analyse du stock nous a révélé l'existence de 16 rayons occupés par les pièces obsolètes et excédantes.

Tableau 26 : rayonnages à vider

Marques	rayons
WABCO	9-13
DART	22-24
Renault	
Land rover	

Cette opération va permettre de libérer plus de 16 rayons.

III.4.3. Organisation de l'espace réservé aux pneumatiques :

Comme nous remarquons sur les photos, les pneus occupent une surface importante, pour cela nous proposons deux méthodes de stockage qui optimisent la surface utilisée.

Etat actuel des pneus :

**Figure 37 : Etat actuel du stock**

Nous avons au stock :

- 83 pneus pour les véhicules légers de dimension 65/25cm au maximum
- 85 pneus pour les camions (DAF et Renault) 120/30cm au maximum

Solution proposée

La première méthode de stockage consiste à organiser les pneus légers (véhicules légers) dans des rayons.

La deuxième méthode consiste à stocker les pneus moyens (Camions) sur palette puis les stocker dans les rayons



Figure 38 : Avant mise en rayonnage

Après mise en rayonnage

Les grands pneus (Chargeuses & Camions) ne peuvent pas être stockés dans des rayonnages, ils doivent rester au sol.

La surface occupée actuellement : $59,5 \text{ m}^2$ soit une surface de $0,35 \text{ m}^2$ par pneu.

III.4.4. Dimensionnement des rayonnages :

- **Paramètres de dimensionnement**

- Les palettes utilisées ont des dimensions de $120 \times 120 \text{ cm}^2$
- Chaque alvéole comporte 3 palettes
- Chaque palette comporte 3 pneus
- La longueur de l'alvéole est estimée à 390 cm
- La largeur est de 135 cm

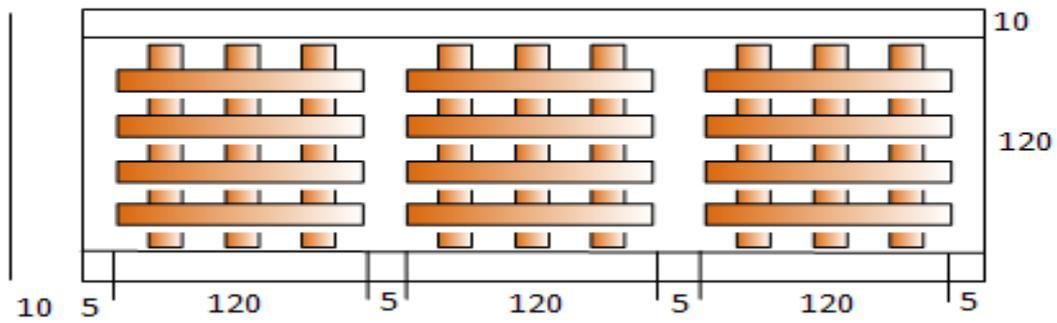


Figure 39 : alvéole

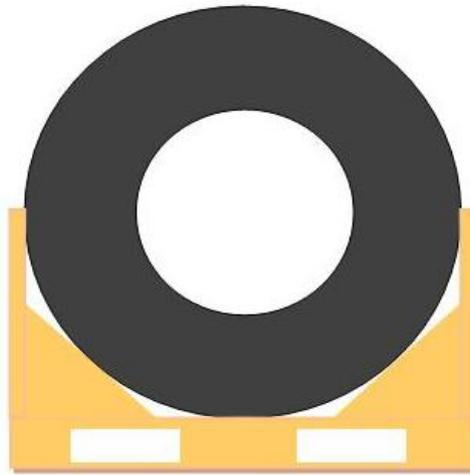


Figure 40 : vue de face des pneus palettisés

Nous aurons besoin pour le stockage des pneus :

- 8 alvéoles, le sol et le premier étage, chaque alvéole avec une capacité de 13 pneus légers ce qui donne une capacité totale de 104 pneus,
- 12 alvéoles, les 3 étages supérieurs, chaque alvéole comporte 3 palettes sur chaque palette 3 pneus moyens (camion) ce qui donne une capacité total de 108 pneus.

Le graphe suivant présente le rayonnage proposé :

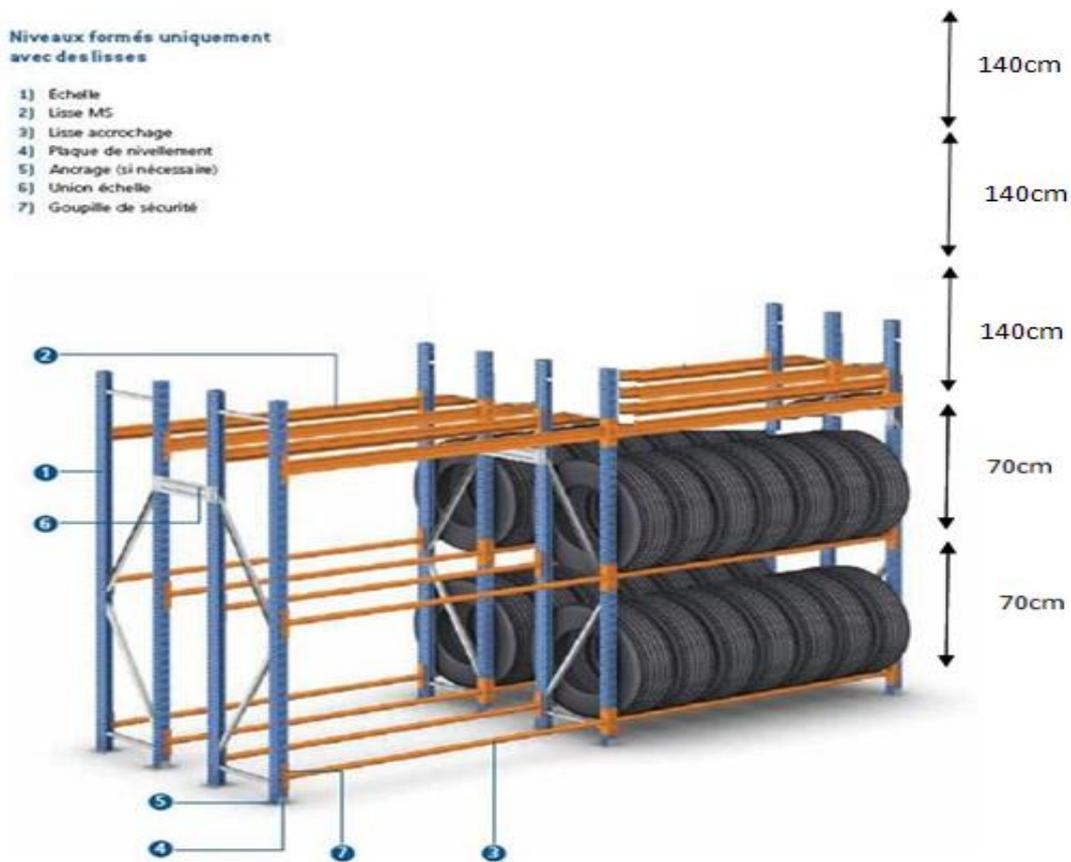


Figure 41 : rayonnage proposé

- **La surface après mise en rayonnage des pneus:**

La surface après mise en place du nouveau rayonnage : $21,06 \text{ m}^2$ soit une surface de $0,085 \text{ m}^2$ par pneu.

Le gain en surface est estimé en **$38,44 \text{ m}^2$**

- **Règles de stockage à respecter**

Il ne faut pas stocker les pneus de façon négligée. Il y a quelques règles de base à respecter. Les pneus devront être :

- Stockés verticalement, comme il est déjà présenté sur les schémas précédents
- Tournés une fois chaque 4 semaines
- Stockés dans un local frais et sec, à l'abri de la lumière et du soleil.

III.4.5. Dimensions des rayonnages :

État actuel

- **Dimensions des rayons**

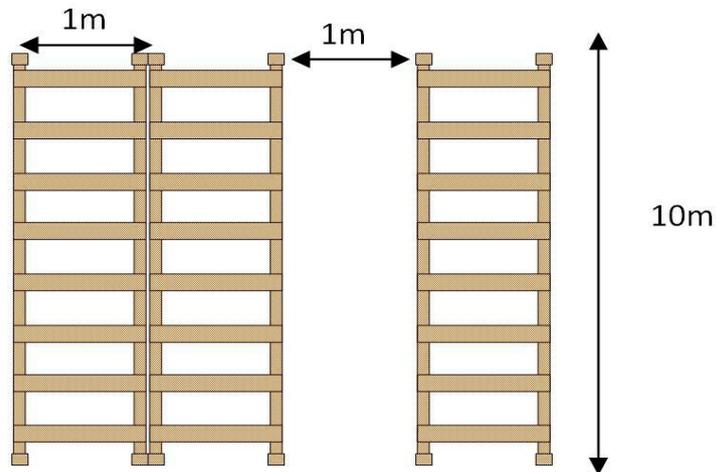


Figure 42 : Dimensions des rayons existants

Nous avons 59 rayons, avec une longueur égale en moyenne à 10 m

En général la hauteur des rayonnages est égale à 40 cm mais parfois elle varie selon les dimensions des pièces.

Le rayonnage est constitué de 7 étages plus le sol, la hauteur du sol est évaluée à 60 cm.



Figure 43 : rayonnage actuelle du magasin

- **Surface totale de stockage :**

La surface totale est calculée selon la formule suivante :

Nombre de rayon x la largeur de rayon x la longueur du rayon x (Nombre des étages+1)

La surface = $59 \times 10 \times 1 \times 8 \text{ m}^2$

Ce qui nous donne une surface de stockage de **4720 m²**

- **Proposition d'un nouveau rayonnage :**

Nous proposons un rayonnage en 2 étages :

Ce rayonnage sera organisé comme suit :

- Un sous sol variant entre 60 et 100 cm selon les dimensions des pièces.
- 5 étages en hauteur dans chaque niveau soit 10 étages en total.

Vu la faible rotation des pièces de rechange nous voyons que la construction d'un étage dans tout le magasin, pour le déplacement du magasinier ne sera pas intéressant, alors nous proposons un chariot manuel qui sera utilisé par le magasinier comme un étage de picking et aussi comme moyen de manutention.

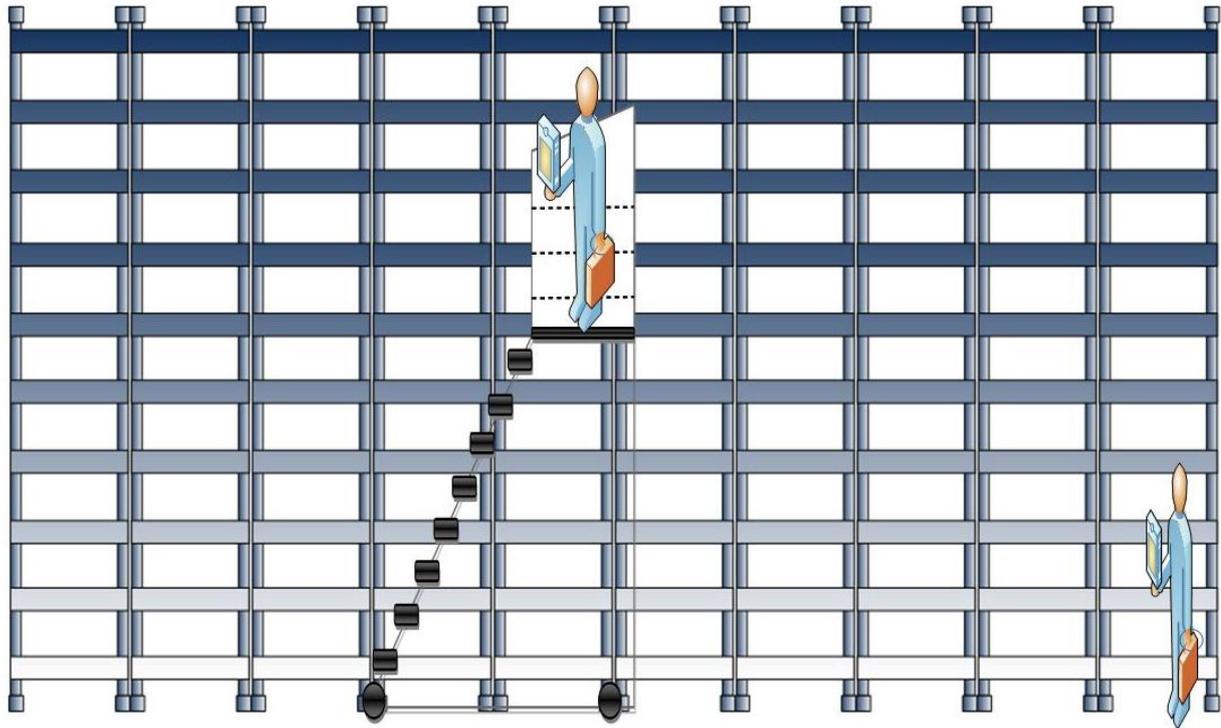


Figure 44 : schéma illustrant le nouveau rayonnage

Après l'adoption de ce nouveau concept de stockage nous aurons besoins de 43 rayons seulement au lieu de 59 rayons actuellement.

III.4.6. Organisation de l'espace réservé au stockage des pièces lourdes :

Le but de cette réorganisation est de libérer le couloir qui doit être vide pour faciliter les opérations de manutention et les mouvements des chariots et d'organiser le stockage des pièces d'une manière qui facilite leur accessibilité.

Les pièces lourdes varient en dimensions et en poids ce qui rend leur disposition selon une méthode standard impossible. Cependant, nous proposons la palettisation des pièces puis l'affectation aux rayonnages. Nous devons laisser pour ces derniers un espace entre les rayons assez suffisant pour faciliter l'accessibilité au chariot.

Les pièces très lourdes doivent être disposées dans une surface ouverte pour qu'elles soient accessibles au palan.

- **Nouveau rayonnage :**

Le rayonnage sera disposé comme suit :

- La hauteur du sol est de 160 cm
- 4 étages de 80 cm de hauteur
- Les dimensions de l'alvéole sont 390x270 cm²

La surface de stockage est calculée par la formule suivante :

La surface d'une palette x nombre d'emplacement

Avec le nombre d'emplacement qui égale au :

Nombre d'alvéole x Nombre de palettes par alvéole x (nombre d'étage+1)

$$= (7 \times 2 \times 2) \times 3 \times 5 = 420$$

$$\text{Surface de stockage} = 1,2 \times 1,2 \times 420 = 604,80 \text{ m}^2$$

Or la surface occupée actuellement par les pièces en sol est estimée en 600 m^2

Ce qui nous offre un gain en surface évalué en $600 - 295 = 305 \text{ m}^2$



Figure 45 : Avant palettisation

Après palettisation

III.4.7. Coûts d'investissement

La consultation d'un cabinet de conseil en entreposage, a fourni les informations suivantes :

Le coût de construction d'un emplacement palette pour pièces lourdes, 1 à 1,5T, est de 500 Dhs.

Le coût de construction d'un emplacement palette pour pièces légers, inférieur à 1 T, est de 350Dhs.

La réorganisation du magasin va coûter un investissement de 244 400Dhs, le tableau suivant présente les détails de l'investissement :

Escalier mobile	rayonnage lourd	palettes lourdes	rayonnage léger	palettes pour pneus	coût total
4600	210000	21000	7000	1800	244 400 DHs

A l'aide des données communiquées par le service contrôle de gestion nous avons estimé le coût annuel du mètre carré. Le tableau suivant présente les détails du calcul :

Année			2008
Désignation	Rubrique	Sous-rubrique	Total
Magasin	Charge du Personnel	Salaires et autres charges du personnel	1 198 391
		Heures supplémentaires	115 080
		Voyages et déplacements	32 061
	Total Charge du Personnel		1 345 532
	Marchandises	Aciers et gaz industriels	2 819
		Autres marchandises	20 747
		Matières diverses	15 043
		PR et AUTO	2 762
	Total Marchandises		41 371
	Fournitures internes	Consommation électricité	65 725
	Total Fournitures internes		65 725
	Prestations diverses	Prestations même Division	253 821
		Prestations autres Divisions	5 984
	Total Prestations diverses		259 805
	Dot. aux amortissements	Dot. aux amortissements	5 102
	Total Dot. aux amortissements		5 102
	Total Magasin		

Les charges annuelles du magasin sont évaluées à **1 717 535** Dhs, la surface du magasin est de **7000m²**, le tableau suivant présente le détail du calcul de retour d'investissement du projet :

surface totale	charges totales	coût du mètre carré (Dhs/m ²)	coût total d'investissement	gain en surface en m ²	le gain annuel en Dhs	durée d'amortissement (an)
7000	1717535	245,37	244400	625	153351	1,6

Donc la durée d'amortissement est de : **1 an et 7 mois.**

III.4.8. Nouvelle implantation

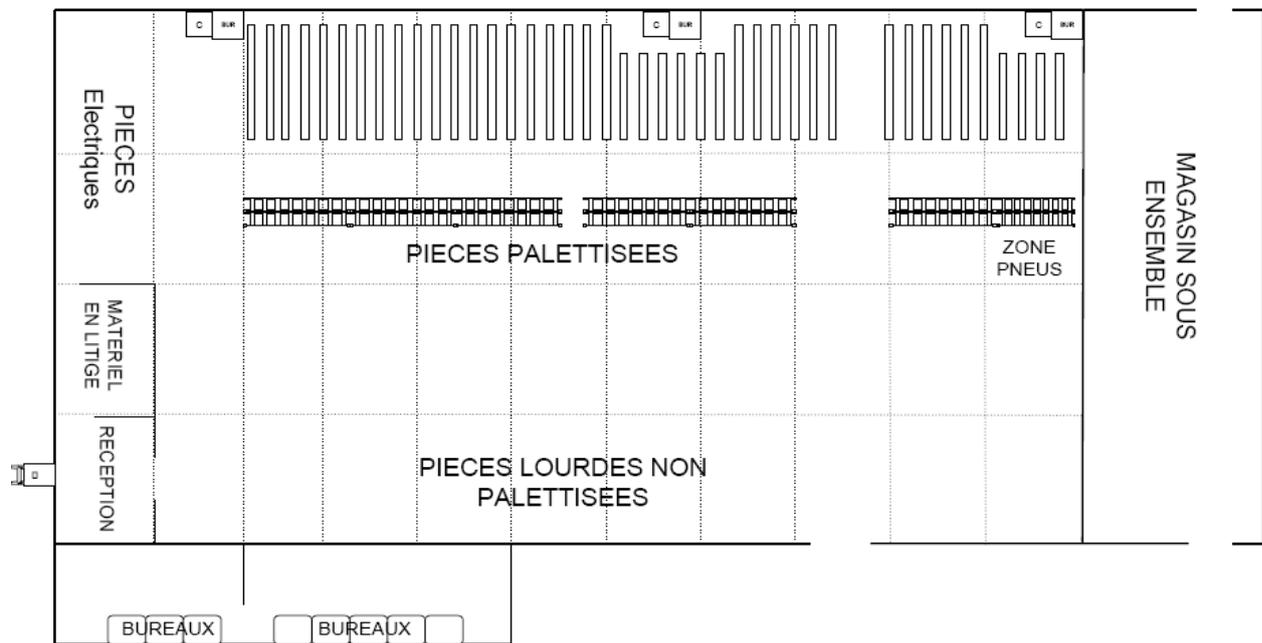


Figure 46 : nouvelle implantation

Conclusion

Le dimensionnement proposé pour le magasin actuel ainsi que le mode de stockage nous offrent un gain en surface dépassant les 625 m², ce qui va nous permettre de transférer un grand nombre des pièces stockées à ciel ouvert au magasin central et par conséquent d'assurer la protection et la préservation de ces pièces.

Les pièces doivent être affectées aux rayonnages proposés pour stocker la totalité des pièces palettisées.

On outre, l'étude a montré que le projet sera amorti dans 1 an et 7 mois.

Chapitre II

Impact des moyens logistiques disponibles actuellement sur les performances de la fonction maintenance

Résumé

Dans cette partie, nous avons pour objectif l'évaluation des moyens logistiques existants à l'OCP Benguéir et l'estimation du besoin en véhicules et en moyens de manutention, en nombre et en caractéristiques techniques.

Introduction

Les moyens logistiques disponibles actuellement sur le site OCP de Benguéir ont une grande influence sur les performances de la fonction maintenance. En effet, vu la dispersion des équipements de production sur un chantier minier très vaste, les interventions des équipes de maintenance en cas de pannes ou d'opérations préventives sont tributaires de la disponibilité des véhicules et autres moyens de manutention. En cas d'indisponibilité, les arrêts des équipements sont prolongés et la maintenance préventive devient irréalisable. De ce fait, améliorer la fonction maintenance c'est, tout d'abord, équiper le site avec les moyens logistiques nécessaires et adéquats.

Cette partie se subdivise en deux axes :

- Le parc véhicule
- Les moyens de manutention

Le parc véhicule

III.5.1. Evaluation du parc véhicules

La première tâche consiste à évaluer la situation du parc véhicule existant à l'OCP Benguéir.

Le parc est constitué de deux types de véhicules, les véhicules de location longue durée (LLD) et les véhicules appartenant à l'OCP.

- **Parc LLD**

Le tableau suivant représente les véhicules LLD répartis selon les sociétés de location :

Tableau 27 : répartition parc LLD

Prestataire	Type	Nombre
ALD AUTOMOTIVE	PARTNER	3
	FORD PICK-UP	1
ARVAL	PALIO	1
	KANGOO	3
	PRADO	6
	PIK UP DC	6
	PIK UP SC	2
WAFALD	PRADO	2
TOTAL		24

- **Parc OCP**

Le tableau suivant représente les véhicules OCP :

Tableau 28 : Parc OCP

Société	Type	Nombre
OCP	RENAULT 4	5
	RENAULT EXPRESS	4
	TOYOTA 4X4	6
	MITSUBISHI 4X4	4
	MITSUBISHI PICK UP SC	1
	HYUNDAI	3
	ISUZU PICK UP SC	0
	HONDA	1
	MITSUBISHI PICK UP DC	3
	RENAULT TRAFIC	2
TOTAL :		29

- **Évolution du parc véhicules OCP & LLD en nombre :**

Le tableau suivant présente l'évolution du parc OCP en nombre durant les cinq dernières années

Tableau 29 : évolution du parc

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	04/05/2009
Véhicules OCP	58	56	56	47	34	32	29
Véhicules LLD	4	4	15	23	23	23	24
Total	62	60	71	70	57	55	53

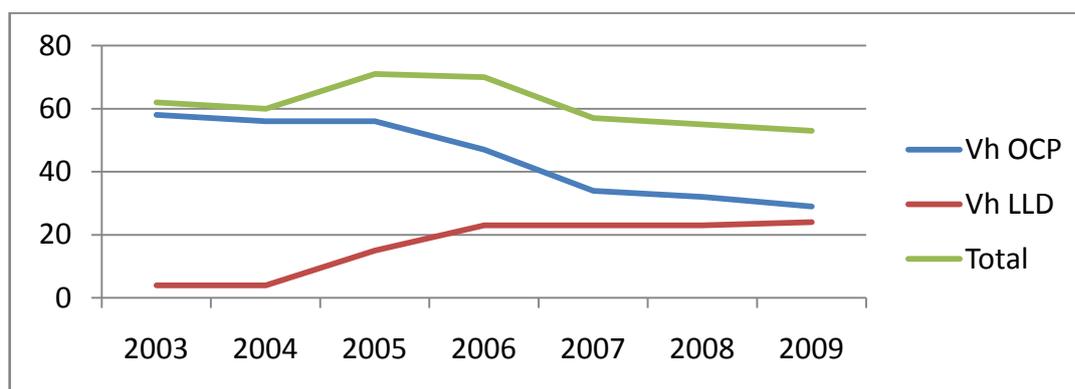


Figure 47 : évolution du parc

Nous constatons une augmentation au niveau du parc de location et une diminution du parc propre à l'OCP, en outre le nombre total des véhicules est en diminution dès 2006.

- **Répartition du parc OCP actuel selon l'âge**

Le camembert suivant présente la répartition des véhicules du parc OCP selon l'âge

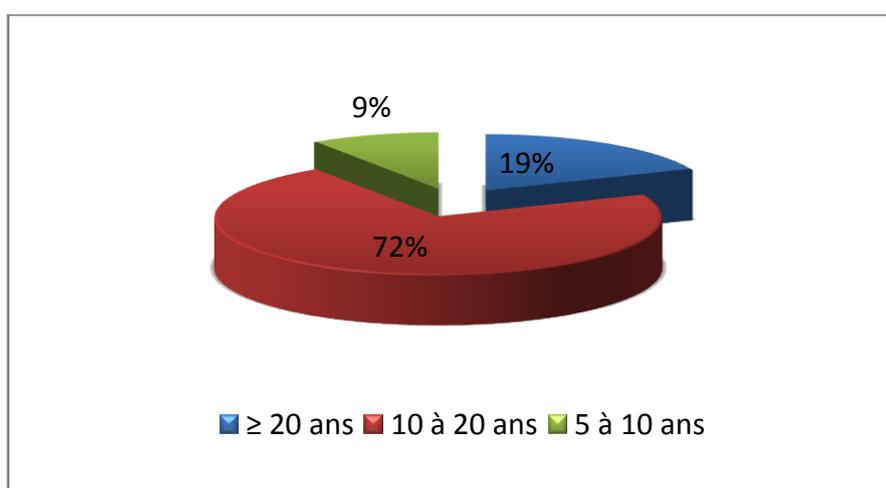


Figure 48 : répartition du parc OCP selon l'âge des véhicules

Nous constatons que 91% des véhicules ont un âge supérieur à 10 ans, ce qui montre que le parc OCP est dans une phase de vieillissement.

III.5.2. Calcul des retards des interventions à cause de non disponibilité des véhicules

L'objectif de cette partie est le calcul de la perte en production à cause de non disponibilité des véhicules au niveau des interventions de dépannage au chantier.

Vu l'absence d'un historique des temps d'attente, nous avons choisi la méthode analytique comme moyen d'estimation des retards en intervention à cause de non disponibilité des véhicules, en profitant de l'expérience des gens de la maintenance aux ateliers du point T.

On désigne alors par :

To : temps optimiste ou le temps minimal pendant lequel l'équipe de maintenance intervient sans problème,

Tr : temps réaliste fréquemment passé pour la réalisation des interventions

Tp : le temps pessimiste résultant des problèmes rencontrés au cours de la réalisation d'une intervention (indisponibilité de véhicules)

On définit donc le temps moyen Tm temps d'attente d'intervention par :

$$Tm = (To + 4 \times Tr + Tp) / 6$$

D'où le résultat suivant :

Temps d'attente en minutes

To	Tr	Tp	Tm
60	375	600	360

Alors le temps d'attente à cause du manque de véhicules est estimé à 6h par jour (24h), cependant ces attentes sont dispersées sur plusieurs types d'engins, ce qui présente un obstacle devant le calcul de perte en production, car les interventions de dépannages sont aléatoires.

III.5.3. Calcul du besoin réel

• Introduction :

Dans cette étude, la détermination des besoins réels en véhicules est une étape essentielle pour l'amélioration de la performance de la fonction maintenance.

En l'absence d'un historique des temps d'attente et des fréquences de pannes des véhicules, la détermination du besoin réel, par une analyse statistique, sera non fiable.

Pour pallier au problème d'absence de données, nous avons analysé le besoin par la cueillette d'information.

Qu'est-ce que l'analyse des besoins ?

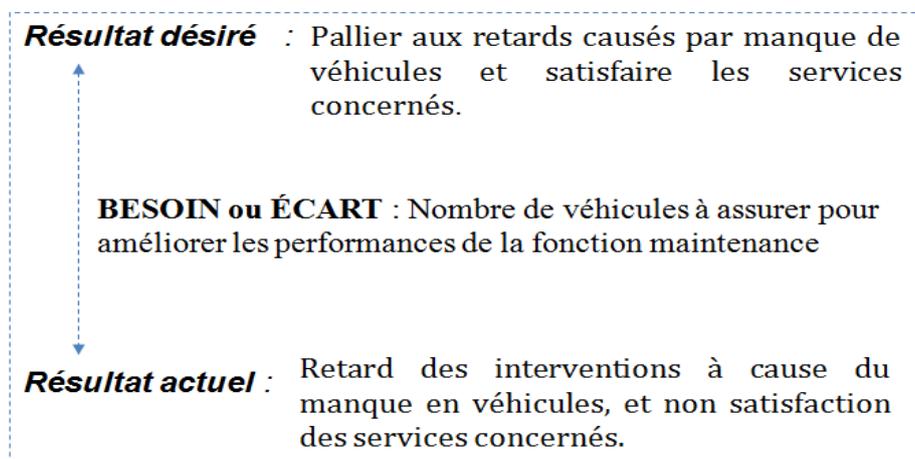
Définition

C'est un effort systématique de réflexion, d'observation et de collecte de données (faits, opinions, attitudes) provenant de sources multiples visant à identifier et documenter les écarts (besoins) entre un résultat actuel et un résultat désiré.

Un besoin représente l'écart ou la différence entre un résultat désiré et un résultat actuel.

Il ne peut se concevoir sans une énonciation du résultat désiré et actuel ; l'analyse des besoins devra donc chercher à définir les trois variables.

Il est mesurable quantitativement ou qualitativement ou par le truchement d'indicateurs.



À quoi sert l'analyse de besoins ?

L'analyse de besoins nous permet de :

- Décrire et documenter le besoin en véhicules et la situation à améliorer.
- Établir les liens avec les enjeux de l'organisation.
- Préciser les résultats attendus.
- Définir les indicateurs de mesure des objectifs à atteindre.

Elle est réalisée dans le but de décider de la meilleure stratégie d'intervention, celle qui réduira ou éliminera les temps d'attente causés par manque de véhicules.

Caractéristiques des projets d'amélioration des performances du parc avec ou sans analyse de besoins :

AVEC analyse de besoins :

La bonne solution au bon problème

Une intervention mieux ciblée sur les besoins (assez, à temps, pertinente)

Une intervention contributive aux résultats de l'organisation

Investissement dans l'amélioration des performances.

Fournit les données essentielles

Possibilité de mesurer les résultats

...

SANS analyse de besoins :

La solution appliquée sans égard au problème.

Lien indéterminé avec les objectifs de l'organisation.

Peut être une dépense injustifiée.

L'intervention est conçue à partir des idées de l'expert sur le sujet.

Résultats aléatoires, difficiles à évaluer.

...

Réaliser une analyse de besoins demande rigueur, planification et créativité. Les étapes proposées ci-dessous sont celles suivies dans notre étude.

- Clarifier l'objectif pour orienter l'étude.
- Planifier la cueillette de données pour être organisé, efficace
- Préparer ses rencontres, concevoir l'instrumentation pour obtenir un maximum de résultats
- Réaliser l'analyse pour documenter le besoin
- Analyser les résultats pour en tirer des conclusions et proposer des solutions
- Présenter le rapport pour partager / valider les résultats, prendre des décisions et obtenir les ressources nécessaires.

- **Clarifier l'objectif**

Améliorer les performances du parc véhicules et évaluer le nombre des véhicules nécessaires sont essentiels pour diminuer les temps d'attente et les retards en intervention.

- **Planifier la cueillette d'information**

La plupart des projets commencent avec un bon plan. Pour cela, il faut connaître nos objectifs, nos échéances, les ressources dont nous aurons besoin, les étapes de travail.

- **Étapes de planification**

1	Identifier les variables à étudier
2	Préparer ses questions
3	Identifier les sources d'information, choisir les types d'analyse, les moyens et les outils
4	Lister, prioriser, cédule et organiser les activités
5	Estimer le temps et le budget requis

- **Les variables à étudier**

Les variables sont les sujets sur lesquels portera le questionnement relatif à l'analyse des besoins.

Dans notre étude nous avons choisit les variables suivant :

- Performance visée
- Performance actuelle
- Causes de non performance

- **Les questions à poser**

Nous avons essayé de bien préparer nos questions. Malgré cela, parfois, c'est difficile pour les interlocuteurs de répondre à nos questions et ce pour plusieurs raisons :

- Ils interprèteront nos questions
- Ils ne savent pas comment seront utilisées leurs réponses
- Ils répondront selon leur perception, leur expérience
- Dans certains cas, ils ne connaîtront pas la réponse
- Dans certains cas, ils seront gênés par notre interrogatoire
- Dans certains cas, ils n'oseront pas se prononcer

Nous nous trouvons dans une variété des réponses qu'il faudra par la suite analyser et traduire dans la réalité.

La liste des questions est présentée dans le tableau de cueillette.

- **Les sources d'information**

Deux types de données sont consultées : des données subjectives (opinions) ou objectives (des faits). Alors que les premières donneront un sens et une valeur aux informations, les secondes les appuieront avec des faits.

Types de données	Sources d'information
Données objectives (provenant principalement de systèmes d'information)	GMAO
Données subjectives (provenant des personnes)	Chefs d'ateliers

- **Données objectives :**

A l'aide de la GMAO nous avons déterminé le kilométrage mensuel moyen des véhicules par service pour avoir une idée sur le taux d'utilisation des véhicules.

Le tableau suivant présente les kilométrages moyens pour chaque service :

Tableau 30 : kilométrage moyens par service

DIVISION	SERVICE	VEHICULES LLD	VEHICULES OCP	VEHICULES A L'ARRET	kilométrage mensuel moyen par service	
MNG /PB	PB/B: Production	PRADO 20942 ARVAL			4713	
		PRADO 20943 ARVAL				
			MITSUBISHI 4X4 Mle 23607			
		PRADO 6982 ARVAL				
		PRADO 6767 ARVAL				
		PRADO 6988 ARVAL				
			HYUNDAI Mle 15122			REVISION MOTEUR
			HYUNDAI Mle 15123			REVISION MOTEUR
		TOYOTA Mle 23503				
	PB/MD: Matériel Dragline	CIT BER 19861			3746	
		PIK UP DC 7549 ARVAL				
	PB/BI: Exploitation Installations			EXPRESS Mle 21947	ACCIDENTEE	3386
				MITSUBISHI 4X4 Mle 23604		
				MITSUBISHI 4X4 MLE 23605		
				R4 Mle 21207		
	PB/MB: Bulls & Camions			EXPRESS Mle 21949	3983	
			PIK UP SC 7166 ARVAL			
			PIK UP DC 7549 ARVAL			
			PIK UP SC 7168 ARVAL			
	PB/ED: Électrique Dragline			EXPRESS Mle 21948	2766	
		PIK UP DC 7545 ARVAL				
PB/MEI: Matériel électrique Installations			MITSUBISHI 4X4 Mle 23603	1843		
			EXPRESS Mle 21966			
			MITSUBISHI DC Mle 23921			
			MITSUBISHI DC Mle 23923			
Matériels installations			TOYOTA Mle 23501	2542		
			MITSUBISHI DC Mle 23922			
PB/MEC: matériels électrique Mvt de câble		PIK UP DC 7555 AVAL		4904		
PB/P:		PRADO 84560 WAFA		2684		

	Planning	LLD			
		PRADO 85161 WAFA LLD			
			HYUNDAI Mle 15121		
		KANGO 5315 ARVAL			
		KANGO 5326 ARVAL			
	PB/E-T: Electronique		MITSUBISHI 4X4 Mle 23606		2764
	PB/EB: Electrique	PARTNER 23445 ALD			1813
	Chef de division	PARTNER 23483 ALD			1687
MNG /LM	LM/EB: Réseau électrique	PIK UP DC 7546 ARVAL			2071
			ISUZU SC 23399		
	LM/MT: Matériel de télécommunication		R4 Mle 21802		1176
	LM/MB/S/E sous ensemble	PIK UP DC 7554 ARVAL			2312
		PARTNER 23377 ALD			
	LM/HB: Habitat		R4 Mle 21188	REFORME	1567
			MITSUBISHI SC Mle 23127		
	LM/MCB: contrôle matériel		TOYOTA Mle 23506		1393
	LM/MB: Mission extérieur & garage	KANGO 5307 ARVAL			6511
		PRADO 20944 ARVAL			
		PIK UP SC 20852 ALD			
			TOYOTA Mle 23504	REVISION MOTEUR	
			TOYOTA Mle 23502	REVISION MOTEUR	
			R4 21199		1929
LM/AB: Approvisionnement		R4 21431		406	
MNG /SM	SM: service médical		R4 Mle 21227	770	
	SOCIALE		R4 21240	2862	
MNG /AG	INFORMATIQUE		R4 Mle 21372	358	
	ECONOMAT		HONDA 23288	ATTENTE REVISION MOTEUR	
		23 VH LLD	33 VH OCP	07 H OCP	

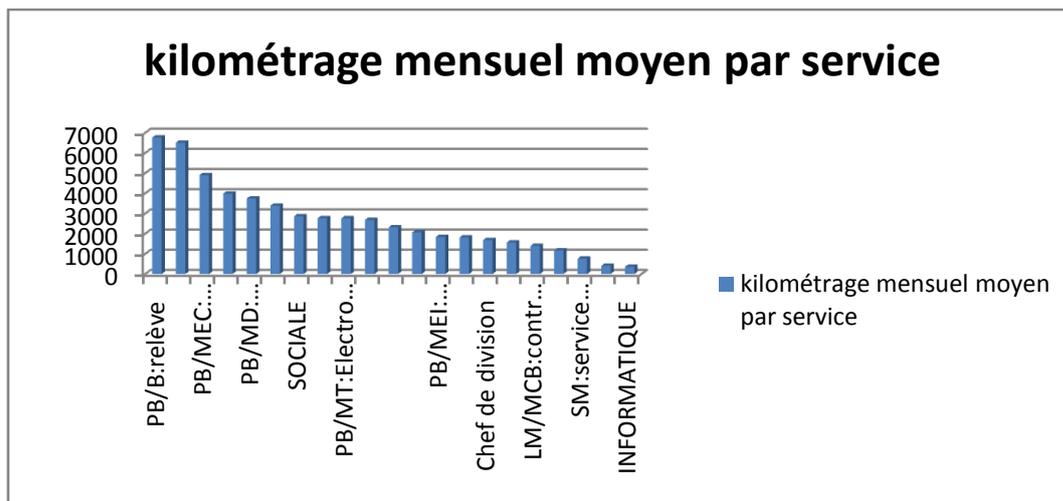


Figure 49 : kilométrage mensuel moyen par service

L'étude objective nous donne une idée sur le taux d'exploitation des véhicules, cependant nous ne pouvons pas déterminer le besoin à partir de ces seules données parce que nous ignorons la fréquence et la durée des interventions, ce qui nous pousse à réaliser une étude subjective.

- **Données subjectives :**

Il nous reste de choisir entre les trois moyens les plus utilisés dans la collecte d'information:

- Le groupe focus.
- L'entrevue.
- Le questionnaire.

Chaque moyen présente des avantages et des inconvénients.

- **Le groupe focus**

Le groupe de travail ou focus est un moyen efficace et largement utilisé pour recueillir des données et des opinions pertinentes, pour conduire des analyses de tâches et pour évaluer des solutions potentielles. Il réunit généralement de 8 à 10 personnes représentatives du groupe cible à étudier, dirigées par un animateur ou facilitateur.

Avantages

- Les opinions et sentiments recueillis sont généralement représentatifs du groupe cible
- Les participants se sentent valorisés d'avoir été choisis comme représentants de leur groupe
- Il y a possibilité d'obtenir des Consensus
- On peut prévoir un effet multiplicateur dans la dissémination de l'information dans les milieux de travail

Inconvénients

- Peut être coûteux et non pratique de réunir un groupe
- Ce type d'activité suscite des attentes quant aux retombées
- Cette réunion doit être rigoureusement planifiée, préparée et nécessite des compétences en animation.

- **L'entrevue individuelle**

L'entrevue individuelle face à face est le moyen le plus utilisé pour l'analyse des besoins et nous pouvons comprendre pourquoi.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Versatile, flexible, elle permet une communication verbale, interactive, en temps réel avec un interlocuteur choisi. Le discours non verbal est aussi capté • Moyen idéal pour conduire des analyses de contenu avec un expert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demande des techniques sûres pour gérer le déroulement et le contenu des entrevues • Les résultats de l'entrevue reposent largement sur la compétence de l'interlocuteur.

Il y a aussi l'entrevue téléphonique, qui peut procurer certains des avantages de celle face à face et éviter les déplacements.

- **Le questionnaire**

Le questionnaire est souvent utilisé pour recueillir des données auprès d'une vaste population, bien qu'il puisse n'être expédié qu'à un échantillonnage représentatif de cette population.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Avantagusement utilisé pour obtenir des réponses précises à des questions fermées • On peut joindre plus de personnes à moindre coût • Les participants ont le temps de répondre • Peut assurer l'anonymat, la confidentialité • Les réponses sont plus faciles à analyser (que pour les entrevues, par exemple) 	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement un petit pourcentage de questionnaires est retourné (de 30 à 50%) • Il peut être fastidieux de traiter les questionnaires, si expédiés en grand nombre • Demande des habiletés pour rédiger adéquatement les questions. • Le principal enjeu est de rédiger les questions. Il est recommandé de valider votre questionnaire avant de l'expédier.

Après avoir vu les différents moyens de collecte d'information, il nous reste de choisir le moyen ou les moyens à adopter.

Vu les avantages et le contexte de notre étude nous avons opté pour l'entrevue individuelle.

Description du travail : l'entrevue est fait, avec les chefs d'ateliers et les responsables, soit face à face ou par téléphone, dans ces discussions nous avons essayé de :

- Expliquer aux interrogés l'objectif de notre étude.
- Demander des interviewés des réponses pour des questions claires et précises.
- Noter les propositions des interviewés.

Tableau 31 :Tableau de cueillette d'informations

Variables	Questions	Réponses	Sources
Performance visée	Que proposez-vous pour remédier à ce problème ? Quels sont les objectifs visés par une amélioration de cette situation ? Y a-t-il des facteurs qui aideront ou nuiront à la résolution du problème ? S'il n'y a pas de pannes combien de véhicules estimez-vous nécessaires ? A partir de combien de panne par mois le nombre de véhicule que vous avez déterminé reste suffisant ? Quels indicateurs faut-ils mettre en place pour suivre et contrôler les performances des véhicules ? Quelles sont les performances techniques que vous suggérez nécessaires dans les nouveaux véhicules ?		
Performance actuelle	Pouvez-vous nous décrire précisément l'état de la situation actuelle du parc véhicule? Avez-vous les bons moyens pour réaliser vos interventions ? Quelles sont les pertes causées par le manque des véhicules ? Y a-t-il un pourcentage des retards causés par absence de moyens logistiques ? Quelles sont les insatisfactions, d'après vous?		
Causes de non performance	Quels éléments voyez-vous comme causes de non performance ?		

Ateliers interrogés

Les services interrogés
Le garage
Chaudronnerie
Machine et outils
Sous-ensemble
Bulls et camion
Mouvement de câble
Ateliers dragline
Ateliers installation KOCH
Ateliers installation KRUPP
Atelier réseaux électrique
Atelier électrique
Mouvement de câble
Télécommunication
Electronique
Méthode et planning
Laboratoire d'analyse chimique

III.5.4. Analyse des résultats obtenus

Après réalisation des entrevues nous avons obtenu les résultats suivants :

- **Variables des performances actuelles**
 - **Taux de satisfaction des services de maintenance :** 90% des maintenanciers interrogés se plaignent de l'indisponibilité des véhicules.
 - 81% des interviewers considèrent que l'indisponibilité des véhicules est l'une des causes principales des retards d'interventions de maintenance.
 - Les garagistes déclarent que la fréquence des pannes pour les véhicules est élevée.
 - Les maintenanciers du garage et du chantier voient que les véhicules LLD existants actuellement ne sont pas adaptés aux conditions sévères du chantier.
 - Tous les services interrogés n'ont pas un historique qui enregistre les pertes en production et les retards causés par manque des véhicules.
 - 50% pensent que la LLD a amélioré la performance du parc véhicule.
- **Variables des performances visées**
 - 68 % des maintenanciers interrogés voient la nécessité du renouvellement du parc véhicules comme solution du manque en véhicules.
 - 81 % des interviewers voient l'existence d'une liaison entre la disponibilité des véhicules et la performance de la fonction maintenance.
 - Les critères demandés par les garagistes sont présentés dans ce qui suit.
- **Variables causes de non performance**
 - Les garagistes se plaignent des retards lors des interventions des prestataires de location (dépassent parfois 2 jours avant d'intervenir).
 - Fréquence élevée des pannes.
 - Manque de pièces de rechange.
 - Après la collecte d'informations nous avons déterminé des actions d'amélioration et nous avons estimé le besoin réel.

III.5.5. Actions d'amélioration

Pour proposer des actions d'amélioration il faut tout d'abord déterminer les problèmes liés à l'utilisation des véhicules, nous avons enregistré :

- ✓ Des problèmes liés aux prestataires de maintenance des véhicules LLD

Les heures de retard enregistrées pendant les interventions des prestataires de maintenance des véhicules LLD VTT sont estimées en moyenne de 24,29 jours par véhicule durant l'année 2007.

Le tableau suivant présente la répartition des retards selon les marques des véhicules :

Marque	Retards en jour
--------	-----------------

PRADO	211
PICK UP	107

Ces retards sont dus aux attentes de pièces de rechange, des retards de remplacement et d'intervention.

Ces retards sont répartis de la façon suivante :

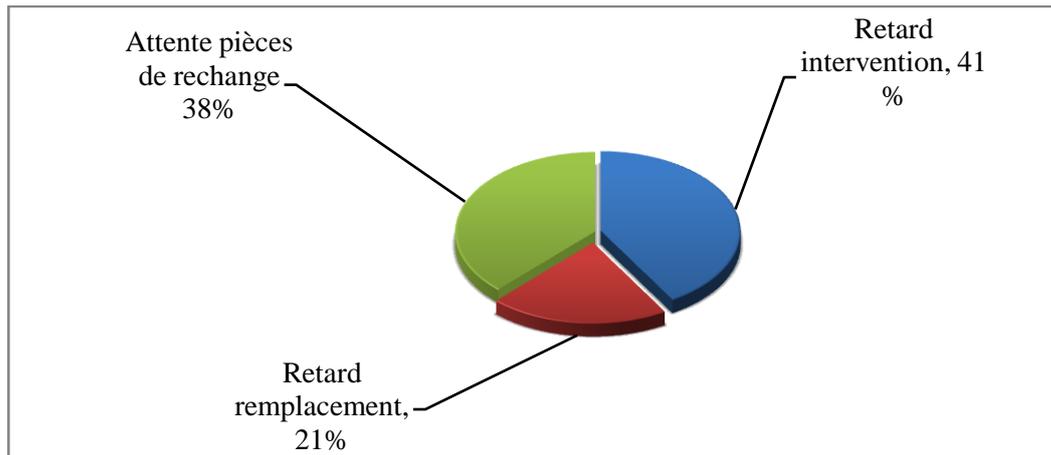


Figure 50 : répartition des temps d'attente

- ✓ Des problèmes liés aux états des véhicules et à la mauvaise conduite
 - Fréquence élevée de crevaisons des pneus
 - Roulage sur des pneus crevés
 - Détérioration de l'habitacle du véhicule
 - Déformation de la tôlerie et pare choc
 - Fréquence élevée d'incident de circulation.
- ✓ Propositions d'amélioration des prestations de maintenance des véhicules LLD
 - Le prestataire de maintenance doit être installé à BENGUERIR (il se déplace de SIDI BENNOUR, à 70 Km de Benguerir, pour chaque intervention ce qui augmente le temps d'attente)
 - Stockage des pièces d'usure chez le prestataire de maintenance.
- ✓ Propositions d'amélioration contre les problèmes liés aux états des véhicules et à la mauvaise conduite
 - L'étude effectuée dans les chapitres précédents indique la nécessité de renouvellement du parc OCP.

- Sensibilisation des conducteurs sur la bonne conduite
- Avoir les pneus de secours sur véhicule
- Éviter la circulation sur des terrains rocheux
- Respect de la vitesse de circulation au chantier
- Le bon choix des conducteurs :
 - **Désignation d'un seul conducteur par poste**
 - **Passation des consignes entre conducteurs de poste**

- **Estimation du besoin réel**

Après l'analyse des données des interventions réalisées nous estimons les besoins réels en :

Tableau 32 : estimation du besoin réel

DIVISION	SERVICE	NOM AFFECTE	VEHICULES
MNG/PB	PB/B: Production	Directeur	1 VTT
		chef de division	1 VTT
		Chef d'exploitation	1 VTT
		relève	5 VTT type PRADO ou 2 minibus + 1 VTT type PRADO
	PB/MD: Matériel Dragline	Ingénieur	1 VL
		PB/MD	3 PICK UP VTT
	PB/BI: Exploitation Installations	Ingénieur	1 VL
		PB/BI	2 VTT Type PRADO
			1 VL
	PB/MB: Bulls & Camions	Ingénieur	2 PICK UP VTT
			1 VL
		PB/MB	3 VTT Pick up
			2 VTT dont une pour inspection 1 atelier mobile équipé de compresseur, poste soudure, outillage collectif
	PB/ED: Électrique Dragline	Ingénieur	1 VL
		PB/ED	2 VTT PIK UP
	PB/MEI: Matériel électrique Installations	Ingénieur	1 VL
		PB/MEI	2 PICK UP VTT
	Matériels installations	PB/MI	2 VTT Type PRADO
	PB/MEC: matériels électrique Mouvement de câble	PB/MEC	PICK UP DOUBLE CABINE
			PICK UP simple cabine
PB/P: Planning	PB/PG	1 VTT Type PRADO	
		2 VTT Type PRADO	
	Ingénieur	1 VL	
	PB/PS	1 VL	

	PB/MT: Electronique	PB/MT	1 VTT Type PRADO	
	PB/EB: Electronique	chef de division	1 VL	
	Chef de division	chef de division	1 VL	
MNG/LM	LM/EB: Réseau électrique	LM/EB	1 PIK UP	
			1 VTT Type PRADO	
	LM/MT: Matériel de télécommunication	LM/MT	1 VL	
	LM/MB/S/E sous ensemble	LM/MB/S/E	1 PIK UP VTT	
	LM/HB: Habitat	LM/HB	3 VL	
	LM/MCB: contrôle matériel	LM/MCB	0	
	LM/MB: Bulls & camions	Ingénieur		1 VL
		MISSION EXTERIEUR		1 VTT Type PRADO
		MISION EXTERIEUR		1 PIK UP
		GARAGE		2 VTT TYPE PRADO
	COURRIER		1 VL	
LM/AB: Approvisionnement	Ingénieur		0	
MNG/SM	SM: service médical	Médecin	1 VL	
	SOCIAL	SOCIAL	1 VL	
MNG/AG	INFORMATIQUE	INFORMATIQUE	1 VL	
	ECONOMAT	ECONOMAT	1 PICK UP	
total			59 VH + Atelier mobile	
			OU 2 minibus + 55VH + 1 Atelier mobile	

Conclusion

Après avoir estimé le besoin il nous reste de déterminer la meilleure façon de gérer le parc véhicule, la location ou la prise en charge par l'OCP? Pour cela nous réaliserons dans ce qui suit une étude comparative des coûts de la sous-traitance et de la prise en charge par l'OCP.

III.5.6. Evolution des dépenses de maintenance :

A l'aide de la GMAO ORACLE/EAM nous avons déterminé les coûts de maintenance pour la période du 01/01/2006 au 01/01/2009 :

Nous présentons un exemple de l'évolution des coûts pour :

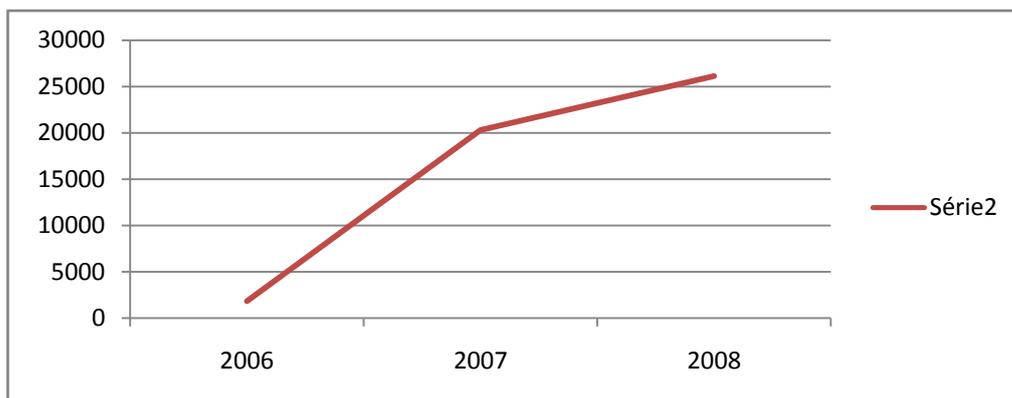


Figure 51 : Coût de maintenance HYUNDAI 15121

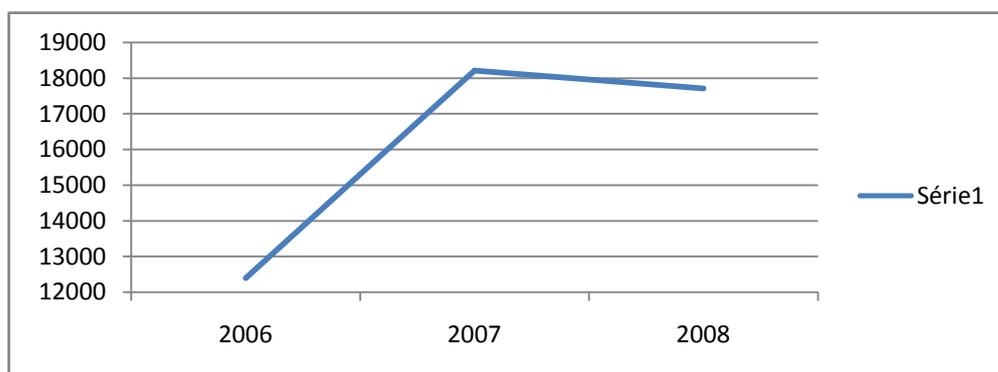


Figure 52 : Coût de maintenance MITSUBISHI 23603

Les autres véhicules sont présentés en annexe.

Dans la plupart des cas nous remarquons une augmentation des coûts de maintenance.

- **Analyse de la situation actuelle sur le plan des performances techniques**
 - **Évolution du kilométrage des véhicules OCP**

Nous analysons dans ce qui suit la situation actuelle des véhicules et leurs performances.

A l'aide des données de la GMAO locale nous avons déterminé le kilométrage annuel pour chaque type de véhicule.

Le tableau ci-après représente le kilométrage annuel parcouru par les véhicules OCP tout terrain et les véhicules légers pendant les six dernières années.

Tableau 33 : kilométrage annuel des véhicules OCP

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
VTT	994265	1254485	1297425	616468	574699	435683
VL	300478	404585	547885	217131	186226	175079
Total	1294743	1659070	1845310	833599	760925	610762

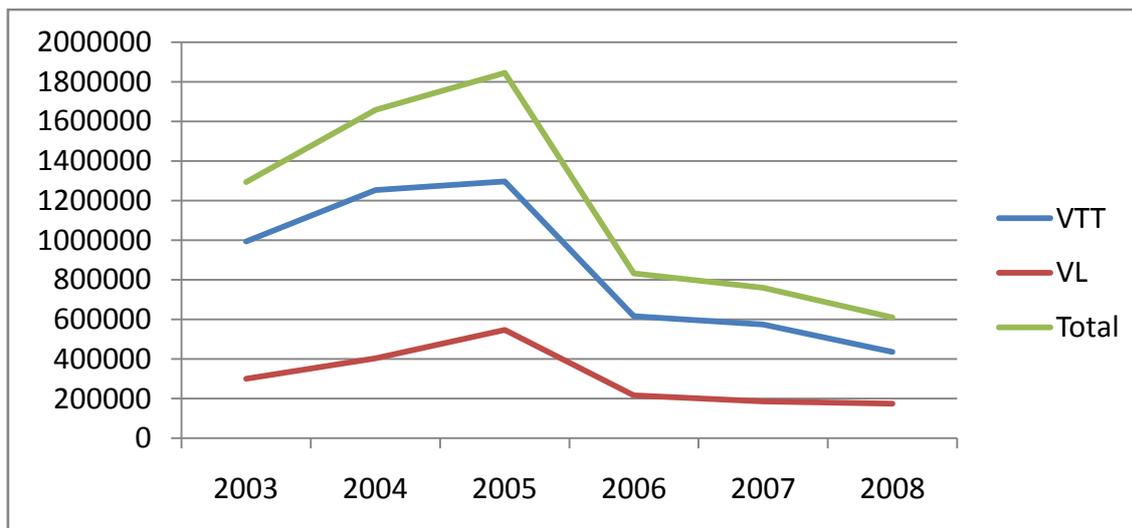


Figure 53 : évolution du kilométrage des véhicules OCP

La chute du kilométrage parcouru par les véhicules OCP est due au vieillissement du parc (augmentation des fréquences de pannes et des interventions de maintenance) et au nombre important des véhicules réformés.

▪ **Évolution du kilométrage des véhicules LLD**

Le tableau ci-après représente le kilométrage annuel parcouru par les véhicules LLD tous terrains et les véhicules légers pendant les six dernières années.

Tableau 34 : kilométrage annuel des véhicules LLD

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
VTT	36383	74036	144513	713964	934111	1099187
VL	15465	35990	104085	122225	35040	50599
Total	51848	110 026	248598	836189	969151	1149786

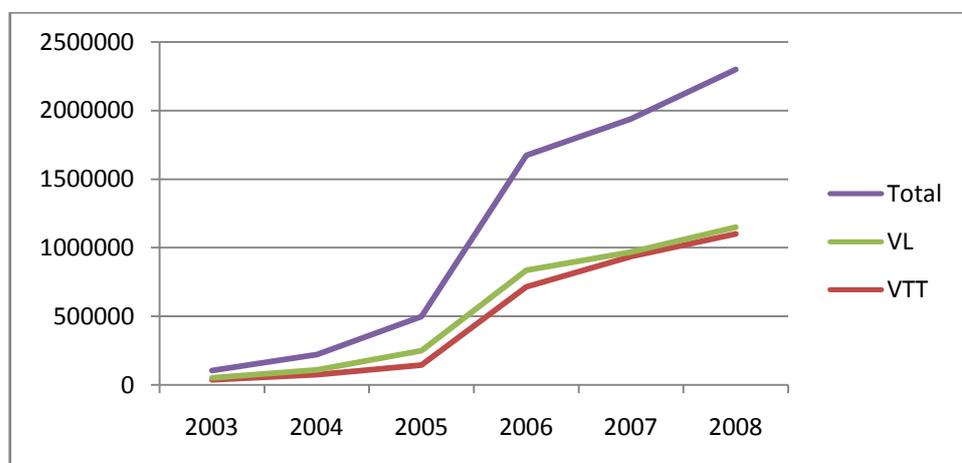


Figure 54 : évolution du kilométrage des véhicules OCP

Le kilométrage parcouru par les véhicules LLD est toujours en croissance.

Les faibles valeurs enregistrées en 2003 et 2004 sont dues au nombre limité existant durant cette période (période de lancement des conventions LLD).

- **Comparaison des kilométrages moyens des véhicules OCP et LLD:**

Le tableau suivant présente une comparaison entre les kilométrages moyens des deux groupes de véhicules durant les six dernières années :

Tableau 35 : comparaison du kilométrage moyen

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kilométrages des véhicules OCP	23323	29626	32952	17736	23380	19086
Kilométrages des véhicules LLD	2275	2751	16573	36356	42137	42584

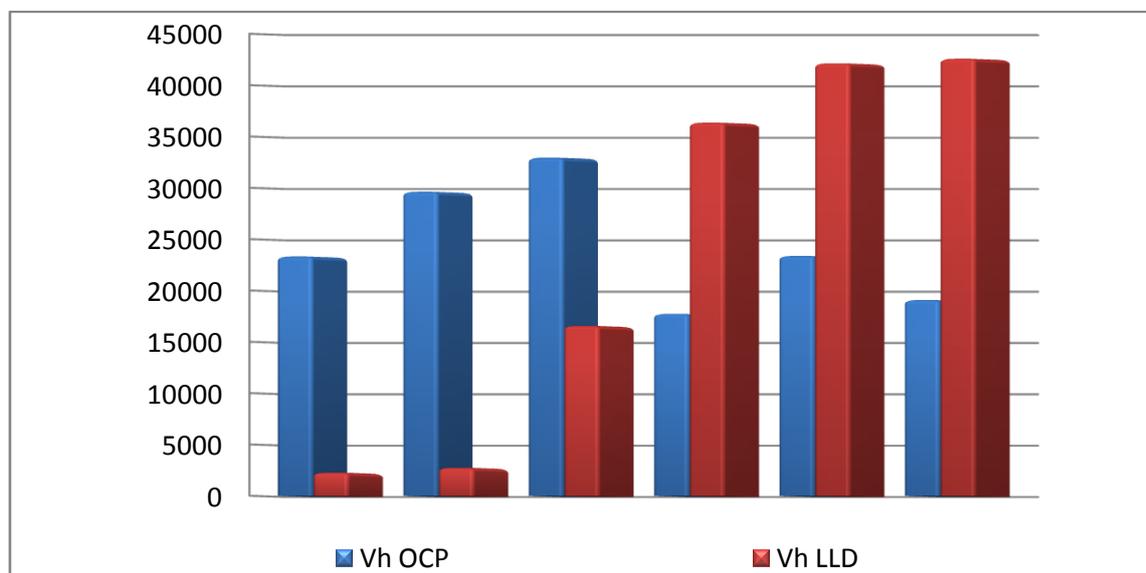


Figure 55 : comparaison du kilométrage des véhicules OCP et LLD

D'après cette analyse nous constatons que le kilométrage parcouru par 23 véhicules LLD est supérieur de 2,23 fois le kilométrage parcouru par 29 véhicules OCP.

- **Analyse de la situation actuelle sur le plan des performances économiques**

- **Comparaison des consommations spécifiques : carburant et gasoil**

Nous nous sommes basés sur les données de la GMAO pour déterminer la moyenne spécifique de consommation du carburant pour la période du 01/01/2006 jusqu'à le 30/04/2009:

$$\text{La moyenne spécifique de consommation} = \frac{\text{La quantité}}{\text{Kilométrage}} \times 100$$

Tableau 36 : consommation spécifique du carburant

	2006	2007	2008	2009
Véhicules LLD	9,6	9,8	10,0	9,9
Véhicules OCP	10,1	10,2	10,4	11,5

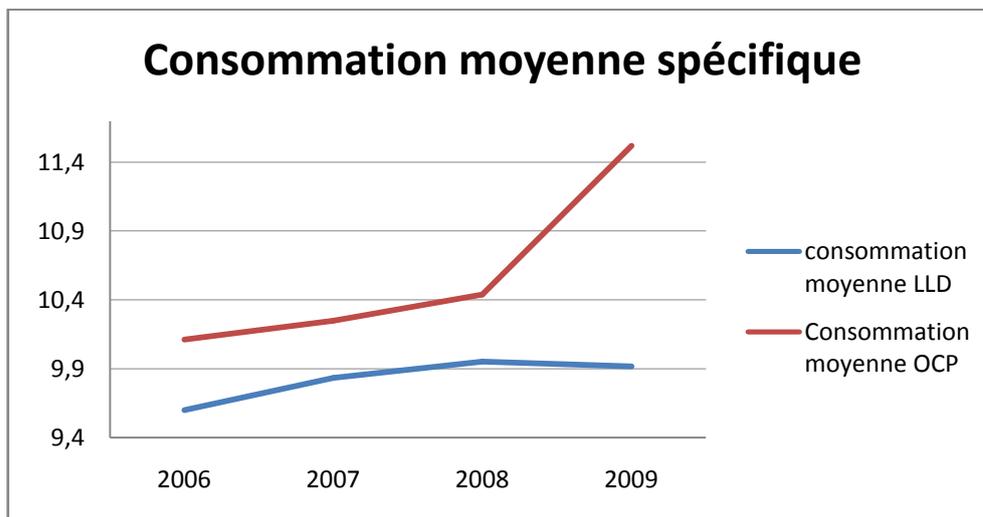


Figure 56 : évolution de la consommation moyenne spécifique des véhicules OCP et LLD

Nous constatons que la consommation spécifique du gasoil des véhicules LLD est meilleure que les véhicules OCP.

III.5.7. Comparaison des dépenses des différents types des véhicules LLD et OCP

- **Parc des véhicules par type**

Le parc est constitué de trois types de véhicule : des VTT 4X4 genre PRADO, des VTT 4X4 Pick up et des véhicules légers genre R4 ou R Express

Tableau 37 : répartition du parc véhicules par type

Type de véhicules	Effectif du Parc des véhicules LLD	Effectif du Parc des véhicules OCP
1a VTT 4X4	8	14
b1 VTT 4X4 Pick up	9	5
b2 R4 ou R Express	6	13

- **Les coûts kilométriques en interne par rapport aux véhicules L.L.D.**

Pour quantifier le gain annuel nous avons calculé le coût kilométrique pour chaque groupe de véhicules puis nous avons évalué le kilométrage annuel moyen du parc LLD.

▪ **Eléments intégrés dans le calcul des coûts kilométriques**

A l'aide des données communiquées par le service contrôle de gestion nous avons pu déterminer les coûts kilométriques pour les véhicules OCP.

Les tableaux suivants détaillent les éléments intégrés dans notre étude :

Tableau 38 : charges des véhicules légers

VH LEGER	Coûts
Matières diverses	7 152
Pneumatiques	15 229
PR et AUTO	36 713
Main d'œuvre	121 893
Assurances	19 477
Charges externes diverses	24 153
Dot. aux amortissements	315
Total	224 934
coût kilométrique	4,7
consommation moyenne du gasoil/km	1,1
coût kilométrique total	5,8

Tableau 39 : Charges des véhicules tout terrain

VH TT	Coût
Lubrifiants	22 668
Matières diverses	15 344
Pneumatiques	47 603
PR et AUTO	53 274
Main d'œuvre	65 272
Assurances	72 553
Charges externes diverses	2 400
Dot. aux amortissements	26 923
Total	306 037
coût kilométrique	2,8
consommation moyenne du gasoil/km	0,8
coût kilométrique total	3,6

Nous avons évalué le gain annuel comme l'écart entre le coût kilométrique des deux types de parc multiplié par le kilométrage annuel moyen du parc L.L.D.

Les coûts kilométriques des véhicules LLD sont calculés selon la formule suivante :

Coûts kilométriques = (coût de location/kilométrage parcouru) + prix kilométriques supplémentaires (ou – prix kilométriques en moins) + consommation moyenne du gasoil

Les données sont extraites du contrat entre l'OCP et le prestataire de location ARVAL.

Le tableau suivant représente les résultats obtenus :

Tableau 40 : synthèse de comparaison des coûts

Type de véhicules	Coûts kilométriques OCP (DH)	Coûts kilométriques LLD (DH)	Écart [DH]	kilométrage annuel moyen du parc L.L.D. (km/VH)	Gain annuel/VH (DH)
Type VTT 4X4	3,6	2,2	1,4	143 469	197914,7
Type R4 ou R Express	5,8	2,3	3,5	55 043	193983,4
TOTAL					391898,1

Le recourt à la LLD permettra de réaliser un gain annuel de 391 898 Dhs

III.5.8. Acquisition de nouveaux véhicules

La comparaison des véhicules OCP avec les véhicules LLD montre que les performances de ces derniers sont meilleures, mais il faut savoir que le parc OCP est déjà amorti et dans la dernière phase de sa vie, ce qui engendre des coûts de maintenance et de consommation du carburant très élevés, donc c'est évident que la LLD sera mieux.

Essayons maintenant de comparer les coûts de LLD avec le cas d'acquisition de nouveaux véhicules.

Tableau 41 : Comparaison entre location et acquisition des véhicules

Type de véhicules	Effectif du Parc des véhicules OCP	Prix moyens estimés	Prix total	Amortissement /mois	Charges mensuelles	coût acquisition	Coût location
Genre VTT 4X4 (Toyota Prado, Hyundai, Mitsubishi)	12	360 000	4320000	6000	1983	7 983	6670
Genre VTT 4X4 Pick up (Toyota, Ford, Isuzu, Mitsubishi, Mazda)	5	240 000	1200000	4000	2050	6 050	6270
VL (Palio, Congo, Partner...)	13	130 000	1690000	2166	792	2 959	2800
Minibus 16 places	2	400 000	800000	6666	1204,5	7 871	7100
Total			8010000				

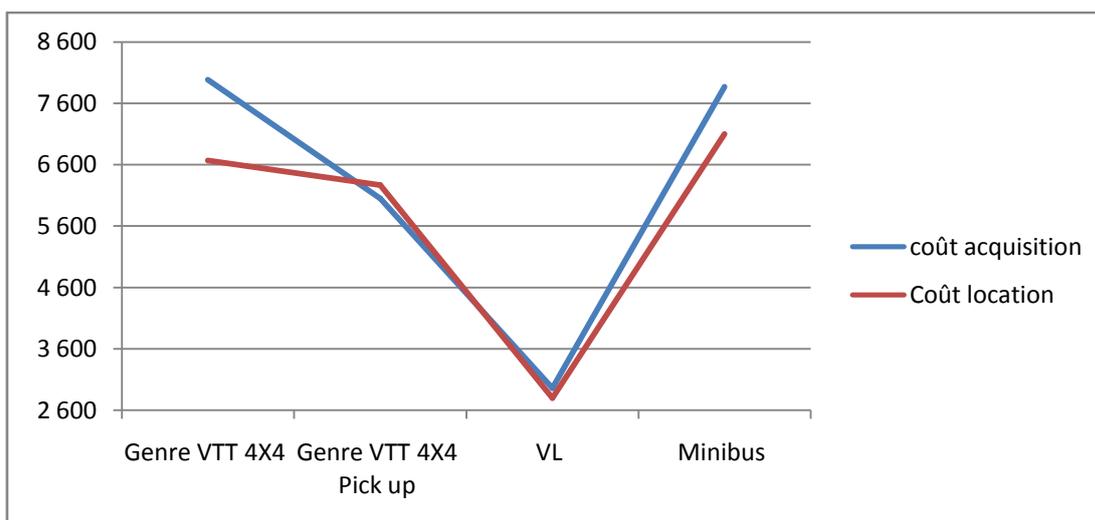


Figure 57 : Comparaison entre location et acquisition des véhicules

Nous constatons que les coûts d'acquisition sont, en général, supérieurs ou égaux aux coûts de location.

Alors d'après l'expérience de location et aussi les divers avantages qu'offre cette dernière, nous optons pour la généralisation de cette politique sur tout le parc véhicules de l'OCP.

L'acquisition d'un nouveau parc de véhicules OCP nécessite un investissement de plus de 8 010 000 Dhs, donc l'immobilisation d'une grande somme.

Les contrats avec les prestataires assurent plusieurs avantages, par exemple: La maintenance de véhicules, le remplacement au cas d'accident... Ce qui permet d'assurer la disponibilité permanente des véhicules sans se soucier des problèmes de maintenance.

III.5.9. Performances techniques du parc à acquérir

Cette étude ne sera pas fructueuse si nous ne déterminerons pas les performances techniques du parc à prendre en compte pour supporter les conditions sévères du chantier.

L'interrogation des chefs d'atelier et des garagistes nous a permis de déterminer certaines conditions à respecter dans les véhicules pour qu'ils soient résistants aux conditions du chantier et plus performants.

Pour cela nous présentons un descriptif technique qu'il faut exiger dans les contrats à venir :

Tableau 42 : descriptif technique du moteur

MOTEUR	
Nombre de cylindres :	4
Nombre de soupapes :	4
Alimentation :	Common rail (diesel)
Puissance fiscale :	vc 12
Cylindrée :	cc 2982
Puissance din :	hc 173

Couple moteur :	mN 410.0
Transmission :	secirtom seuor 4
Boite :	Mécanique
Nb. vitesses :	6
Distribution :	Double arbre à cames en tête

Tableau 43 : descriptif technique du châssis

Direction assistée :	
Carrosserie :	tout terrain
Diamètre braquage :	11,2 m
Suspension avant :	Indépendante
Suspension arrière :	Essieu rigide
Freins :	Disques AV et AR ventilés
Largeur pneu avant :	225 mm
Largeur pneu arrière :	225 mm
Diamètre des jantes avant :	16 pouces
Diamètre des jantes arrière :	16 pouces
rapport h/l pneu avant :	70
rapport h/l pneu arrière :	70

Tableau 44 : descriptif technique des dimensions

Longueur :	4365 mm
Hauteur :	1850 mm
Largeur :	1690 mm
Empattement :	2455 mm
Nombre de places assises :	9
Volume min. coffre :	403l
Volume max. coffre :	1350 l
Poids à vide :	1850 kg

Conclusion

- Exigences diverses

- L'atelier mobile doit être équipé d'un compresseur, d'un poste soudure, d'un outillage collectif.
- Les minibus doivent être du type tout terrain, protégés contre les poussières et climatisés.
- Les compteurs doivent être inaccessibles et protégés contre la réinitialisation et la destruction.
- L'aspirateur d'air doit être placé en haut pour éviter le bouchage du filtre par la poussière.
- Mise en place des indicateurs d'usure des plaquettes pour palier au problème d'usure du disque.

- Indicateurs de suivi

Pour mesurer la rentabilité des actions mises en place et les nouvelles propositions de gestion du parc il faut mettre en place des indicateurs de suivi, pour cela nous proposons :

Intégration des temps d'attente des véhicules dans la GMAO pour voir l'impact du manque de véhicule sur la productivité.

Les moyens de manutention

III.5.10. Evaluation des moyens de manutention

La première tâche consiste à évaluer la situation des moyens de manutention existants dans le site OCP de Benguéir.

Le tableau suivant présente les moyens de manutention installés dans les ateliers, leurs capacités et leurs lieux d'installation :

Désignation	capacité	lieux d'installation
Pont roulant	35T	Bâtiment concassage
Pont roulant	20T	Ateliers Engins S/E
Pont roulant	10T	Magasin central BG
Pont roulant	10T	Atelier Moteurs S/E
Pont roulant	10T	Atelier Transmission S/E
Pont roulant	10T	Machine outils
Pont roulant	10T	Atelier Electrique
Pont roulant	10T	Atelier Dragline Pt A
Pont roulant	10T	Magasin BZ
Pont roulant	10T	Atelier chaudronnerie
Pont roulant	10T	Atelier Pneumatique
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement
Palan électrique à chaine	05T	Chargement

Désignation	capacité	lieux d'installation
Palan à chaines	2T	Atelier mécanique Draglines
Palan à chaines	2T	Atelier mécanique Draglines
Palan à chaines	2T	Atelier installation fixes KOCH
Palan à chaines	2T	Atelier installation fixes KOCH
Palan électrique	6,3T	Bâtiment concassage
Palan électrique à chaine	6,3T	Bâtiment criblage
Palan électrique à chaine	6,3T	Bâtiment criblage
Palan électrique à chaine	08T	Bâtiment recarrelage
Palan électrique à chaine	08T	Bâtiment recarrelage
Palan électrique	07T	Dragline 7500M1
Palan électrique	07T	Dragline 7500M2
Palan électrique	500Kg	Marion 7500M1
Palan électrique	500Kg	Marion 7500M2
Palan électrique	01T	P&H 2
Palan électrique	01T	P&H 1
Pull-lift	5T	Atelier mécanique KOCH
Pull-lift	5T	Atelier mécanique KOCH
POTENCE	1T	Atelier Transmission
POTENCE	1T	Atelier Transmission

- **Moyens de servitude :**

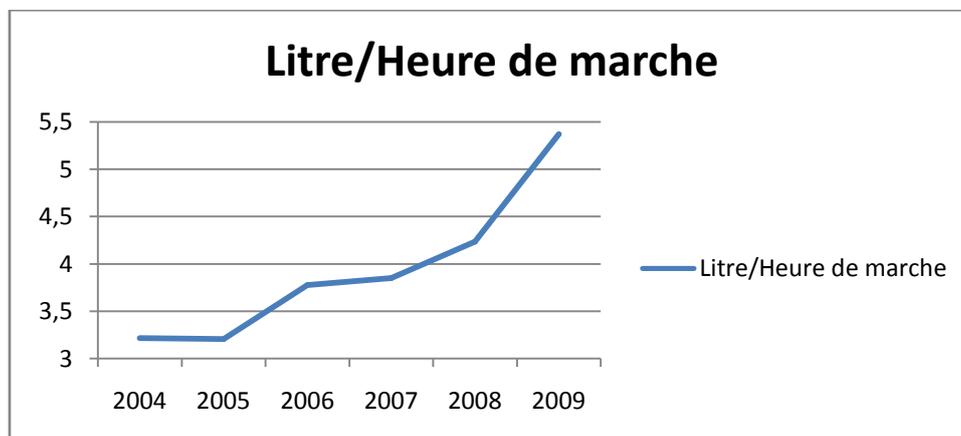
Le tableau suivant présente les moyens de servitude, leur capacité, la date d'acquisition et les lieux d'installation :

Tableau 45 : moyens de servitude

Désignation	capacité	lieux d'installation	date d'acquisition
Chariot élévateur MITSU	05T	Atelier engins S/E	1999
Chariot élévateur MITSU	05T	Atelier engins S/E	2004
Chariot élévateur TCM	10T	Atelier MB Pt A	
Chariot élévateur TCM	10T	Atelier MB Pt T	1999
Chariot élévateur KAL	12T	Atelier MB Pt T	1981
Grue hydraulique HAUL	10T	Atelier MB Pt T	2005
Tourne à crâne	30T	Atelier MB Pt T	1979
Enrouleur	câble	Atelier MB Pt T	
Gerbeur	2T	Magasin central	2009
Transpalette manuelle	2,5T	Magasin central	2009

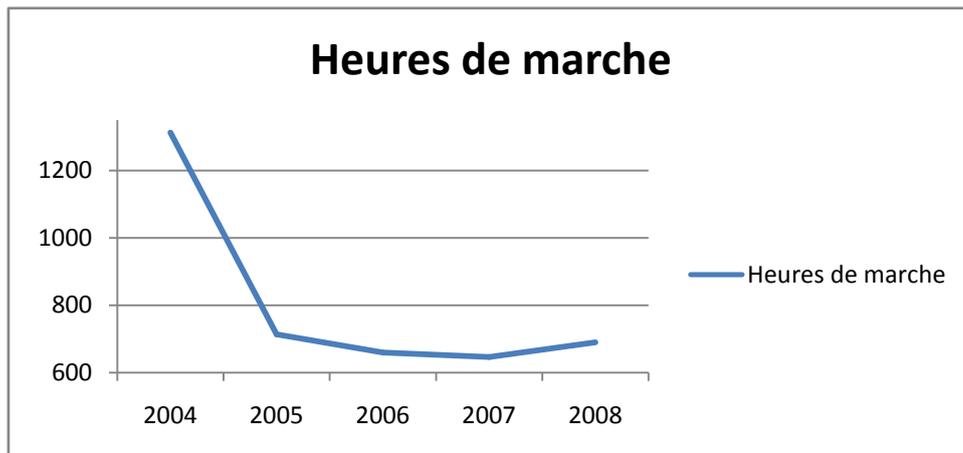
- *Consommation moyenne des moyens de servitude*

A l'aide de la GMAO nous avons déterminé les consommations et les heures de marche pour la période du 01/01/2004 au 01/05/2009 :



Nous constatons une augmentation au niveau de la consommation de gasoil des moyens de servitude

- *Evaluation des heures de marche*

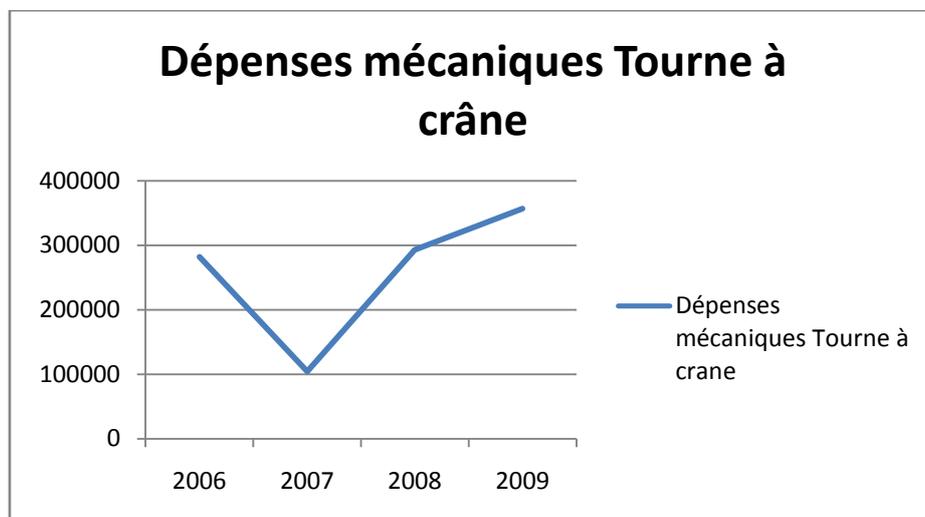


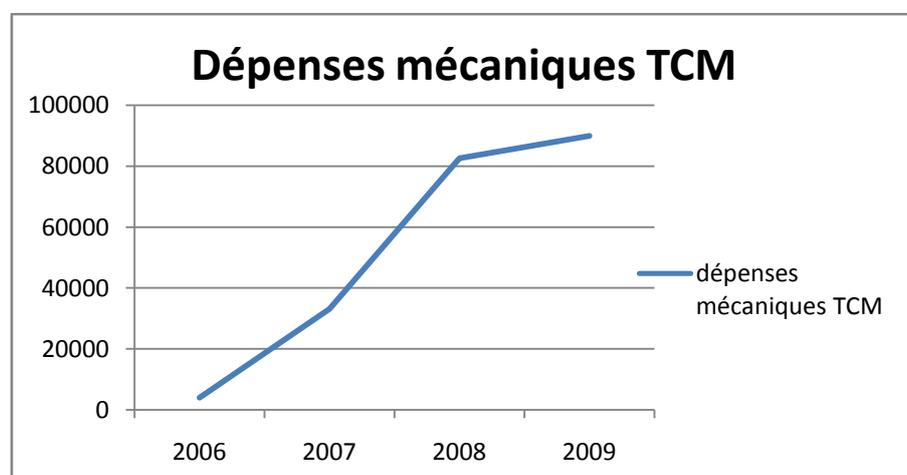
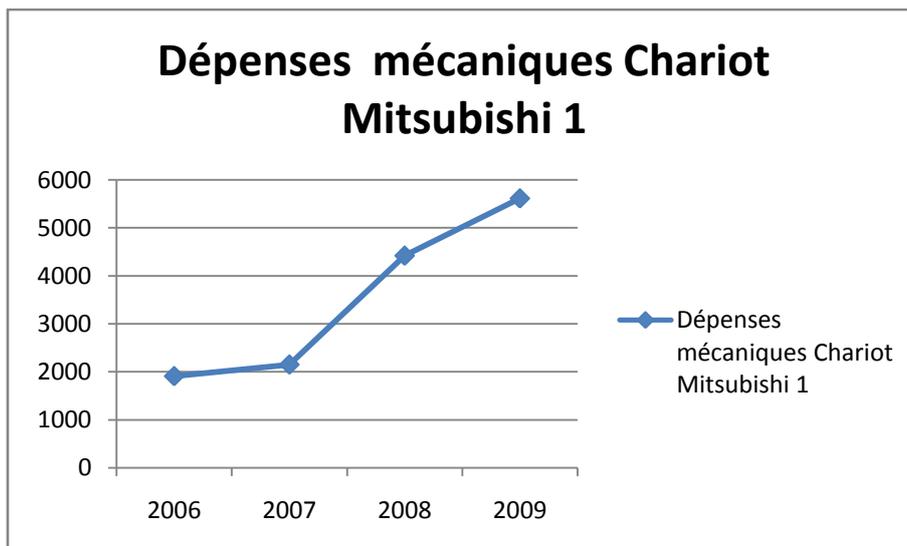
Nous enregistrons une chute dans les heures de marche et une augmentation dans la consommation, ces résultats sont justifiés par le vieillissement des moyens de servitude.

- *Coût de maintenance des moyens de manutention*

Moyens de servitude :

Dans ce qui suit, nous analysons les dépenses de maintenance pour certains moyens de servitude durant la période du 01/01/2006 au 01/01/2009.





Nous constatons l'augmentation des coûts de maintenance des principaux moyens de servitude durant la période étudiée.

- **Palans :**

Coût de maintenance des palans :

Durant les deux années étudiées sept pannes ont été enregistrées, ils ont coûté 528 269 Dhs.

	2007	2008
coût de réparation des palans	145 465,5	382 803,8

Conclusion :

Vu l'absence des détails des interventions de maintenance et les coûts des interventions électriques des moyens de manutention, nous ne pouvons pas développer davantage l'analyse des coûts de maintenance, cependant cette analyse donne une idée sur l'état des moyens de manutention.

III.5.11. Estimation du besoin

Vu l'absence d'un historique qui étale les attentes causées par le manque des moyens de manutention et leur fréquence, nous effectuerons une analyse de besoin basée sur les moyens de cueillette d'information.

Les étapes suivies sont les mêmes détaillées dans la partie précédente.

La méthode choisie est l'entrevue individuelle

Variables	Questions	Réponses	Sources
Performance visée	Que proposez-vous pour remédier à ce problème ? Quels sont les objectifs visés par une amélioration de cette situation ? Y a-t-il des facteurs qui aideront ou nuiront à la résolution du problème ? Quels indicateurs faut-il mettre en place pour suivre et contrôler les performances des moyens de manutention? Quelles sont les performances techniques que vous suggérez nécessaires dans les moyens de manutentions?		
Performance actuelle	Pouvez-vous nous décrire précisément l'état de la situation actuelle des moyens de manutention? Avez-vous les bons moyens pour réaliser vos interventions de maintenance? Quelles sont les pertes causées par le manque des moyens de manutention? Quelles sont les insatisfactions, d'après vous?		
Causes de non performance	Quels éléments voyez-vous comme causes de non performance ?		

III.5.12. Analyse des résultats obtenus

Après la réalisation des entrevues nous avons obtenu les résultats suivant :

- **Variables des performances actuelles**
 - Les maintenanciers interrogés se plaignent de l'indisponibilité des moyens de servitude.
 - 72 % des interviewers considèrent que l'état actuel des moyens de manutention est une cause des retards d'intervention de maintenance.
 - Les garagistes déclarent que la fréquence des pannes pour les moyens de servitude est élevée.
 - Les maintenanciers de sous ensemble demandent un moyen de manutention urgent pour la manipulation des pneus des engins.
 - Tous les services interrogés n'ont pas un historique qui enregistre les pertes en production et les retards causés par manque de moyens de manutention.
- **Variables des performances visées**

- 67 % des maintenanciers interrogés demandent l'ajout de nouveaux moyens pour améliorer les performances de la maintenance.
- 87 % des interviewers voient l'existence d'une liaison entre la disponibilité des moyens de manutention et la performance de la fonction maintenance.
- Les critères demandés par les maintenanciers sont présentés dans ce qui suit.
- **Variables causes de non performance**
 - Fréquence élevée des pannes des moyens de manutentions.
 - Manque de pièces de rechange.

Après la collecte d'informations nous avons déterminé des actions d'amélioration et nous avons estimé le besoin réel.

- **Problèmes liés aux palans**

- Capacité insuffisante
- Dépassés techniquement (mise en place en 1980)
- Situation des bâtiments (fissure des poutres à cause des sautages à l'explosif réalisés dans la mine)
- Usure, dégradation des guides câbles, des électro freins, des moteurs à frein...
- Indisponibilité des pièces de rechange des palans.
- Acquisition de nouveaux engins qui nécessitent des nouveaux matériaux de manutention avec une grande capacité. (exemple :chargeuse 994F)

- **Problèmes liés aux moyens de servitude**

- Augmentation de la demande des moyens de servitude par les ateliers.
- Augmentation de la fréquence des pannes.
- Inexistence des moyens adéquats pour certaines opérations de maintenance (manutention des pneus des engins).

- **Estimation du besoin réel**

Vu les contraintes techniques que vit l'atelier sous ensemble après l'acquisition récemment de nouveaux engins, cet atelier a besoin d'un nouveau palan avec une capacité de 40 tonnes.

Cependant, un palan de 20 tonnes plus le palan existant actuellement vont augmenter la capacité totale à 40 tonnes et satisferont au besoin.

Nous signalons aussi, qu'une étude détaillée de l'état du bâtiment doit être menée (analyse vibratoires...) afin de déterminer sa résistance à des telles charges.

Cet atelier a besoin aussi d'un moyen spécifique de manutention des pneus des engins. Actuellement, il utilise des chariots élévateurs ce qui présente un risque pour les opérateurs et un retard au niveau de montage des pneus.

La mine de Benguéir doit renforcer la capacité de manutention par une grue automotrice à flèche télescopique pour satisfaire la demande incessante en moyens de manutention.

- **Caractéristiques techniques proposées**

- *Grue automotrice à flèche télescopique*

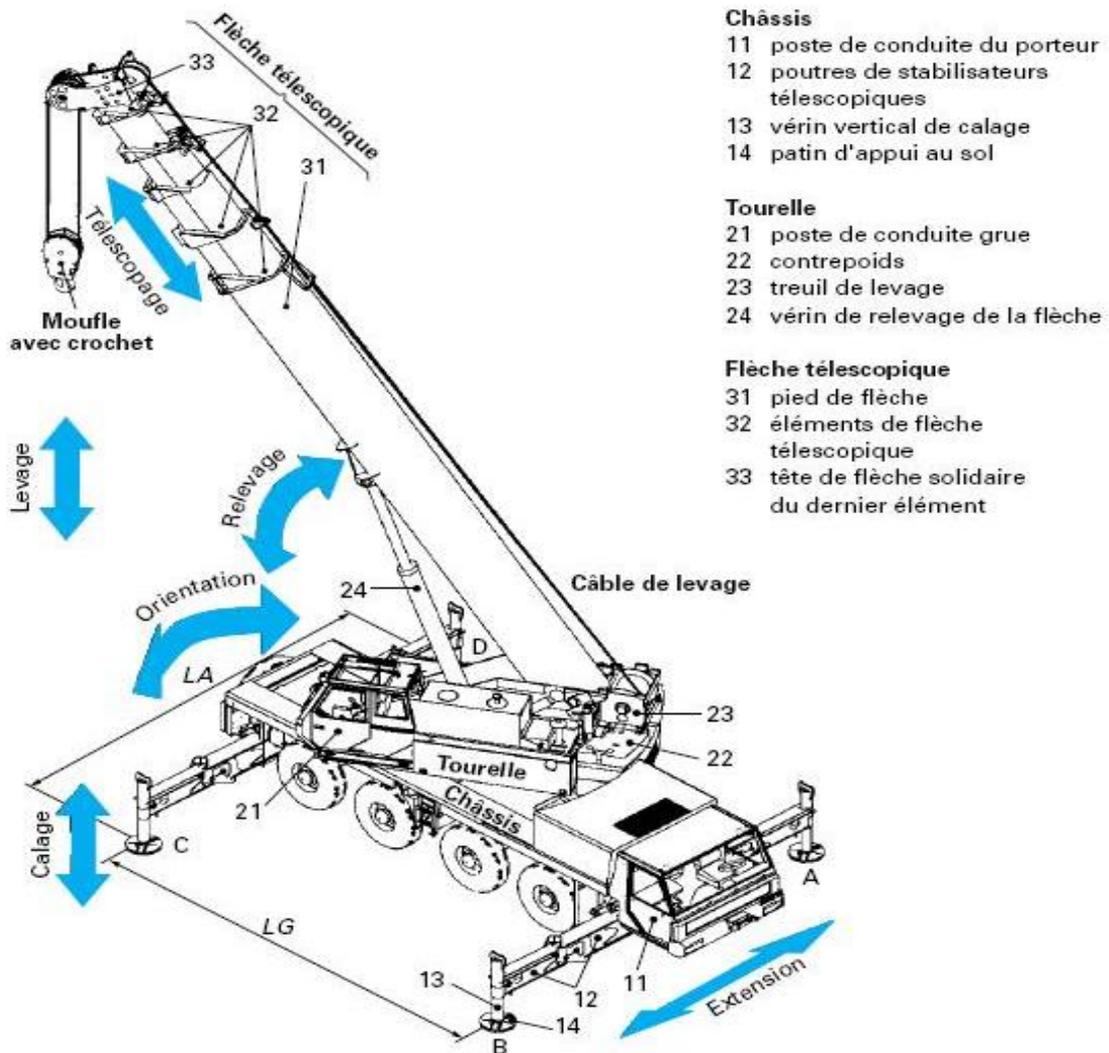


Figure 58 : grue automotrice

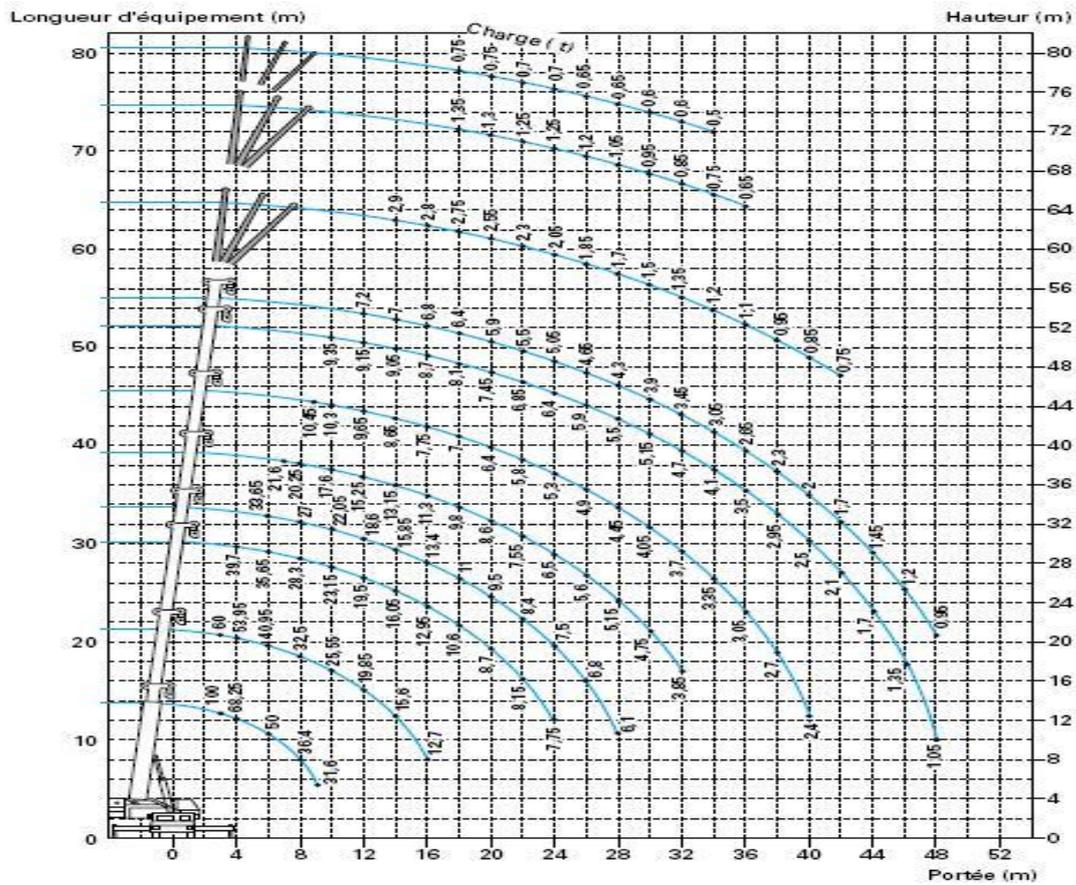


Figure 59 : Stabilisateurs en extension

Engin	Caractéristiques techniques demandées
Grue automotrice	capacité: de 60 à 80 t
	vitesse: de 40 à 50 Km/h
	type: tous terrains
	flèche: flèche télescopique

- *Engin spécial de manutention des pneus lourds*



Figure 60 : exemple d'engin proposé

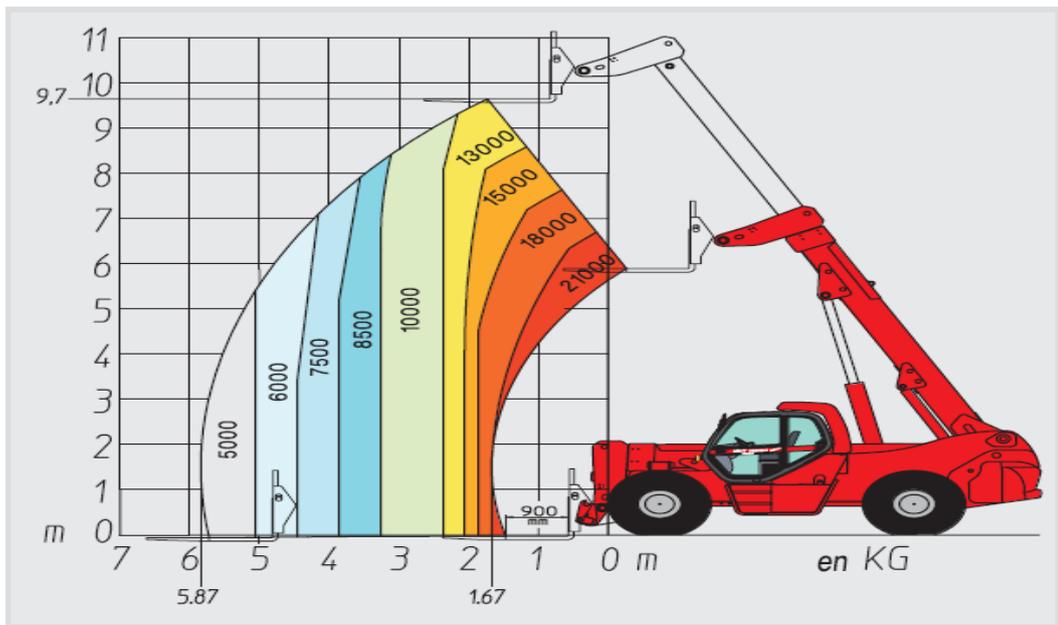


Figure 61 : stabilisation extension de charge

Tableau 46 : caractéristiques techniques demandées

engin	Caractéristiques techniques demandées
Engin de manutention des pneus lourds	Capacité nominale de charge: de 21 t à 16 t
	Capacité à hauteur max: de 13 t à 12 t
	Capacité à portée avant max: de 5 t à 4,6 t
	Hauteur de levage: 9,70 m
	Portée avant maximum : (au devant des roues) de 5,87 m à 6,17 m
	flèche: flèche télescopique
	type: tous terrains

Conclusion :

Les moyens de manutention constituent un garant de la performance de la fonction maintenance. Son amélioration aura sans doute son impact sur la productivité de la mine de Benguérir. Pour ces raisons nous avons proposé des rénovations du parc des moyens de servitude et des palans de manutention. Nous pensons aussi que la location des moyens de manutention pourrait résoudre les problèmes liés au manque des moyens, mais le manque des données nous a empêchés de finaliser une étude comparative entre la location et l'acquisition.

Synthèse :

L'objectif de cette partie étant l'étude de l'impact de la gestion du stock et de la politique d'approvisionnement et des moyens logistiques disponibles sur le site de Benguerir sur la performance de la fonction maintenance.

Nous avons entamés plusieurs démarches dans plusieurs sens, parmi les résultats obtenus nous citons :

L'étude que nous avons menée sur les 100 articles les plus chers du stock a révélé la présence de 12% de stock Excédent qui porte le statut d'actif sur le système d'information, nous recommandons le changement de statut pour qu'il soit visible aux autres sites de l'OCP (Khouribga, Safi..) afin de diminuer la valeur du stock inutile et d'éviter l'achat de ces articles par les autres sites.

Nous conseillons de suivre la même démarche pour tous les articles du stock, vu la valeur importante qu'elle peut diminuer.

Nous avons déterminé les pièces des engins réformés et nous recommandons de changer le statut de ces articles au statut "A liquider" pour se débarrasser de ce stock inutile.

Nous avons étudié la nouvelle politique d'approvisionnement et de gestion du stock puis nous avons appliqué les recommandations de cette politique sur la population étudiée.

Nous avons réorganisé le magasin selon des règles modernes d'entreposage, ce qui a généré un gain en surface estimé à 625m².

Les moyens logistiques présentent un outil fondamental pour assurer le bon fonctionnement de la maintenance, nous avons déterminé le besoin en véhicules et en moyens de manutention en nombre et en spécifications techniques.

Au niveau du parc véhicule nous avons réalisé une étude comparative entre la location et l'acquisition, cette étude a révélé que la location reste un choix avantageux à condition de veiller sur le respect du contrat.

Ces améliorations étudiées présentent une base à suivre pour améliorer les performances de la fonction maintenance.

Partie IV

Intitulé de la partie

Procéder à une étude comparative des coûts des principales tâches de maintenance dans le cas de la sous-traitance et celui de la prise en charge par l'OCP, proposer une politique de sous-traitance à la lumière de cette étude.

INTRODUCTION :

Dans le panorama actuel des industries et des entreprises, il existe une nette tendance à voir augmenter la sous-traitance des services de maintenance. Cependant, ce choix présente plusieurs contraintes. Alors, il faut toujours se poser les questions suivantes :

- Pourquoi sous-traiter ? Quels sont les objectifs que nous voulons atteindre par l'appel à la sous-traitance ?
- Que faut-il sous-traiter ? Quelles sont les tâches et les matériels que nous voulons confier à des entreprises extérieures ?
- Combien sous-traiter ? Quel pourcentage du budget maintenance accorder à la sous-traitance ?
- Comment sous-traiter ? Quelle forme de contrat nous allons passer avec l'entreprise extérieure ?
- Qui doit sous-traiter ? A quelle entreprise extérieure va-t-on faire appel ?

- **Travail réalisé**

Par une analyse des Bons de Réparation à l'Extérieur (BREX) émis par le service Contrôle de Matériel suite à la demande des services utilisateurs, nous avons déterminé les tâches les plus coûteuses en sous-traitance puis nous avons étudié la possibilité de la prise en charge par l'OCP.

- *Résultats de l'analyse des BREX*

L'analyse de l'historique des BREX, a dévoilé que la tâche la plus coûteuse en sous-traitance est le rebobinage des moteurs (cinq moteurs ont coûté une valeur de 458 406 Dhs pendant les 2 ans étudiés 2007 & 2008).

Nous signalons aussi que l'essai des moteurs en charge est très coûteux vu le grand nombre à essayer chaque année (8 268 Dhs par moteur révisé)

Actuellement, l'essai est effectué pour un nombre limité de moteurs, le reste est mis sur les engins sans essais, cette opération est risquée, car elle peut occasionner des dommages aux moteurs.

Dans ce qui suit nous comparons le cas de la sous-traitance avec la prise en charge par l'OCP pour deux cas :

- Essai des moteurs en charge
- Rebobinage des moteurs

- **Essai des moteurs en charge**

L'essai des moteurs s'effectue sur un banc d'essai qui sert à évaluer les performances d'un moteur (couple, vitesse et consommation) dans différents régimes après sa révision.

Actuellement, le site de Benguéir ne dispose pas d'un banc d'essai en charge, mais seulement un banc à vide, les essais sont soit sous traités soit se font directement sur l'engin, chose qui présente des inconvénients tels que :

Perte du temps au cas d'apparition d'une anomalie lors des essais,

- Mauvaise accessibilité au moteur monté sur l'engin,
- Risque de grippage pendant le rodage,
- Enlèvement en cas de non satisfaction,
- Temps d'essai très long,
- Données manquant de précision (valeurs des couples, vitesses...),
- Perte en productivité.

Vu ces contraintes le service maintenance est obligé de réaliser des essais en charge, pour livrer un moteur qui respecte les caractéristiques demandés.

Notre tâche vise à comparer les coûts de la sous-traitance et la prise en charge par l'OCP Benguérir d'un banc d'essai pour les moteurs thermiques.

- **Coût de la sous-traitance par an :**

Afin de calculer le coût annuel de la sous-traitance, nous ferons référence au nombre de moteurs thermiques à réviser par an :

Type d'engin	Nombre de moteurs existant	période de révision en (ans)	Nombre de moteurs révisés par ans
BULL D9N	9	1 fois en 3 ans	3
CHARGEUSE CAT	2	1 fois en 3,5 ans	0,5
CHARG KUMATSU	1	1 fois en 5 ans	0,2
Total			3,7

Le coût facturé par les sous-traitants est en moyenne **8 268** Dhs par moteur révisé ce qui nous donne un total annuel de **31 173** Dhs.

Il faut ajouter aussi le transport qui est à la charge de l'OCP et le salaire et les indemnités des agents responsables du transport et de l'assistance lors de l'essai en charge. Ces charges sont estimées à :

	Coût sous-traitance	Charges voyage	salaires des agents	indemnités	Transport	nombre de voyage/an
Charge d'un voyage	8268,7	700	537,21	300	700	3,77
charge annuelle	31173,2	2639	2025,3	1131	2639	
	total					39 607,5

En somme la sous-traitance nous coûte 39 607 Dhs par an

Dans ce qui suit nous analysons le coût total de l'investissement et nous calculons les pertes de production.

- **Coût d'investissement**

- **Descriptif technique du banc d'essai :**

Nous avons déterminé avec le service de maintenance les éléments nécessaires pour mettre en place ce projet.

A l'aide des réponses aux appels d'offre nous avons pu estimer le coût de l'investissement.

Le tableau suivant récapitule les éléments nécessaires et l'estimation du coût du banc d'essai.

Tableau: calcul de l'investissement

Élément	Coût (DH)
Génératrice	55 2000
batteries de résistance	23 500
Joint de cardan	20 000
Couple-mètre	30 000
Capteur de force	10 000
moniteur de charge LMU	4 000
Accessoires de raccordement du Capteur de force	1 000
Carte d'acquisition PCI NI 6220	4 000
Bloc de connexion et câbles	3 000
Logiciel de traitement	2 000
SUPPORT	35 000
Dépense divers (câbles, relai, accessoires, vis...)	200 000
TOTAL	884 500

- *Charges annuelles d'investissement*

Nous aurons besoin d'un technicien et un ouvrier pour une durée de 30,16 H durant l'année, ce qui va nous coûter 1094Dhs annuels.

Le moteur consomme 70 litres par heure durant l'essai pour une période de 8h ce qui donne 14 018,37 Dhs comme valeur de la consommation du gasoil durant l'année.

Le banc d'essai nécessite un nettoyage et une maintenance estimé en 1 346 Dhs par an.

Charge annuelle	
Charge du Personnel	
coût de main d'œuvre	1 094,8
Marchandises	
Gasoil	14 018,4
Matières diverses	239
Charge de maintenance	1 346
Total	16 698,2

- **Calcul des pertes de production**

La durée de la sous-traitance d'un moteur est estimée en deux jours, avec un banc d'essai nous aurons besoin de 8 heures seulement (équivalent à un poste) pour évaluer l'état du moteur. Le nombre d'heures de marche du banc d'essai est d'environ 18 h/24h.

Les moteurs à injection électronique ne sont pas pris en compte dans ce calcul.

A l'aide des données communiquées par le service exploitation et le service contrôle de gestion nous avons estimé les pertes en production.

Le tableau suivant résume l'étude effectuée :

TYPE ENGIN	RENDEMENT MOYEN (m3/h)	RENDEMENT MOYEN (T/h)	RENDEMENT (Dhs/H)	TAUX HORAI RE (Dhs/H M)	TAUX horaire s du conducteur	RENDEMENT EN Dhs/h	NOMBRE total	Période de révision	Révision/A NS	Perte en production annuelle
BULL D9N	382,5	535,5	274176	648,3	146	273381,6	9	3	3	578 887
CHARG CAT	425	595	304640	1272,8	146	303221,1	2	3,5	0,57	240 110
CHARG KUM	425	595	304640	1633,7	146	302860,2	1	5	0,2	107 738
Total										926 736

Calcul de la perte en production

Les pertes en production annuelle sont évaluées en 926 736 Dhs

En résumé, le gain total avec l'installation d'un banc d'essai est la somme de ces pertes :

Facture de la sous-traitance + perte de production-charges annuelles d'investissement =

39 607+ 92 6736 – 16 698 = 949 645 Dhs

- **La rentabilité de l'investissement**

Afin d'évaluer la rentabilité de l'investissement, nous avons calculé le temps de retour sur l'investissement **TRI** :

$$\text{TRI} = \text{Investissement} / \text{gain annuel direct}$$

Le coût total de l'investissement est 884 500 Dhs

Le gain direct annuel est 949 646 Dhs

Donc le TRI = $884\,500 / 949\,645,89 * 12 = 11,45$

Donc le temps de retour sur investissement est de 12 mois

Conclusion

L'étude réalisée montre que l'investissement dans un banc d'essai sera très rentable puisqu'il sera amorti dans un an et il va nous faire gagner 949 645,89 Dhs chaque année, pour cela nous voyons que la prise en charge de ce projet sera plus bénéfique que la sous-traitance. Essayons d'étudier maintenant la mise en place d'un atelier de bobinage.

- **Rebobinage**

La section bobinage a pour objectif le rebobinage des stators et des rotors bobinés pour les moteurs asynchrones moyennes tensions.

Procédure Rebobinage Asynchrone moyenne Tension:

- ✓ Dé bobinage du stator
- ✓ Vérification du circuit magnétique (essais fer)
- ✓ Rebobinage du stator
- ✓ Connexions, calage, frettage
- ✓ Imprégnation sous vide et pression
- ✓ Polymérisation
- ✓ Imprégnation sous vide et pression

Ce procédé consiste à imprégner un bobinage de vernis sous vide à 0,1 bar et pression à 2,5 bars. Le réaliser sous pression permet de pousser le vernis dans les moindres recoins, pour constituer un mur isolant entre le bobinage et la carcasse, après polymérisation.

L'imprégnation se fait au cœur des bobinages dans l'encoche et la polymérisation fait passer ce vernis à l'état solide.

- **Coût de la sous-traitance par an :**

Le coût facturé par les sous-traitants est en moyenne 91 681 Dhs par moteur rebobiné ce qui nous donne un total annuel de 229 203 Dhs.

Charges annuelles de la sous-traitance

	coût sous-traitance	Charges voyages	salaires des agents	indemnités	Transport	nombre de voyage/an
charge d'un voyage	91681,2	0	164,1	150	1400	2,5
charge annuelle	229203	0	410,3	375	3500	
total						233488,3

En somme la sous-traitance nous coûte 233 488,37 Dhs par an

Dans ce qui suit nous analysons le coût total de l'investissement.

- *Description technique d'un atelier de bobinage :*

Nous avons déterminé avec, le service maintenance, les éléments nécessaires pour mettre en place un atelier de bobinage.

A l'aide des réponses des fournisseurs aux appels d'offre nous avons pu estimer le coût de l'investissement.

Le tableau suivant récapitule les éléments nécessaires et l'estimation du coût d'un atelier de bobinage.

Tableau 47 : calcul de l'investissement

Eléments	coûts
Machines à former les sections diélectriques 30 Kv	171 000
Ondes de choc	637 008
1 Tour à bobiner	29 227,2
1 étuve 3 x 2 x 2 m	138 480
1 four 2 x 2 x 2 m	124 632
Stand imprégnation sous vide et pression (Ø 1m40, H 3.50 m)	45 291,6
Stand de trempage	14 890,8
Stand sous vide	28 632
Pont de 5 T	290 330,4
Machines pour équilibrage	65 486,9
bâtiment	43 000
Total	1 587 978,9

- **Charges annuelles d'investissement**

Nous aurons besoin d'une équipe constituée de deux agents X6 et X3 et deux agents C7 et un agent C5 pour une durée de 150 jours durant l'année, ce qui va nous coûter 1094,75853 Dhs annuels.

Tableau 48 : charges annuelles de main d'œuvre

une équipe	Coût horaire	Coût annuel
1 X6	38,2579703	45909,5644
1 X3	25,207	30248,8317
2 C7	18,703	22443,6
1 C5	11,091	13309,2
		111911,196

Le tableau suivant présente les charges prévues de l'atelier de rebobinage :

Tableau 49 : charges prévues d'investissement

Charges annuelles	
Charge du Personnel	
coût de main d'œuvre	111 911,20
Marchandises	
Electricité	14 018,37
Câble en cuivre	12375

Résigne	6 738
Matières diverses	2639
Charge de maintenance	12136
	159 817,56

- **Calcul des pertes de production**

L'OCP met à la disposition des services maintenance un stock de sécurité des moteurs, donc un cramage des moteurs moyennes tensions ne causera pas un arrêt de production.

En résumé, les pertes en sous-traitance sont estimées en :

$$\text{Facture de la sous-traitance-charges annuelles d'investissement} = 233488,367 - 159\,817,56 = 73\,670,81$$

- **La rentabilité de l'investissement**

Le coût total de l'investissement est 1 587 979 Dhs

Le gain direct annuel est 73 670 Dhs

Donc le TRI = $1\,587\,979 / 73\,670 = 22$

Donc le temps de retour sur investissement est de 22 ans

Conclusion

La mise en place d'un atelier de bobinage des moteurs moyennes tensions ne sera pas rentable, vu la longue durée d'amortissement et la faible fréquence des demandes de réparations, cependant, nous voyons que la mise en place d'un atelier de bobinage au niveau du groupe OCP peut être utile et elle va nous résoudre le problème des retards à cause des passations des commandes.

La sous-traitance de la maintenance est une politique au niveau de la direction de l'entreprise qui répond à des motivations technico-économique et stratégiques.

Nous présentons les motivations qui peuvent nous pousser au recours à la sous-traitance

- **Les motivations du recours à des entreprises extérieures**

- *Aspect technico-économique.*

Surcharges ponctuelles (comme lors d'arrêts annuels), travaux dans lesquels les entreprises extérieures sont mieux équipées (maintenance de ponts roulants, etc.), travaux très spécialisés dont les moyens humains et matériels à mettre en œuvre sont difficilement amortissables (rebobinages de moteurs, soudures spéciales, etc.).

- Motifs quantitatifs :

Planning trop chargé...

- Motifs qualitatifs:

Appel à des outillages spécifiques pour des nouveaux matériels (automatismes, robotique, informatique...)

- **Aspect stratégique :**

Limiter les moyens mis en œuvre dans le service maintenance afin de concentrer les efforts sur la production.

Liste des travaux visés.

Après une étude de faisabilité et son impact économique, il est souvent fréquent de sous-traiter : Aspect technico-économique.

- Les services généraux :
- Les services connexes à la production :
- Les tâches directement liés au service de production :

Révisions effectuées lors d'un arrêt important de production, réalisation des pièces de rechange, remise en état d'organes ou de sous-ensembles faisant l'objet d'échanges standards.

- Les tâches à caractère réglementaire :

Ces tâches sont confiées à des organismes agréés dont les personnels sont habilités.

Cette liste est loin d'être exhaustive. Cependant la quantité de travaux sous-traités varie d'une façon importante d'une entreprise à une autre. Cette quantité est liée à la taille, à l'activité mais aussi à la politique de l'entreprise.

Il faut éviter de sous-traiter la maintenance corrective, préventive systématique et améliorative de l'outil de production.

- Combien sous-traiter ?

Sous-traiter la totalité des tâches de maintenance n'est jamais la solution la plus économique ; de même que de vouloir « tout faire » en interne.

La réduction des marges sur les services dit improductifs amène les entreprises à des politiques de sous-traitance différentes selon les secteurs d'activité : en pétrochimie, 50 à 75% de la maintenance est sous-traitée ; dans l'industrie classique, la maintenance sous-traitée représente 15 à 35% du budget maintenance.

D'une manière générale, il faut toujours étudier la rentabilité au cas par cas. On pourra étudier l'impact de la sous-traitance sur le budget maintenance en mettant en place l'indicateur suivant :

$$R8 = \frac{\text{Coûts des travaux de sous-traitance}}{\text{Coûts de maintenance}}$$

- Les différents contrats.

Maintenance à forfait :

Le prix est déterminé avant intervention. Il faut être attentif à la rédaction des clauses techniques qui doivent être parfaitement formulées.

Maintenance en dépense contrôlée :

Le prix est déterminé après intervention suivant les moyens mis en œuvre par le cotraitant.

Maintenance à forfait partiel :

Le prix est constitué d'une partie forfaitaire pour un contenu donné et d'une partie en dépense contrôlée dépendant du supplément des moyens mis en œuvre.

Maintenance sur expertise :

Le prix comporte deux parties : une partie fixe déterminée avant l'intervention et une partie déterminée après intervention sur expertise pour les travaux des aléas indétectables avant démontage.

Remarque : d'autres méthodes de calculs existent mais ne représentent que des compromis aux modèles de bases cités ci-dessus (maintenance en dépenses contrôlées plafonnées, maintenance à forfait partiel plafonné...)

FORMES DE CONTRATS	ÉLÉMENTS DE DÉCISION					
	AVANTAGES		INCONVÉNIENTS		RÉPARTITION DU RISQUE FINANCIER	CAS D'APPLI-CATION
	POUR L'UTILI-SATEUR	POUR L'EN-TREPRISE DE MAINTENANCE	POUR L'UTILI-SATEUR	POUR L'EN-TREPRISE DE MAINTENANCE		
<p>MAINTENANCE À FORFAIT</p> <p>Le prix est indépendant des moyens mis en œuvre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Coût total connu à l'avance ● Contrôle facile ● Évite l'indétermination du prix 	<ul style="list-style-type: none"> ● Évite l'indétermination du prix 	<ul style="list-style-type: none"> ● Marge de sécurité dans le prix ● Coût du risque ● Problème des suppléments 	<ul style="list-style-type: none"> ● Difficulté à délimiter la prestation ● Évaluations difficiles ● Coopération difficile 	<ul style="list-style-type: none"> ● Entreprise de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> ● Urgences ● Travail mal délimité ● Travail nécessitant une coordination de l'utilisateur pour raison de sécurité
<p>MAINTENANCE, EN DÉPENSES CONTRÔLÉES</p> <p>Le prix est proportionnel aux moyens mis en œuvre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Déclenchement rapide 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de risque d'évaluation 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coût total inconnu à l'avance ● Contrôle nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pousse à réduire le niveau technique (même inconvénient pour l'utilisateur) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilisateur 	<ul style="list-style-type: none"> ● Travail bien défini ● Travaux répétitifs ● Aléas réduits
<p>MAINTENANCE EN DÉPENSES CONTRÔLÉES PLAFONNÉES</p> <p>Combinaison de la maintenance à forfait et de la maintenance en dépenses contrôlées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Déclenchement rapide ● Coût maximal connu à l'avance 	<ul style="list-style-type: none"> ● Risque d'évaluation très limité 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nécessite un contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> ● Réduction du niveau technique (même inconvénient pour l'utilisateur) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilisateur jusqu'au plafond ● Entreprise de maintenance au-delà 	<ul style="list-style-type: none"> ● Urgences ● Travail bien défini mais comportant des aléas

FORMES DE CONTRATS	ÉLÉMENTS DE DÉCISION					
	AVANTAGES		INCONVÉNIENTS		RÉPARTITION DU RISQUE FINANCIER	CAS D'APPLI-CATION
	POUR L'UTILI-SATEUR	POUR L'EN-TREPRISE DE MAINTENANCE	POUR L'UTILI-SATEUR	POUR L'EN-TREPRISE DE MAINTENANCE		
<p>MAINTENANCE À FORFAIT PARTIEL</p> <p>Les deux parties forfaitaire et proportionnelle sont des fractions des montants forfaitaires et dépenses contrôlées pour la même prestation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Intérêt des deux parties à l'efficacité ● Gain de temps (diminution du coût total) ● Connaissance du coût probable à l'avance 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrat précis ● Risque limité ● Coopération facilitée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de démarrage rapide ● Contrôle impératif des moyens ● Coût maximal indéterminé 	<ul style="list-style-type: none"> ● Compte rendu précis des moyens utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> ● Partagé 	<ul style="list-style-type: none"> ● Travail bien défini ● Collaboration étroite souhaitable
<p>EN FORFAIT PARTIEL PLAFONNÉ</p> <p>Maintenance à forfait partiel avec un plafond à ne pas dépasser.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Intérêt des deux parties à l'efficacité ● Coût maximal connu à l'avance 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrat précis ● Risque limité ● Coopération facilitée 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de démarrage rapide ● Contrôle impératif des moyens 	<ul style="list-style-type: none"> ● Une étude plus approfondie pour dépassement 	<ul style="list-style-type: none"> ● Partagé jusqu'au plafond ● Entreprise de maintenance au-delà 	<ul style="list-style-type: none"> ● Travail bien défini ● Collaboration étroite souhaitable ● Nécessité d'un budget
<p>MAINTENANCE SUR EXPERTISE</p> <p>Une expertise précède l'établissement du devis. Certains travaux se chiffrent facilement, d'autres non, d'où des dispositions financières diverses.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Commande de prestations bien déterminées ● Engagement de responsabilité de l'entreprise de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> ● Risque limité ● Contrat précis 	<ul style="list-style-type: none"> ● La décomposition en plusieurs phases allonge le délai 		<ul style="list-style-type: none"> ● Limitation du risque 	<ul style="list-style-type: none"> ● Travail comportant des aléas indétectables avant démontage

Synthèse :

D'après l'étude menée nous avons montré que la sous-traitance de la maintenance est un choix stratégique qui dépend de plusieurs critères économique et technique qui varie selon l'activité à sous-traiter.

Partie V

Intitulé de la partie :

Analyser le fonctionnement du système de la GMAO implanté à l'OCP/Benguérir et son rapport avec l'organisation actuelle et faire des propositions pour son amélioration.

Introduction :

Une GMAO vise en premier lieu à assister les services maintenance des entreprises dans leurs missions. Une GMAO est également un outil important pour d'autres services de l'entreprise, comme la production (afin de fournir des informations sur l'état des équipements), ainsi que la direction financière ou générale de l'entreprise, en fournissant des indicateurs facilitant les prises de décisions en matière de renouvellement de parc, par exemple.

V.1. Contexte du projet GMAO du Groupe OCP :

- Quelles sont les raisons pour lesquelles une compagnie de la taille de l'OCP décide d'investir dans la refonte de son système de GMAO ?
- Quels sont les nouveaux défis que doit relever un groupe comme l'OCP ?
- Quels sont ses enjeux, ses contraintes, ses perspectives qui fondent cette action, qui mobilisent chaque employé du groupe, de la Direction Générale au plus simple ouvrier ?

Améliorer la satisfaction client dans un objectif de croissance soutenue et réduire les coûts afin de renforcer la compétitivité et la rentabilité, sont deux objectifs stratégiques qui ne peuvent être atteints, si au préalable des solutions ne sont pas apportées aux différentes difficultés rencontrées au niveau opérationnel. Parmi ces difficultés, nous pouvons citer :

- Les arrêts de production liés à des pannes d'équipement, avec leur cascade de conséquences négatives sur les coûts et les délais.
- Les retards dans les délais de livraisons
- Les surcoûts liés aux pannes machines (prix très élevé de certaines pièces détachées)
- Le manque de visibilité pour les équipes de maintenance des stocks disponibles (ce qui retarde les réparations et donc la reprise d'une ligne de production, etc.)
- Une utilisation non optimale des compétences maintenance
- Un manque de capitalisation sur les expertises en matière de maintenance ce qui retarde parfois la remise en service et donc la reprise de la production
- Des applications informatiques de moins en moins adaptées aux besoins actuels
- Le coût élevé de la maintenance de façon générale

Ce projet de mise en place de la GMAO a permis d'apporter une réponse adaptée aux difficultés que nous venons de citer, entraînant ainsi une meilleure maîtrise par l'OCP de son appareil de production. Cela permettra au groupe de continuer l'œuvre entreprise à travers les différents autres chantiers, et d'atteindre ainsi les objectifs fixés.

V.2. Situation de la GMAO (module eAM)

En plus de ses fonctionnalités qui visent en premier lieu à assister les services maintenance dans leurs missions, la GMAO eAM est intégrée dans l'ERP Oracle, qui contient toutes les fonctionnalités nécessaires pour une meilleure gestion de l'entreprise, ce qui offre une cohérence dans la consolidation des informations et l'intérêt de disposer d'une interface utilisateur unifiée, de ne pas multiplier les compétences informatiques sur différents logiciels ou bases de données, de simplifier le projet en ne traitant qu'avec un seul intégrateur, d'éviter le développement d'interfaces spécifiques...

Cependant l'outil eAM apporte une vision plus comptable que technique et ne satisfait que peu les utilisateurs de maintenance.

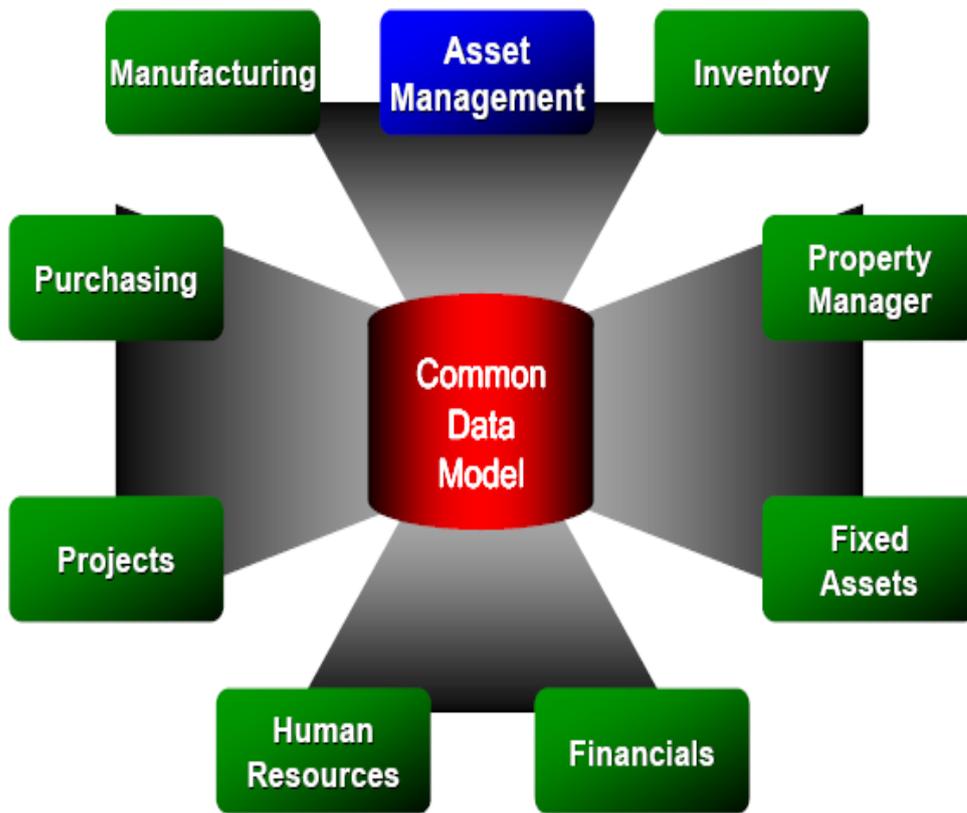
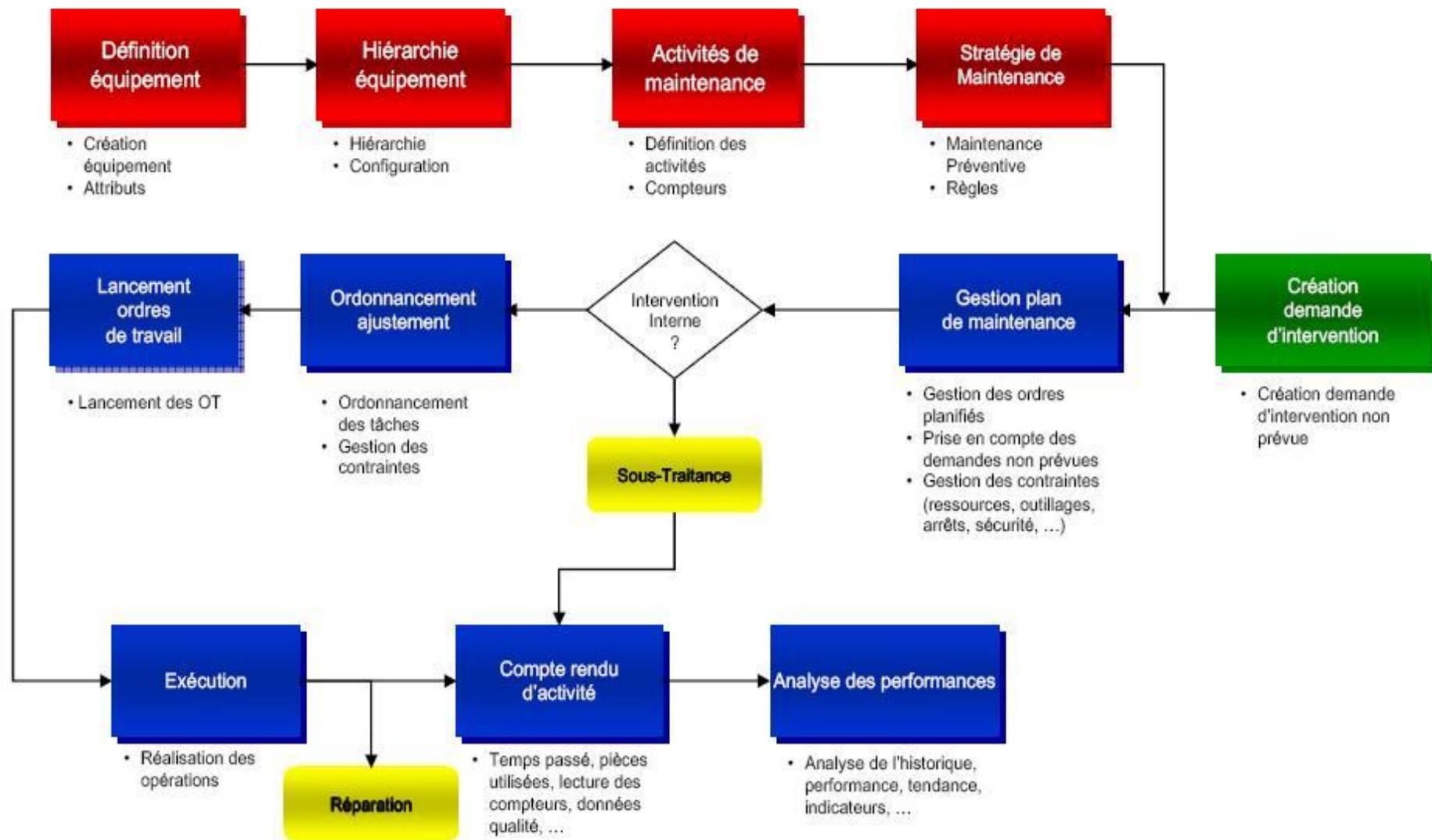


Figure 62 : architecture oracle

V.3. Le processus de maintenance de la GMAO eAM/oracle :



Définition équipement : il s'agit d'attribuer une liste de valeurs en présentant les informations nécessaires sur l'équipement.

ORACLE Gestion des équipements Diagnostic Page d'accueil Déconnexion Préférences

Page d'accueil Equipements Demandes d'intervention Ordres de travail Plan d'intervention Magasins

Capital | Stock avec remise en état Organisation actuelle: **EM1**

Equipements: Capital > Demandes d'intervention Accéder

Asset Details: FL1010

Numéro d'équipement: **FL1010**
 Description du numéro d'équipement: **Fork Lift 1010**
 Groupe d'équipements: **Fork Lifts**
 Description groupe d'équipements: **Fork Lift Asset Group**
 Organisation actuelle: **EM1**
 Numéro d'équipement parent: **All Lifts**
 Groupe d'équipements parent: **Fork Lifts**
 Catégorie: **ForkLift.Electric**
 Section propriétaire: **W-Maint**
 Zone: **Warehouse**
 Classe de comptabilisation: **MaintWAC**
 Documents joints: **Aucun**

Degré critique: **Normal**
 Avec maintenance: **Oui**
 Liste d'équipements: **Non**
 Numéro de série de l'équipement: _____

Attributs

Groupe d'attributs	Description
Fork Lift Classifications	Fork Lift Data
Warranty Data	Warranty Data

Activités

Activité	Date de début	Date de fin	Type d'activité	Cause activité	Origine de l'activité	Section propriétaire	Priorité	Date de début de la dernière maintenance	Date de fin de la dernière maintenance	Date de début de la prochaine maintenance	Date de fin de la prochaine maintenance
Change Fork Lift Battery	31-oct-2002		Remplacement	Normal Wear		W-Maint		30-oct-2004 11:23:59	30-oct-2004 11:23:59		
Lubricate Fork Lift Mast	18-jul-2003		Lubrification	Normal Wear		W-Maint		16-fev-2004 11:55:00	16-fev-2004 12:55:00		

Hierarchie équipement : il s'agit de configurer une arborescence à chaque équipement. Dans oracle ce sont les numéros d'équipement qui composent la hiérarchie (groupe d'équipement, catégorie, section propriétaire...)

ORACLE Gestion des équipements Diagnostic Page d'accueil Déconnexion Préférences

Page d'accueil Equipements Demandes d'intervention Ordres de travail Plan d'intervention Magasins

Capital | Stock avec remise en état Organisation actuelle: **EM1**

Equipements: Capital > Demandes d'intervention Accéder

Hiérarchie

EM1
 All Prod Equip
 Campus
 Fleet
 All Lifts
 FL1010
 Battery1000
 FLM1010
 FL1020
 FL1030
 FL1040
 FL2010
 FL2020
 FL2030
 FL2040
 Delivery Trucks
 HQ

Numéro d'équipement: **FL1010**
 Description du numéro d'équipement: **Fork Lift 1010**
 Groupe d'équipements: **Fork Lifts**
 Description groupe d'équipements: **Fork Lift Asset Group**
 Organisation actuelle: **EM1**
 Numéro d'équipement parent: **All Lifts**
 Groupe d'équipements parent: **Fork Lifts**
 Catégorie: **ForkLift.Electric**
 Section propriétaire: **W-Maint**
 Zone: **Warehouse**
 Classe de comptabilisation: **MaintWAC**
 Documents joints: _____

Degré critique: **Normal**
 Avec maintenance: **Oui**
 Liste d'équipements: **Non**
 Numéro de série de l'équipement: _____

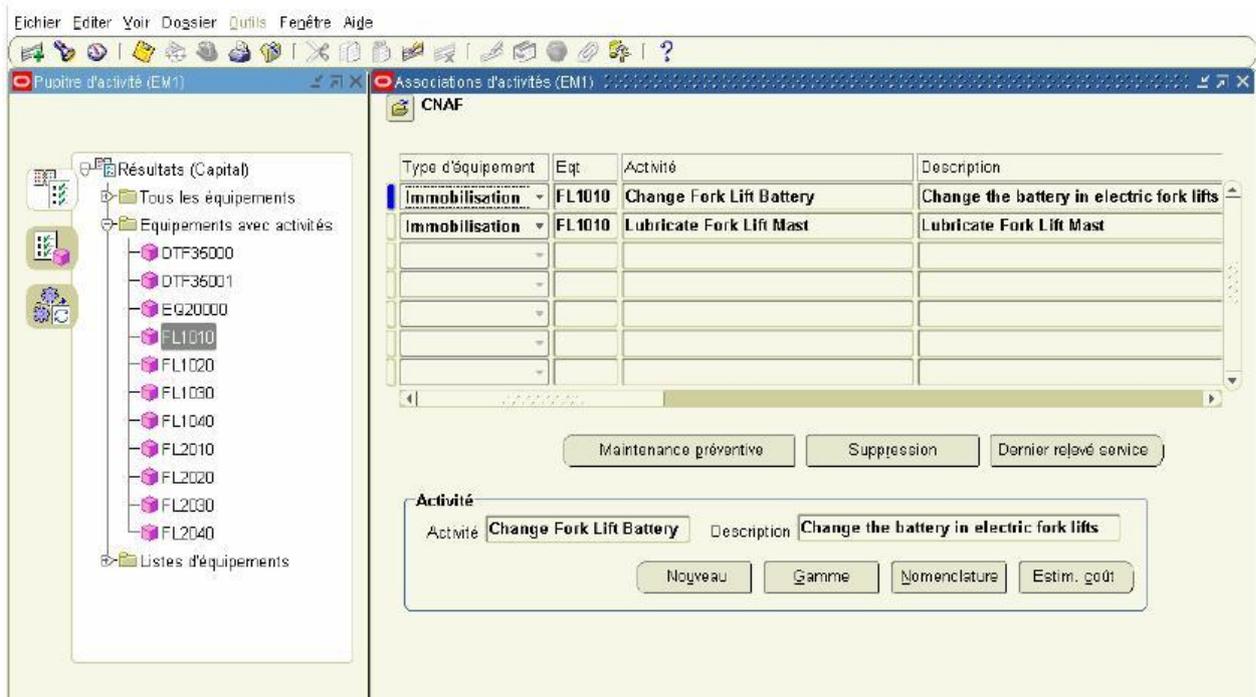
CONSEIL : Cliquez sur le numéro d'équipement parent pour passer au niveau supérieur de la hiérarchie.

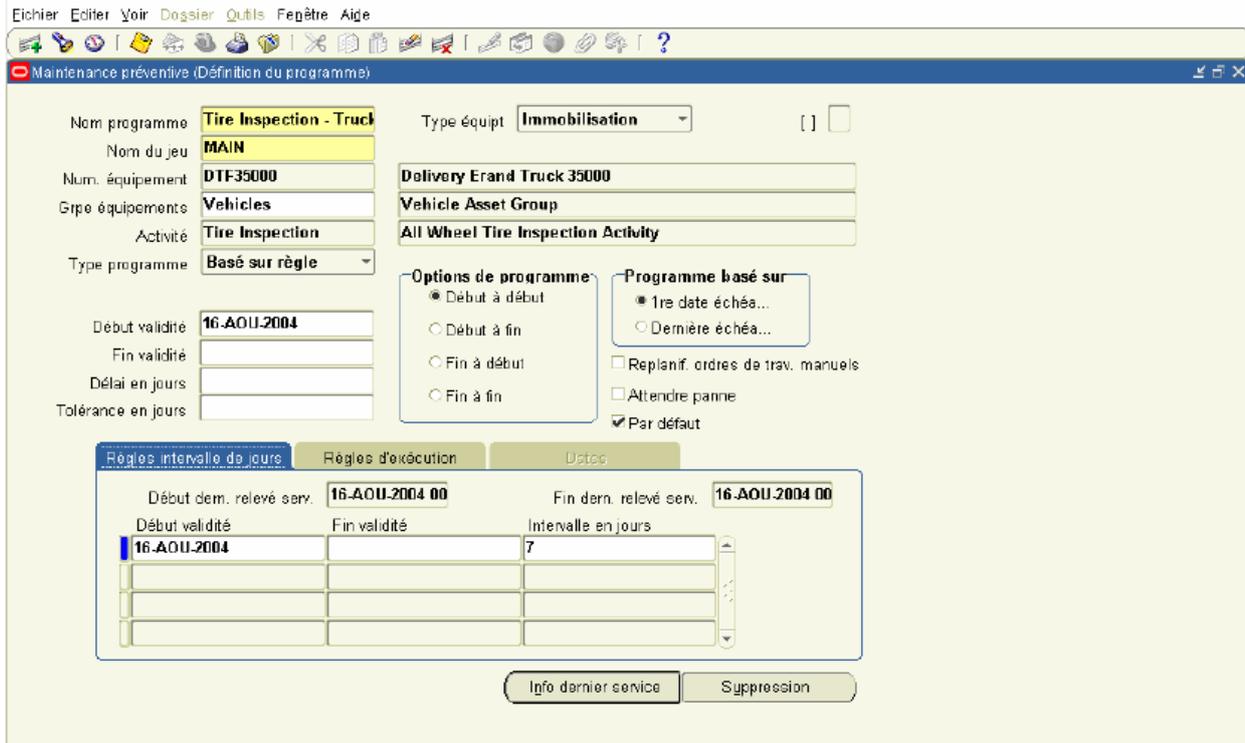
Retour à la recherche Demandes d'intervention Accéder

Page d'accueil | Equipements | Demandes d'intervention | Ordres de travail | Plan d'intervention | Magasins | Diagnostic | Page d'accueil | Déconnexion | Préférences

Copyright 2000-2004 Oracle Corporation. Tous droits réservés.
 À propos de cette page

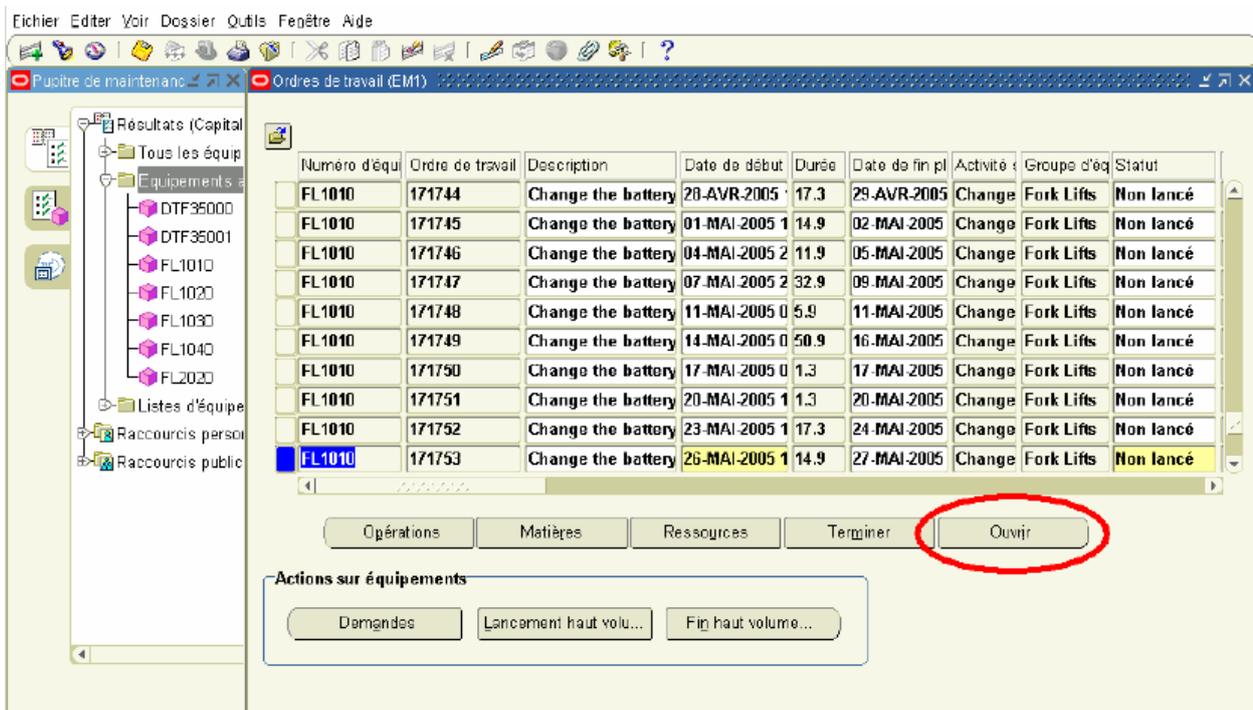
Activités de maintenance : c'est un type d'intervention, auquel est associée au moins une gamme (liste d'opérations). Nomenclature non obligatoire. Un équipement peut être lié à une ou plusieurs activités





Stratégie de maintenance : il s'agit de définir les programmes de la maintenance préventive sur un long horizon.

Gestion plan de maintenance : gestions des ordres planifié, prise en compte des demandes non prévue, gestion des contraintes (ressource, outillage, arrêts, sécurité...)



Création demande d'intervention (DI) : La demande d'intervention est un formulaire à remplir lorsque le service demandeur (exploitant ou maintenancier avec la possibilité de sécuriser l'accès à une partie de l'arborescence dans la même organisation de la maintenance) constate une anomalie sur un équipement. Elle doit être acceptée par le département de maintenance destinataire en vu de la transformer en un OT portant sur le numéro de l'équipement concerné.

Règles de gestion :

Les statuts que peut avoir une DI sont :

- « En attente d'acceptation » quand la DI est créée. Elle n'est pas transformable en OT.
- « En attente d'Ordre de Travail » quand la DI est acceptée par le département de maintenance destinataire
- « Rejeté »
- « Sur OT » quand la DI est transformée en OT
- « Terminée » quand l'OT est terminé

Le champ « Numéro d'équipement » est obligatoire pour la création d'une DI : pour les équipements ne faisant pas partie de l'arborescence, un numéro d'équipement « Divers » est créé dans ce sens.

ORACLE Gestion des équipements Diagnostic Page d'accueil Déconnexion Préférences

Page d'accueil Equipements **Demands d'intervention** Ordres de travail Plan d'intervention Magasins

Tout | Créer une demande d'intervention

Demands d'intervention: Tout > Organisation actuelle : EM1

Créer une demande d'intervention Annuler Appliquer

* Indique un champ obligatoire

Détails de la demande

* Numéro d'équipement	<input type="text" value="FL1010"/>	* Section d'affectation	<input type="text" value="W-Maint"/>
* Priorité	<input type="text" value="Elevée"/>	Type de demande d'intervention	<input type="text" value="Dégât matériel"/>
* Date demandée	<input type="text" value="19-mai-2005 06:35:41"/>	Demandée par	<input type="text" value="MNT"/>

(exemple 19-mai-2005 06:35:41)

Description de la demande

* Description complémentaire

Informations de création

Créé par	<input type="text" value="MNT"/>	Aviser l'utilisateur	<input type="text" value="Non"/>
Numéro de téléphone	<input type="text"/>	Email	<input type="text"/>
Préférence du contact	<input type="text" value="Numéro de téléphone"/>		

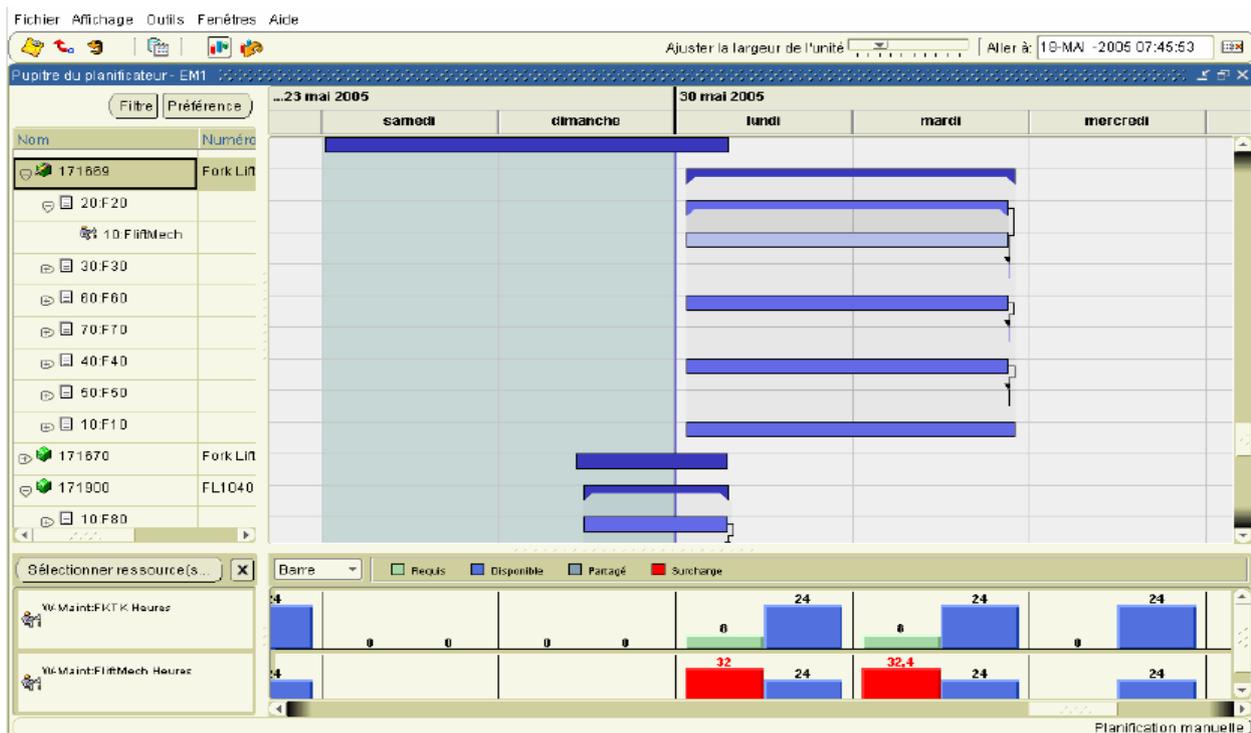
Informations descriptives

Valeur contextuelle

Annuler Appliquer

Page d'accueil | Equipements | Demands d'intervention | Ordres de travail | Plan d'intervention | Magasins | Diagnostic | Page d'accueil | Déconnexion | Préférences
Copyright 2000-2004 Oracle Corporation. Tous droits réservés.
[A propos de cette page](#)

Ordonnancement ajustement : il s'agit d'ordonnancer les tâches et de gérer les contraintes



Lancement ordres de travail : C'est l'équivalent d'une commande (bon de travaux validé et préparé).

Descriptif du processus de lancement d'ordre de travail :

- Recherche de l'OT
- Vérification de la disponibilité des matières
- Proposition d'expression de besoin
- Planification des ressources
- Allocation des matières et ressources
- Sortie matières (impression du banc de sortie matière et sortie du magasin)
- Retour matières non utilisées par la maintenance

Règles de gestion :

- Les statuts que peut avoir un OT sont :
 - « Provisoire »
 - « Lancé »
 - « Non lancé »
 - « Bloqué »
 - « Annulé »
 - « Terminé en attente de réception »
 - « Terminé réceptionné »
 - « Clôturé »

- Un OT doit logiquement être créé au statut « **provisoire** » en attendant la vérification de toutes les informations nécessaires à son exécution ;
- Au moins une opération doit être rattachée à l'OT ;
- Pour pouvoir ajouter des ressources à un OT, il faut au préalable avoir défini au moins une opération
- Terminer une opération n'empêche pas de pouvoir imputer du temps sur les ressources de cette opération
- Si l'OT a le paramètre **ferme=oui**, il est possible de spécifier une durée supérieure à la durée des ressources
- Aucune imputation n'est possible sur l'OT avec un statut « **Terminé réceptionné** »
- Une opération ne peut contenir qu'une seule ressource corps de métier.

ORACLE Gestion des équipements Diagnostic Page d'accueil Déconnexion Préférences

Page d'accueil Equipements Demandes d'intervention Ordres de travail **Plan d'intervention** Magasins

Organisation actuelle : **EM1**

Plan intervention Sauvegarder la recherche

Recherche simple

Notes que la recherche ne tient pas compte de la casse des caractères. Recherche avancée

Type d'équipement: Capital

Numéro d'équipement: []

Date - Du: 18-mai-2005 15:07:51 (exemple 18-mai-2005 08:02:45)

Section affectée: []

Ressource: []

Accéder Effacer

Groupes d'équipements: []

Ordre de travail: []

Date - Au: []

Employé affecté: []

Les ordres de travail lancés seront affichés

Sélectionner l'ordre de travail : (Gérer des opérations) | (Exporter un ordre de travail)

Sélectionner	Ordre de travail	Numéro d'équipement	Groupe d'équipements	Type d'équipement	Description	Date de début planifiée	Durée (heures)	Section propriétaire	Statut	Fin de l'ordre de travail	Demander toutes les matières
<input checked="" type="radio"/>	171664	Fork Lift Daily Maintenance	Fork Lifts	Capital	All Fork Lift Daily Maintenance	23-mai-2005 11:23:53	1	W-Maint	Lancé		
<input type="radio"/>	171902	FL1040	Fork Lifts	Capital	Change the battery in electric fork lifts	10-jun-2005 12:23:53	1.3	W-Maint	Lancé		
<input type="radio"/>	171864	FL1030	Fork Lifts	Capital	Change the battery in electric fork lifts	13-jun-2005 01:23:53	6.9	W-Maint	Lancé		
<input type="radio"/>	171807	FL1020	Fork Lifts	Capital	Change the battery in electric fork lifts	14-jun-2005 08:47:53	1.3	W-Maint	Lancé		
<input type="radio"/>	171759	FL1010	Fork Lifts	Capital	Change the battery in electric fork lifts	14-jun-2005 11:23:53	1.3	W-Maint	Lancé		

Exécution : Le responsable d'exécution effectue les travaux objet de l'ordre de travail « lancé » et imprimé par le planificateur.

Déroulement de l'exécution

- Saisie des éléments de l'OT
- Réception
- Réouverture de l'OT

- Réajustement et réception définitive
- Retour matière non consommée par la maintenance au magasin
- Clôture de l'OT

ORACLE Asset Management

Page d'accueil | Equipements | Demandes d'intervention | Ordres de tra

Tout | Demandes

Plan d'intervention > Ordre de travail : 171902 > Organisation actuelle : EM1

Opération terminée [Annuler] [Appliquer]

Ordre de travail **171902** Type d'équipement **Capital**
 Numéro d'équipement **FL1040** Groupe d'équipements **Fork Lifts**
 Opération **10** Description **Get New Battery From Charger**
 Section affectée **W.Maint** Employés affectés **0**

Saisissez les informations de fin et cliquez sur "Appliquer" pour terminer l'opération.

Détails de fin d'exécution

* Indique les données obligatoires

Type de mouvement **Opération terminée**

* Date et heure de début réelles **10-jun-2005 12:23:59** [Calendrier]

(exemple 16-mai-2005 06:35:09)

* Durée réelle (heures) **0**

Date et heure de fin réelles **10-jun-2005 13:23:59**

* Date et heure de début de l'arrêt **10-jun-2005 12:23:59** [Calendrier]

* Durée de l'arrêt (heures) **0**

Code rapprochement [Ajouter]

Référence [Ajouter]

Documents joints **Aucun** [Ajouter]

Plans qualité

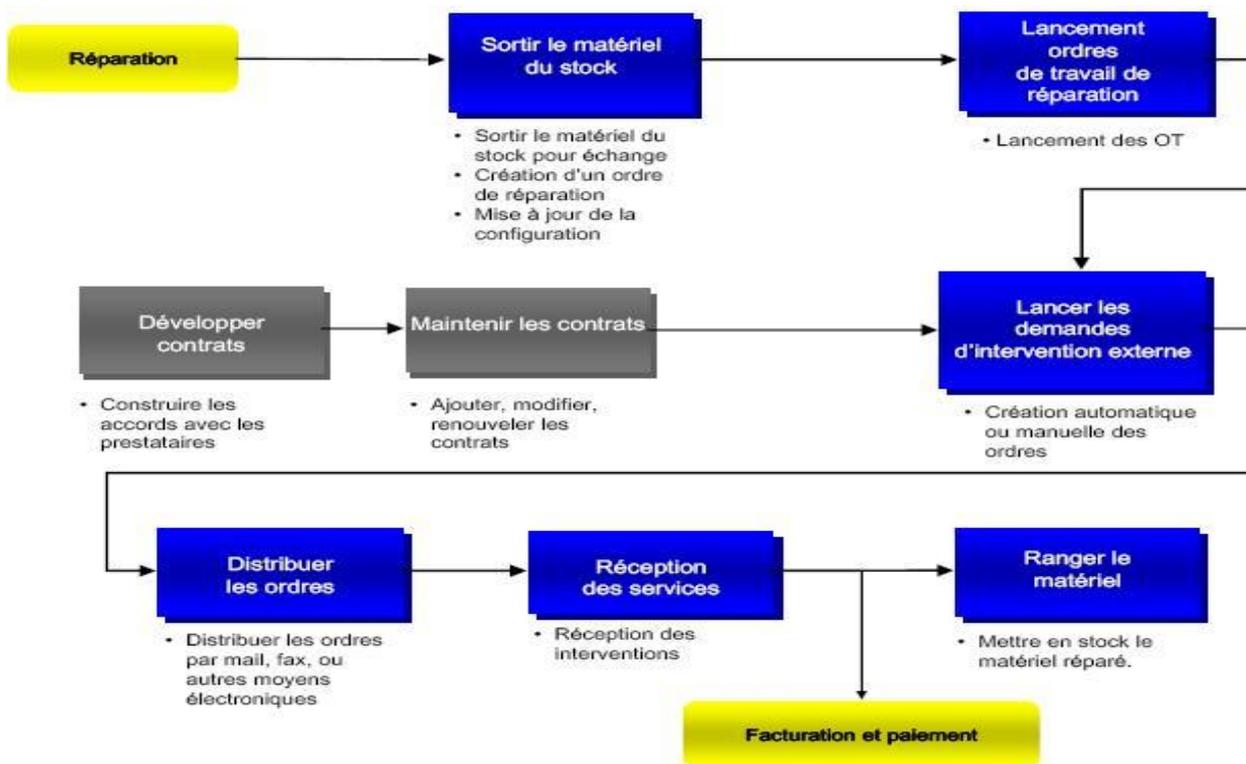
Nom plan	Description	Obligatoire	Résultats saisis	Saisir les résultats qualité	Voir les résultats qualité	Documents joints au plan qualité
Donnée inexistante.						

Réparation : La gestion des équipements réparables permet de traiter le flux de la réparation d'équipements démontables à l'aide d'un Ordre de travail de démontage et/ou remontage et d'un ordre de travail de réparation issu automatiquement du démontage.

Ce processus prend également en compte la gestion du stock des équipements réparables.

Déroulement :

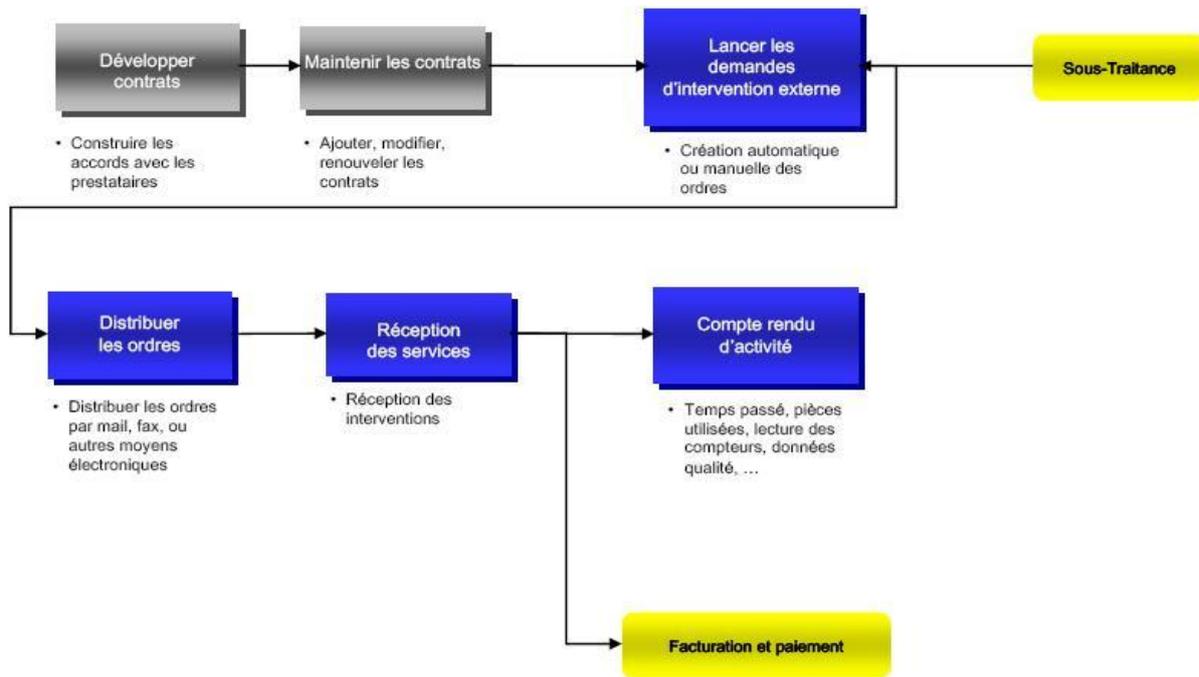
- Dépose du réparable : création, planification, lancement et réalisation de l'OT
- Pose du réparable
- Réparation
- Entrée au magasin de l'interchangeable réparé



Sous-traitance : Lorsque il y a un besoin de sous-traitance, le préparateur crée et prépare l'OT de sous-traitance. A cet OT on affecte une opération de sous-traitance si elle est déjà créée. Sinon on crée une nouvelle opération affectée au département sous-traitance au quel est associé les ressources de sous-traitance.

Déroulement

- Création et préparation de l'OT de sous-traitance
- Spécification du type de sous-traitance
- Vérification de l'existence d'un contrat de maintenance
- Création de l'appel de commande
- Réception de la prestation de sous-traitance
- Spécification des travaux
- Spécification des travaux
- Création de la demande d'approvisionnement
- Achat de la prestation de sous-traitance
- Réalisation des travaux de la sous-traitance
- Réception des travaux
- Terminer l'Ordre de Travail de sous-traitance



Comptes rendu d'activité : nous informe sur le temps passé, les pièces recommandées, lectures des compteurs, les données qualités...

ORACLE **Asset Management**

Page d'accueil | Equipements | Demandes d'intervention | Ordres de tra

Plan d'intervention > Organisation actuelle : EM1

Terminer l'ordre de travail : 171902

Annuler Appliquer

Ordre de travail: 171902 Description: Change the battery in electric fork lifts
 Type d'équipement: Capital Numéro d'équipement: FL1040
 Groupe d'équipements: Fork Lifts Section: W.Maint
 Statut: Lancé

Seisissez les données d'achèvement et les relevés de compteur et cliquez sur le bouton Appliquer pour terminer l'ordre de travail.

Détails de fin d'exécution
 * Indique les données obligatoires

Type de mouvement: **Ordre terminé**

* Date et heure de début réelles: 10-jun-2005 12:23:59

* Durée réelle (heures):

Date et heure de fin réelles: 10-jun-2005 13:41:59

* Date et heure de début de l'arrêt: 10-jun-2005 12:23:59

* Durée de l'arrêt (heures):

Code rapprochement:

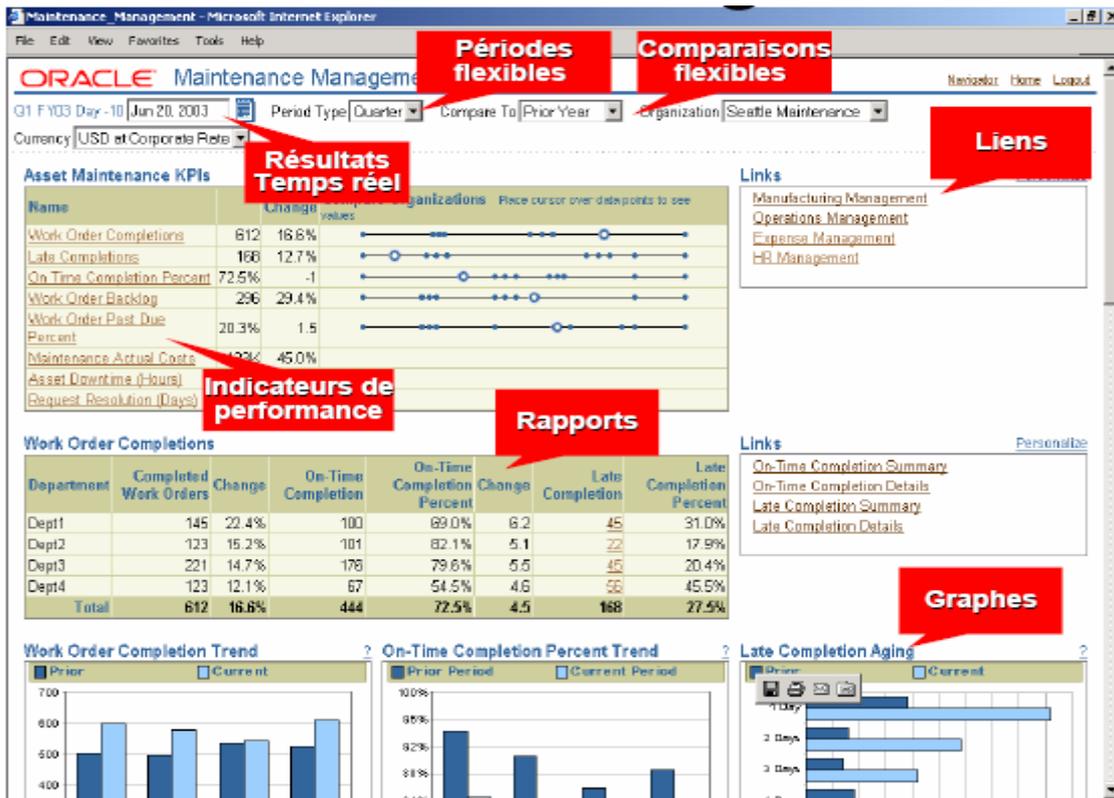
Plans qualité

Nom plan	Description	Obligatoire	Résultats saisis	Saisir les résultats qualité	Voir les résultats qualité	Documents joints au plan qualité
FORK LIFT FAILURE ANALYSIS	Fork Lift Failure Analysis					

Compteurs

Obligatoire	Nom du compteur	UdM	Type	Direction du compteur	Date de dernier relevé	Dernier relevé	Valeur	Modifier le relevé	Commentaires	Réinit.	Historique des relevés
O	FL1040 Hour Meter	HR	Absolu	Croissant	17-jul-2003 08:52:37	1364					

Analyse des performances : analyse de l'historique, des performances, des indicateurs, des tendances...



- **Anomalies détectées :**
 - Type d'ordre de travail

Le graphe suivant présente une étape de création d'un OT :

The screenshot shows the 'Créer un ordre de travail' (Create Work Order) form in the Oracle system. The form is organized into several sections:

- Form Header:** 'ORACLE Gestion des équipements' with navigation links like 'Page d'accueil', 'Equipements', 'Demandes d'intervention', 'Ordres de travail', and 'Plan d'intervention'.
- Form Fields:**
 - * Ordre de travail: OT1140550
 - * Type d'équipement: Capital
 - Numéro d'équipement: GC21966
 - * Groupe d'équipements: GVHLD.G0000
 - Section: PMG/LMM/MB
 - Type de demande: Demande d'intervention
 - Numéro de demande d'intervention: 29163
 - Parent article réparable: (empty)
 - Activer la demande de sortie de matières: Oui
 - * Description: REFLECTION CONDUITE RADIATEUR
 - * Date de début planifiée: 23-jun-2009 15:26:32
 - * Durée (heures): 0
 - Statut: Lancé
 - Type d'arrêt: (empty)
 - Priorité: URGENT
 - Ferme: Non
 - * Type d'ordre de travail: (empty)
 - Type d'activité: CURATIF, SYSTEMATIQUE, CONDITIONNEL, AMELIORATION, LOGISTIQUE (circled in red)
 - * Cause activité: (empty)
 - Origine de l'activité: (empty)
- Buttons:** 'Annuler' and 'Appliquer' buttons are visible at the top right of the form area.

Nous constatons, dans le champ Type de travail, la présence de cinq fonctions : curatif, systématique, conditionnel, amélioration et logistique. Cependant la fonction logistique n'a pas de relation avec les quatre fonctions précédentes qui présentent les types de maintenance.

➤ Type d'activité

ORACLE Gestion des équipements Retour au portail Déconnexion Préférences

Page d'accueil Equipements Demandes d'intervention **Ordres de travail** Plan d'intervention

Tout | Demandes

Ordres de travail: Demandes > Organisation actuelle : G01

Créer un ordre de travail

* Indique les données obligatoires

* Ordre de travail: OT1140550

* Type d'équipement: Capital

Numéro d'équipement: GC21966
Le numéro d'équipement est obligatoire pour les équipements et les articles réparables suivis par numéro de série

* Groupe d'équipements: GYHLD.G0000

Activité sur des équipements:

Section: PMG/LMMVB

Type de demande: **Demande d'intervention**

Numéro de demande d'intervention: 29163

Projet:

Tâche:

Parent article réparable:

Activer la demande de sortie de matières: Oui

* Description: E RADIATEU

* Date de début planifiée:

* Durée (heures): 0

Statut:

Type d'ann: REPARATION

Priorité:

Ferm: LUBRIFICATION

* Type d'ordre de travail:

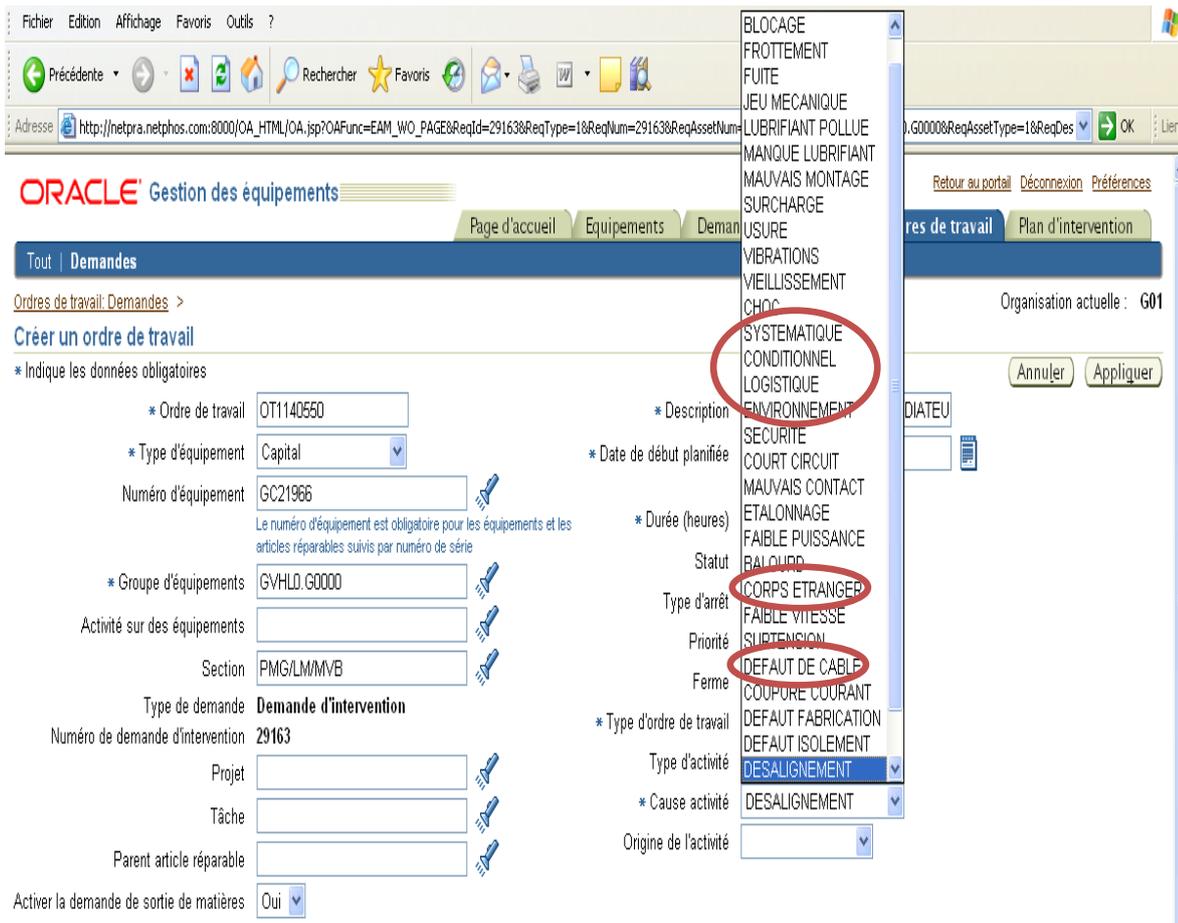
Type d'activité:

* Cause activité:

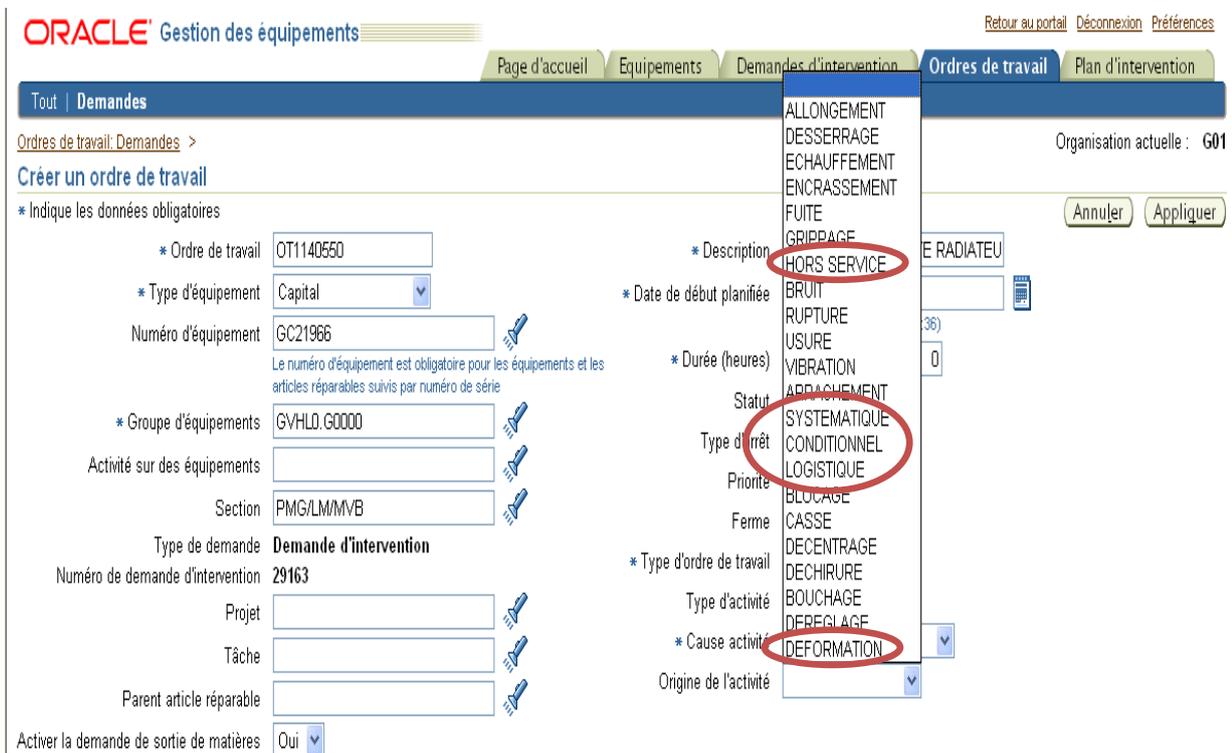
Origine de l'activité:

Annuler Appliquer

Nous observons, dans le champ Type d'activité, la redondance des fonctions : systématique, conditionnel et logistique. Et nous signalons aussi l'incompatibilité des fonctions affichées dans ce champ, aussi certains choix ne donnent pas une idée claire sur l'intervention effectuée.



Les mêmes remarques sont signalées pour le champ cause activité.



Dans le champ origine d'activité, nous annonçons la présence de certains types de maintenance avec des causes de pannes.

➤ Le personnel

Nous avons remarqué qu'une partie du personnel n'est pas encore habituée à utiliser l'outil eAM, aussi, il n'est pas sensibilisé sur le rôle et de l'importance du système d'information.

Dans plusieurs services nous avons constaté que les OT ne reflètent pas la réalité des interventions effectuées, ils sont réalisés, surtout, pour faire sortir les pièces de rechange du magasin.

➤ Exemple d'état de calcul des coûts

Etat de calcul du coût réel de la maintenance

Edité le: 22-06-2009

Organisation de maintenance: G01
 Equipement :
 Description :
 Section :
 Période : du 01/01/2008 Au 01/01/2009

Equipement	Description	Matières	Main d'oeuvre	Equipement	Total
GCBLVMITS2	CHARIOT MITS	36.897,60	0,00	0,00	36.897,60
Total		36.897,60	0,00	0,00	36.897,60

Nous remarquons que l'état de calcul du coût contient une valeur de consommation des pièces de rechange, cependant le coût de main d'œuvre est nul.

• **Recommandations et améliorations:**

➤ Amélioration de la précision des données saisies

En premier lieu, nous devons définir l'objectif de chaque champ puis nous affecterons les données convenables, dans le but de faciliter l'exploitation et fiabiliser les données de l'outil GMAO.

Le tableau suivant résume les améliorations proposées :

champs	Améliorations proposées
Type d'ordre de travail :	Doit contenir seulement les types de maintenance : curatif, palliatif, conditionnel, systématique, amélioration.
Type d'activité	Le type d'activité doit nous donner une idée claire sur l'intervention réalisée, les types de maintenance ne doivent pas s'afficher sur ce champ. Il y a plusieurs activités qui ne s'affichent pas sur le champ, il faut revoir avec les gens de la maintenance les activités à intégrer (exemple : parallélisme, entretien...)

Cause d'activité	La cause d'activité doit nous informer sur la cause de la panne, genre défaut d'isolement, manque graissage...
Origine d'activité	Ce champ doit nous informer sur les origines qui ont causé la panne, exemple mauvaise utilisation, qualité du matériel utilisé, non respect du plan de maintenance...
Le personnel	<p>Pour améliorer la qualité des informations données par l'outil GMAO, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Systematiser le suivi des OT établis, ➤ Former et sensibiliser les utilisateurs ➤ Réaliser des réunions de suivi

Conclusion :

Dans cette partie nous avons analysé le fonctionnement de la GMAO eAM, et nous avons proposé des améliorations après la détermination de certaines anomalies, cependant ces améliorations ne présentent que des exemples à suivre, nous voyons que la mise en place de ces améliorations nécessitent des analyses détaillées des équipements et des types d'interventions, ce qui rend les analyses AMDEC très utiles.

Conclusion générale

L'étude que nous avons réalisée pour optimiser la maintenance des équipements de production et la logistique qui lui est associée dans la mine d'extraction du phosphate à Benguerir va permettre de réaliser des gains importants pour l'entreprise en termes de coût, délai, qualité et sécurité.

Ces études effectuées présentent une base à suivre pour améliorer les performances de la fonction maintenance. Cependant, elles ne pourront atteindre ses objectifs que si toutes les parties intervenantes dans l'entreprise respectent leurs engagements.

Bibliographie

- [1] : JEAN HENG, Pratique de la maintenance préventive, DUNOD, Paris, 2002.
- [2] : Pierre ZERMATI, Pratique de la gestion des stocks, DUNOD, Paris, 2001.
- [3] : Madame Samira TOUHAMI, Cours « Gestion de la maintenance »
- [4] : Monsieur Fayçal ABOUTAJJEDINE, Cours « entreposage »
- [5] : Monsieur Jamal LMARIOUH, Cours « Manutention et transitique »,
- [6] : OLIVER WAYMAN, « formation OCP »

