UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

Migration à partir du système Maximo vers le système SAP pour la gestion de la maintenance suite à la fusion des groupes Lafarge et Holcim

Réalisé Par :

Oumaima El Rhaliby

Encadré par :

Pr Najiba El Amrani El Idrissi **(FST FES)**

M. Abdelali Banan **(LafargeHolcim Meknès)**

Soutenu le 07 Juin 2017 devant le jury

Pr	**Hicham Ghennioui**	**(FST FES)**
Pr	**Hassan El Moussaoui**	**(FST FES)**
Pr	**Najiba El Amrani El Idrissi**	**(FST FES)**

AVANT-PROPOS :

Dans le cadre de l'obtention de ma licence en Génie Electrique au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, j'ai effectué un projet de fin d'étude au groupe Lafarge Holcim de Meknès.

Le stage a duré deux mois au sein du bureau de méthodes rattaché au service électricité du département réparation et maintenance. Le projet de ma mission porte sur la contribution à la migration du système Maximo vers le système SAP et ce suite à la fusion des groupes Lafarge et Holcim.

Durant ma période de stage, j'ai eu l'occasion de visiter les différents locaux de l'usine et de m'initier aux différentes étapes de fabrication de ciment. J'ai pu également identifier les différentes machines utilisées et leur fonctionnement.

Au sein de l'entité maintenance, j'ai intégré l'équipe du bureau de méthodes pour une meilleure compréhension de l'utilisation des systèmes Maximo et SAP où j'ai pu participer aux différentes tâches de maintenance préventive. En effet, j'ai participé aux visites des équipements, et assisté à la préparation du matériel et à l'exécution de certaines opérations de maintenance préventive.

Le présent travail, présente le fruit d'une contribution avec l'équipe du bureau de méthodes pour dégager les principaux avantages de la migration vers le système SAP en réponse aux différents problèmes rencontrés lors de la fusion des deux groupes Lafarge et Holcim.

REMERCIEMENTS :

Au terme de ce travail, je ne peux manquer de remercier toutes les personnes m'ayant ²soutenues pour mes études et mon travail d'obtention de la licence en Génie Electrique. Mes remerciements vont particulièrement à mes parents et à ma famille pour leur soutien continuel.

Je remercie l'ensemble du corps professoral de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, notamment, Mme Najiba El Amrani El Idrissi pour ses précieuses directives pour l'accompagnement de mon stage et l'élaboration de mon rapport. Je remercie également M. Mohammed Jorio pour sa bonté à donner de son temps et de son expérience pour l'orientation de l'ensemble des étudiants.

Je remercie M. le Directeur du groupe LafargeHolcim Meknès pour l'occasion qu'il m'a offerte pour passer mon stage au sein de ce groupe de renommée. Je suis particulièrement reconnaissante à l'équipe du bureau de méthodes du service électrique, M. Belkacem Zmiri, M. Abdelali Banan ainsi que tout le personnel du service pour leurs efforts, leur disponibilité et leur mobilisation pour le bon déroulement de mon travail.

C'est avec générosité qu'ils m'ont donné de leur temps et c'est avec sincérité que je leur témoigne ma profonde reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

Avant-propos : 1
Remerciements : 2
Table des matières 3
LISTE DES FIGURES 4
LISTE des tableaux 5
LISTE DES ABREVIATIONS 6
Introduction générale : 7
Partie 1 : état de l'art : 8
I. Présentation de l'organisme d'accueil : 8
1. Présentation du groupe LafargeHolcim : 8
2. Présentation de LafargeHolcim Meknès : 8
II. Présentation du procédé de fabrication du ciment : 10
1. Définition du ciment : 10
2. Etapes de fabrication du ciment : 11
III. Présentation de la problématique : 18
Partie 2 : Approche technique : 20
I. Présentation de la fonction de Maintenance : 20
1. Généralités sur la maintenance : 20
2. Maintenance préventive appliquée à LafargeHolcim Meknès : 22
II. Présentation du prologiciel Maximo : 25
1. Présentation 25
2. Gestion de la maintenance préventive sur Maximo : 25
III. Présentation du système SAP : 27
1. Présentation : 27
2. Gestion de la maintenance préventive sur SAP : 29
IV. Etude comparative des progiciels Maximo et SAP : 30
1. Principales fonctionnalités requises dans un progiciel de gestion en maintenance préventive : 30
2. Vérification des fonctionnalités précitées dans les progiciels Maximo et SAP: 31
Partie 3 : Solution expérimentale : 33
I. Présentation de la solution : 33
1. Présentation d'un moteur électrique : 34
2. Présentation d'une armoire électrique : 35
II. Journée de travail sur Maximo pour la maintenance préventive d'un moteur électrique : . 36
III. Journée de travail sur SAP pour la maintenance préventive d'une armoire électrique : 42
Partie 4 : Résultats et discussions : 48
I. Avantages et inconvénients du progiciel Maximo : 48
1. Avantages du progiciel : 48
2. Inconvénients du progiciel : 48
II. Avantages et inconvénients du progiciel SAP : 48
1. Avantages du progiciel : 48
2. Inconvénients du progiciel : 49
III. Discussion des résultats : 49
Conclusion : 50
Webographie 51

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme LafargeHolcim MEKNES 9
Figure 2 : Organigramme du service électrique de l'usine de Meknès 10
Figure 3 : Constitution du ciment 11
Figure 4 : Extraction et transport de la matière première 11
Figure 5 : Concassage et pré-homogénéisation 12
Figure 6 : Broyeur cru 13
Figure 7 : Silos d'homogénéisation 13
Figure 8 : Ligne de cuisson 13
Figure 9 : Tour à cyclones 14
Figure 10 : Four rotatif 15
Figure 11 : Refroidisseur 16
Figure 12 : Broyage ciment. 16
Figure 13 : Ensachage et Expédition 17
Figure 14 : Etapes de fabrication du ciment 18
Figure 15 : Illustration d'un Vibre Pen 23
Figure 16 : Illustration d'une caméra thermique infrarouge 23
Figure 17 : Illustration d'un mégohmmètre 24
Figure 18 : circuit de maintenance préventive systématique 26
Figure 19 : exemple de fiche MP 26
Figure 20 : circuit de maintenance préventive conditionnelle 27
Figure 21 : Récapitulatif des informations données par une notification sur SAP 29
Figure 22 : Illustration d'un moteur 34
Figure 23: armoire électrique 35
Figure 24 : Page de démarrage Maximo avec les seuls modules de maintenance et gestion de stock 36
Figure 25 : Interface d'accès spécifique au visiteur 37
Figure 26 : Opérations à effectuer par le visiteur pour la visite du moteur 38
Figure 27 : Description détaillée de la visite du moteur 38
Figure 28 : Bon de travail de la visite du moteur 39
Figure 29 (a) : Bon de travail pour la préparation des nouveaux roulements 40
Figure 30 (b): Bon de sortie de magasin de la visite du moteur 40
Figure 31 : Personnel de la visite du moteur 41
Figure 32 : Non disponibilité des données de coût et des heures de travail 41
Figure 33 : Interface SAP 43
Figure 34 : Filtre des tâches pour filtrer les WO émis par le bureau de méthode du service électrique (préventive 3) 44
Figure 35 : Conservation des notifications relatives à la maintenance de l'armoire électrique 45
Figure 36 : Conservation des WO relatives à la maintenance de l'armoire électrique 45
Figure 37 : Bon de sortie des câbles électriques avec code barre 45
Figure 38 : traçabilité des heures de travail sur SAP 46
Figure 39 : Affichage du coût de travail sur SAP 46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des deux fours rotatifs de LafargeHolcim Meknès 14

Tableau 2 : Vérification des fonctionnalités requises pour les progiciels MAximo et SAP 32

LISTE DES ABREVIATIONS

- **CADEM** : Ciments Artificiels de Meknès
- **BK** : Broyeur de Clinker
- **ISO :** International Organization for Standardization
- **CPJ** : Ciment Portland composé
- **CPA** : Ciment Portland pur
- **GMAO :** Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
- **IBM :**International Business Machines corporation
- **ERP :** Enterprise Resource Planning
- **SAP :** Systems, Applications and Products
- **MP :** Maintenance Préventive
- **BT :** Bon de travail
- **DT :** Demande de travail
- **DI :** Demande d'intervention
- **PGI :** Progiciel de Gestion Intégré
- **SIG :** Système Intégré de Gestion de l'entreprise
- **MM :** Material Management
- **PP :** Production Planning
- **SD :** Sales and Distribution
- **QM :** Quality Management
- **PM :** Plant maintenance
- **CS :** Customer Services
- **PLM :** Product Life-cycle Management
- **WM :** Warehouse Management
- **HUM :** Handling Unit Management
- **FI :** Financial
- **CO :** Controlling
- **PS :** Project Systems
- **TR :** Treasury
- **IM :** Investments Management
- **CATS :** Cross Application Time Sheet
- **EDI :** Electronic Data Interchange
- **TM :** Travel Management
- **HR :** Human resources
- **WO :** WorkOrders
- **ABAP :** Advanced Business Application Programming

INTRODUCTION GENERALE :

Dans le cadre de mon stage au sein de lafargeHolcim Meknès, j'ai choisi de travailler sur le thème de migration vers le système SAP qui vient remplacer le système Maximo suite à la fusion des groupes Lafarge et Holcim. En effet, avant fusion, le groupe Lafarge travaillait avec le logiciel Maximo pour la gestion de la maintenance et des magasins. Après fusion avec le groupe Holcim, il s'est avéré indispensable de migrer vers un système informatique centralisé réduisant les écarts entre les deux groupes et apportant de meilleures performances.

Le choix d'un système informatique adapté est venu en réponse aux contraintes rencontrées suite à la fusion des deux groupes. Après fusion, l'un des problèmes majeurs rencontrés lors du travail avec deux systèmes différents est un problème d'harmonisation et de coordination entre les deux groupes Lafarge et Holcim. Du point de vue performances, le logiciel Maximo s'est avéré être moins performant que le système SAP par ses fonctionnalités limitées et sa focalisation sur la gestion des seules entités maintenance et magasin. Du point de vue organisation, le système Maximo ne gère pas toutes les étapes de maintenance préventive, à savoir : la visite des équipements, la préparation du matériel et l'exécution des opérations. En effet, la phase préparation du matériel est gérée sur un autre logiciel appelé JDE ce qui réduit l'efficacité des interventions (problèmes de disponibilité des équipements dans le magasin, de ralentissement du processus pour attente de fourniture de matériels, etc.).

En réponse à la problématique précitée, l'application de la migration vers un système unique, centralisé et plus performant s'est avérée impérative.

Le présent projet apporte une contribution pour la mise en évidence des causes et des résultats de la migration vers le système SAP. Il comprend cinq parties organisées comme suit :

La première partie du rapport, état de l'art, commence par une présentation de LafargeHolcim et du procédé de fabrication du ciment. Elle enchaine avec une présentation de la problématique traitée et l'identification de la solution proposée.

La deuxième partie présente l'approche technique du projet avec définition des fonctions de la maintenance, notamment celles utilisées à LafargeHolcim, une présentation des systèmes Maximo et SAP et enfin une étude comparative entre les deux systèmes.

Pour la matérialisation de l'étude comparative de la partie 2, la troisième partie présente une étude de cas où je compare deux journées de travail chacune avec un système informatique différent (Maximo et SAP).

Dans la quatrième partie, je récapitule les résultats de l'étude comparative des deux systèmes basée sur les informations recueillies auprès du personnel du groupe et sur l'étude de cas établie. Cette partie ressort une analyse des résultats obtenus et justifie la migration vers le système SAP.

La dernière partie est la partie conclusions et recommandations. Celle-ci synthétise l'ensemble des résultats obtenus et en détaille les recommandations proposées.

PARTIE 1 : ETAT DE L'ART :

La présente partie est une introduction à mon travail. Elle récapitule les informations relatives à l'organisme d'accueil, à son activité principale et présente la problématique objet de ce rapport. La présentation de l'organisme d'accueil porte sur le groupe LafargeHolcim à l'échelle internationale puis à l'échelle locale (Meknès). La description de l'activité principale du lieu de stage donne les différentes étapes de fabrications du ciment. La présentation de la problématique met le point sur les principales causes de migration vers le progiciel SAP.

I. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL :

1. PRESENTATION DU GROUPE LAFARGEHOLCIM :

Le groupe LafargeHolcim est issu de la fusion entre les groupes Holcim et Lafarge, deux spécialistes de la production de ciment, granulats (pierre concassée, sable et gravier), béton prêt à l'emploi et asphalte, et des services associés. Leurs produits et solutions sont utilisés pour construire et rénover des maisons, des immeubles et des infrastructures.

Le siège de l'entreprise se trouve à Jona, en Suisse, et les fonctions centrales sont partagées entre Paris et Zurich. Le Centre de Recherche du Groupe est basé à Saint Quentin Fallavier (38), près de Lyon, France.

Avec un chiffre d'affaires net combiné de 33 milliards de francs suisses (27 milliards d'euros) en 2014, le groupe LafargeHolcim, qui emploie 115 000 personnes, est présent dans 90 pays.

2. PRESENTATION DE LAFARGEHOLCIM MEKNES :

Dénommée, initialement, CADEM (Ciments Artificiels de Meknès), l'usine a démarré en 1952 avec une seule ligne de production à voie humide d'une capacité de 400 T/j. Depuis, plusieurs améliorations techniques ont été réalisé pour augmenter le niveau de production (adjonction d'un deuxième four en 1969 avec un nominal de 900 tonnes/jour, installation de broyeurs à cru et à ciment, amélioration de la station de concassage, etc.). En 1979, la production du ciment de CADEM a atteint 650.000 tonnes.

- 1952 : Démarrage de l'usine avec le four 1 en voie humide (400 t/j).
- 1971 : Augmentation de la capacité de l'usine avec le démarrage du four 2 en voie humide (650 t/jour), et le nouveau broyeur ciment ‘‘BK3’’.
- 1978 : Nouvel atelier de broyage ciment ‘‘BK4’’.
- 1985 : Reconversion en voie sèche du four 2 à 4 étages et mini-précalcinateur (1 500 t/j).
- 1990 : Augmentation de la capacité du four 2 à (1800 t/j) avec la modification du précalcinateur pour le passage au charbon et du refroidisseur.
- 1993 : Démarrage du four 3 à 4 étages sans précalcinateur (1 200 t/j).
- 1996 : La CADEM devient Lafarge Ciments Usine de Meknès.

- 1997 : Le four 2 devient four 1, et le four 3 devient four 2.
- 1998 : Passage du ‘‘BK4’’ en circuit fermé.
- 1999 : Modification du précalcinateur du four 1 et passage à 100 % coke.
- 2001 : Démarrage du nouvel atelier de broyage ciment ‘‘BK5’’ (Polysius 100 t/h).
- 2002 : Certification ISO 14001.
- 2003 : Construction du silo n°7 et ensacheuse Haver 3.
- 2004 : Début d’utilisation des pneus au four 2 comme combustible de substitution.
- 2005 : Certification ISO 9001.
- 2006 : Implantation du filtre hybride au four 2.
- 2008 : Remplacement du refroidisseur du four 1 et augmentation du débit à (1900 t/j).
- 2016 : Fusion des deux groupes Lafarge et Holcim.

LafargeHolcim Meknès est spécialisé dans la fabrication du ciment. Les différentes qualités du ciment produites sont : CPJ35 ; CPJ45 et CPA55.

Le périmètre d'action de l'usine de Meknès comprend les provinces de : Meknès, Ifrane, Khénifra, Er-Rachidia, Sidi Kacem, Khemisset et la province de Kenitra (excepté la ville de Kenitra).

L’organigramme de l’usine se présente comme suit :

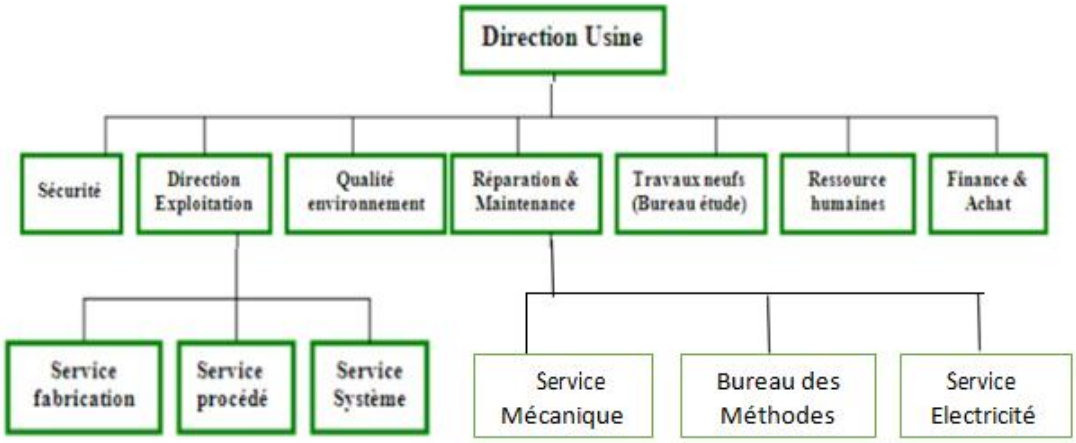


Figure 1 : Organigramme LafargeHolcim MEKNES

L’organigramme du service électrique, lieu de mon stage, se présente comme suit :

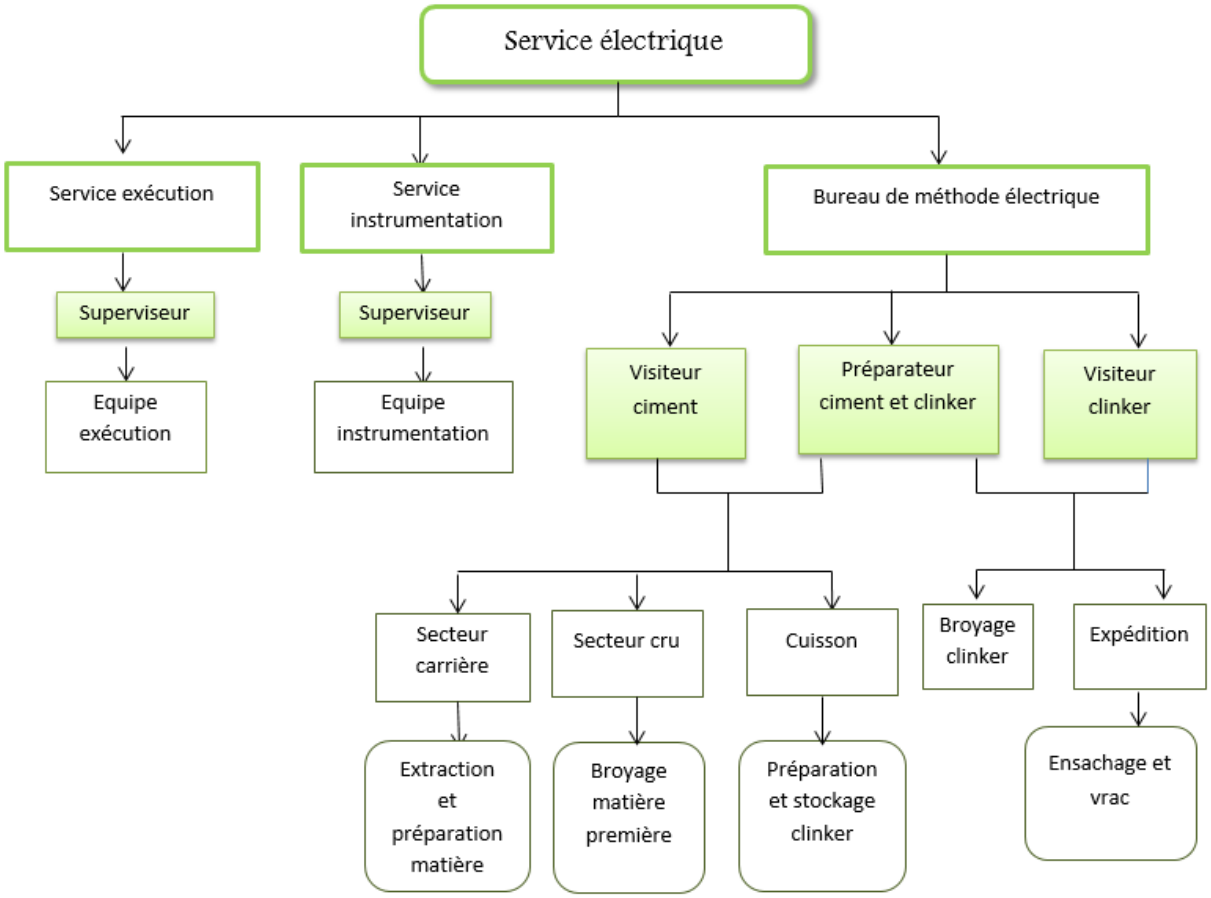


Figure 2 : Organigramme du service électrique de l'usine de Meknès

II. PRESENTATION DU PROCEDE DE FABRICATION DU CIMENT :

1. DEFINITION DU CIMENT :

Le ciment est une poudre minérale qui a la propriété de former, en présence de l'eau, une pâte capable de faire prise et de durcir progressivement, même à l'abri de l'air et notamment sous l'eau. C'est un liant hydraulique.

Il est réalisé à partir du clinker, du calcaire et du gypse dosés et broyés finement. Le produit cru (farine) est obtenu par un broyage fin des matières premières composées essentiellement de calcaires et d'argiles.

La cuisson se caractérise principalement par deux grandes étapes que sont la décarbonatation des calcaires et la clinkerisation du produit.

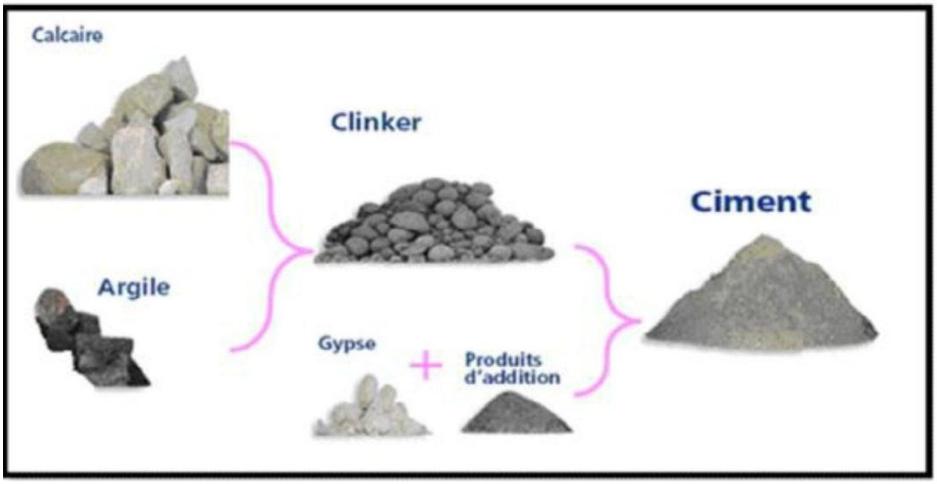


Figure 3 : Constitution du ciment

2. ETAPES DE FABRICATION DU CIMENT :

Avant d'obtenir du ciment, la matière première passe par diverses étapes de transformation physico-chimiques de l'extraction jusqu'à l'expédition.

- Carrière:

LafargeHolcim ciments Meknès exploite une carrière qui fournit deux matières premières : le calcaire et le schiste. L'extraction de ces roches se fait par abattage à l'explosif. Il consiste à fragmenter le massif exploité à l'aide d'explosifs :

Figure 4 : Extraction et transport de la matière première

- Concassage:

C'est une opération qui consiste à réduire la granulométrie de la matière première en fragments de faibles dimensions (25 à 40 mm). Elle assure également un certain mélange des matières premières arrivant de la carrière. En effet, le calcaire et le schiste transportés par les camions sont déchargés dans une trémie qui est reliée à un alimentateur à vitesse variable qui permet de réguler le débit d'alimentation.

- Pré-homogénéisation :

La pré homogénéisation des matières premières est une opération qui consiste à assurer une composition chimique régulière du mélange des matières premières.

Chimiquement, les matières de la carrière sont souvent variables et il s'avère nécessaire de les mélanger pour éviter les variations brusques qui ont un impact néfaste sur la cuisson, la pré-homogénéisation consiste à construire un tas par superposition de multiples couches, ce mélange sera repris perpendiculairement au sens du dépôt de façon à regrouper toutes les couches.

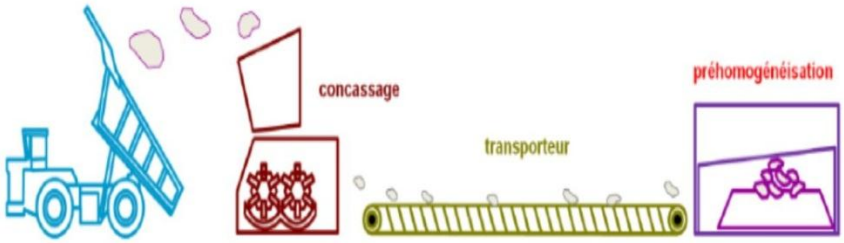


Figure 5 : Concassage et pré-homogénéisation

- Préparation du cru :

La préparation du cru consiste à réaliser un dosage approprié des 4 constituants de bases : chaux, silice, Alumine et Fer.

Mais pour avoir un cru dosé, il faut ajouter des produits auxiliaires :

- **Pélite** : Apport de silice et Alumine.
- **Phtanite** : Apport de silice.
- **Minerai de Fer** : Apport en Oxyde de fer

- Broyage :

Les matières premières doivent être finement broyées pour faciliter les réactions chimiques au cours de la cuisson dans le four.

La matière passe donc par les doseurs qui alimentent le broyeur sécheur. La fonction de séchage est nécessaire pour diminuer le taux d'humidité de la matière. En plus du séchage et de la fragmentation, le broyeur assure le mélange des différents minerais apportés par les matières premières et les ajouts de correction en faibles proportions. A la fin du broyage, la matière est dirigée vers un séparateur qui sélectionne les particules selon leur grosseur.

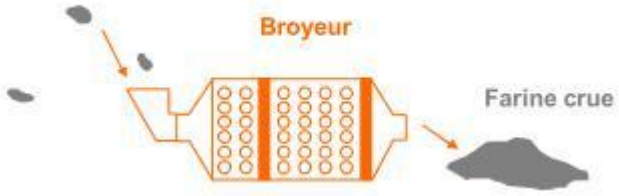


Figure 6 : Broyeur cru

- L'homogénéisation :

Après broyage, le cru est expédié, à l'aide de deux élévateurs, vers deux silos d'homogénéisation de capacité (7500 et 5000 T) qui assurent à la fois le stockage et l'homogénéisation de la farine.

Cette homogénéisation permet d'alimenter les fours avec un cru de composition chimique constante dans le temps.

Figure 7 : Silos d'homogénéisation

- Ligne de cuisson :

On entend par cuisson le processus de transformation de la matière crue en clinker par un apport thermique suffisant pour obtenir des réactions chimiques complètes conduisant à l'élimination presque totale de chaux non combinée.

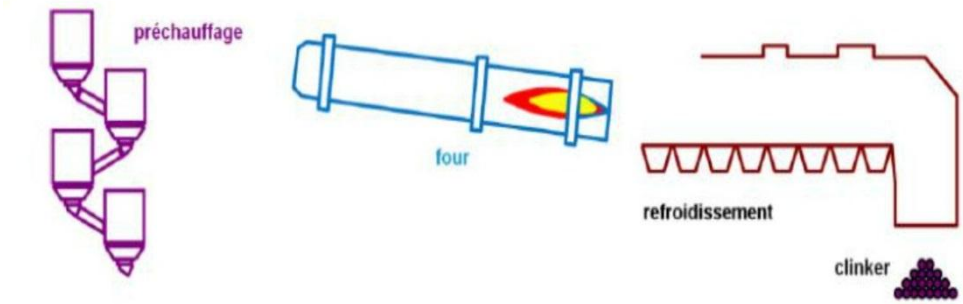


Figure 8 : Ligne de cuisson

- Préchauffage :

Le préchauffage permet essentiellement de préparer la farine du point de vue chimique et thermique. Cette préparation consiste à sécher, déshydrater et décarbonater partiellement la matière crue en réutilisant une partie de l'énergie calorifique évacuée par les gaz d'exhaure du four. Les préchauffeurs permettent d'améliorer donc le rendement thermique global de l'installation de la cuisson.

Figure 9 : Tour à cyclones

- Clinkérisation :

Cette opération a lieu dans le four caractérisé par une consommation calorifique importante, portée à haute température, entre 900 ºC et 1450 ºC.

L'usine dispose de deux fours rotatifs légèrement inclinés afin de faciliter le glissage de la matière, les caractéristiques de ces deux fours sont les suivantes :

	Longueur (m)	Diamètre (m)	Capacité (t/j)
FOUR 1	**96**	**3,75**	**1800**
FOUR 2	**64**	**4**	**1200**

Tableau 1 : Caractéristiques des deux fours rotatifs de LafargeHolcim Meknès

Au fur et à mesure de l'avancement de la matière dans le four, elle passe par plusieurs stades de transformation :

Elle subit d'abord un séchage, puis un réchauffage entre 400 et 500°C ; elle entre vers 900 à 1100°C dans une zone de décarbonatation et de calcination pour aboutir vers 1450°C à la clinkérisation.

La matière sortant du four est le clinker, elle se présente sous forme de grains gris foncés, arrondis, à surface irrégulière et dont le diamètre peut aller jusqu'à 3 cm.

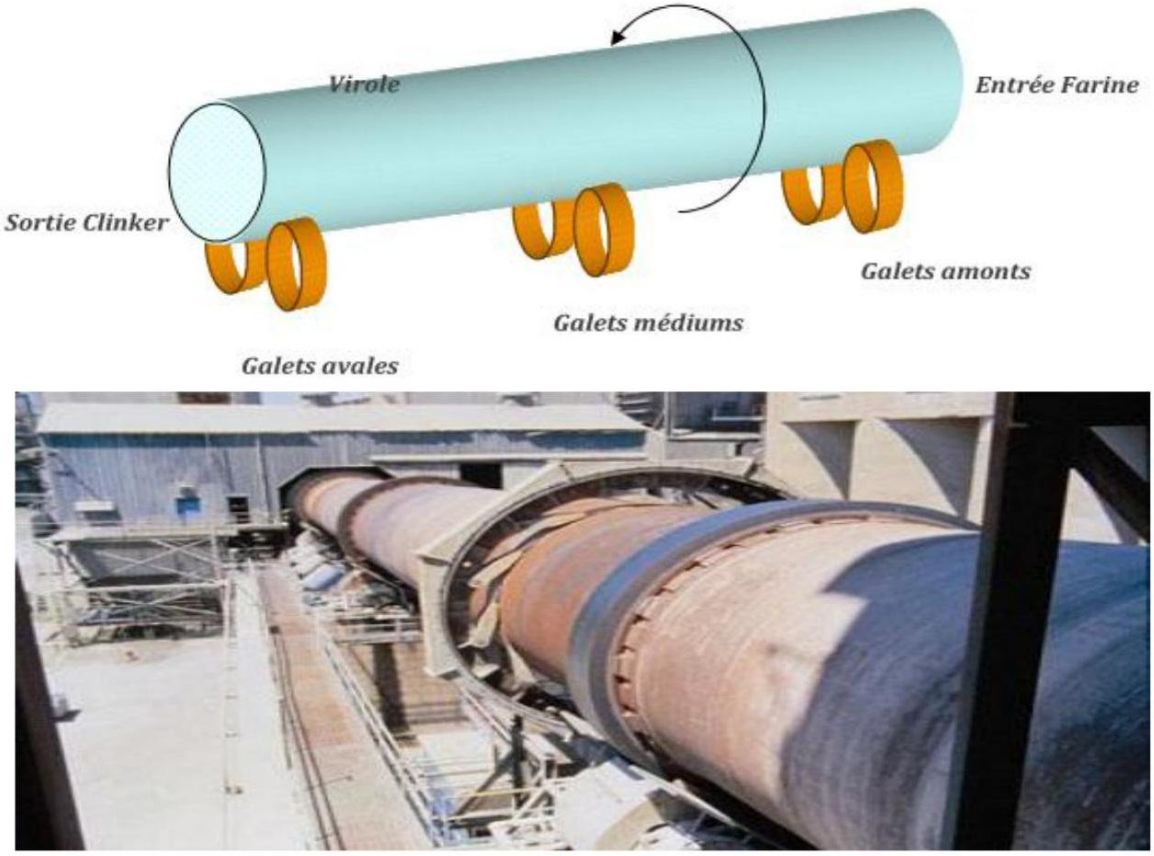


Figure 10 : Four rotatif

- Refroidissement :

Le refroidissement est assuré par onze ventilateurs. L'air produit par ces ventilateurs est insufflé sous les grilles par des chambres de soufflage.

Le refroidisseur a un triple rôle :

→ Refroidir le clinker qui sort du four
→ Récupérer le maximum de chaleur contenu dans le clinker

Assurer la trempe de clinker par un refroidissement énergétique et rapide.

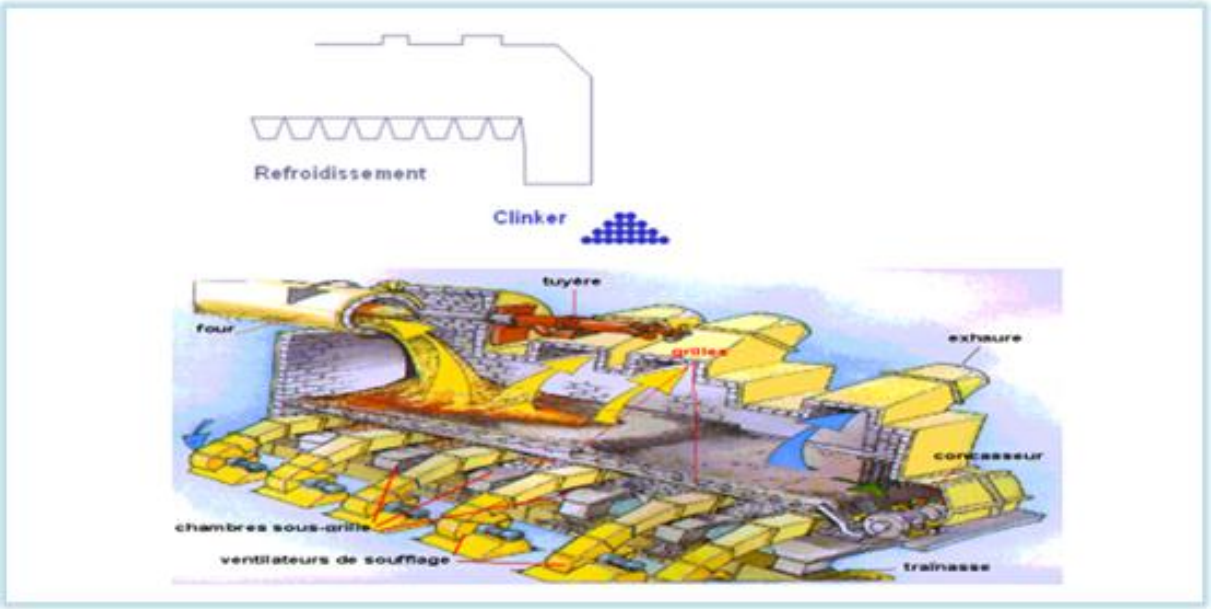


Figure 11 : Refroidisseur

- Broyage ciment :

Après refroidissement, les granules de clinker sont ensuite broyées avec addition de gypse. Cette addition a pour but de régulariser la prise du ciment, notamment de ceux qui contiennent des proportions importantes d'aluminate tricalcique et aussi de conférer au ciment des propriétés spécifiques correspondant aux différentes qualités du ciment (CPJ35 ; CPJ45 ; CPA55).

Figure 12 : Broyage ciment.

- Ensachage et expédition :

Acheminés vers les silos de stockage par transport pneumatique ou mécanique, les ciments quittent l'usine en sacs ou en vrac. Les sacs contiennent généralement 50 kg de ciment et l'ensachage atteint fréquemment 100 tonnes par heure. Le ciment livré en vrac constitue 70% de la production. Il est transporté par camion-citerne.

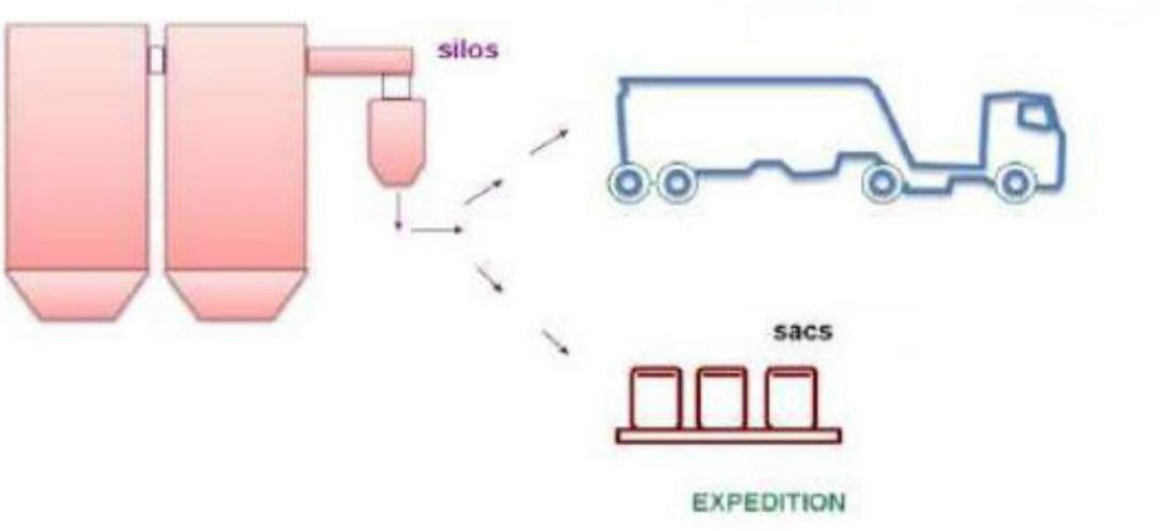


Figure 13 : Ensachage et Expédition.

Le schéma ci-dessous (Figure 14) résume les différentes transformations subies par la matière première jusqu'à l'obtention du ciment et son expédition :

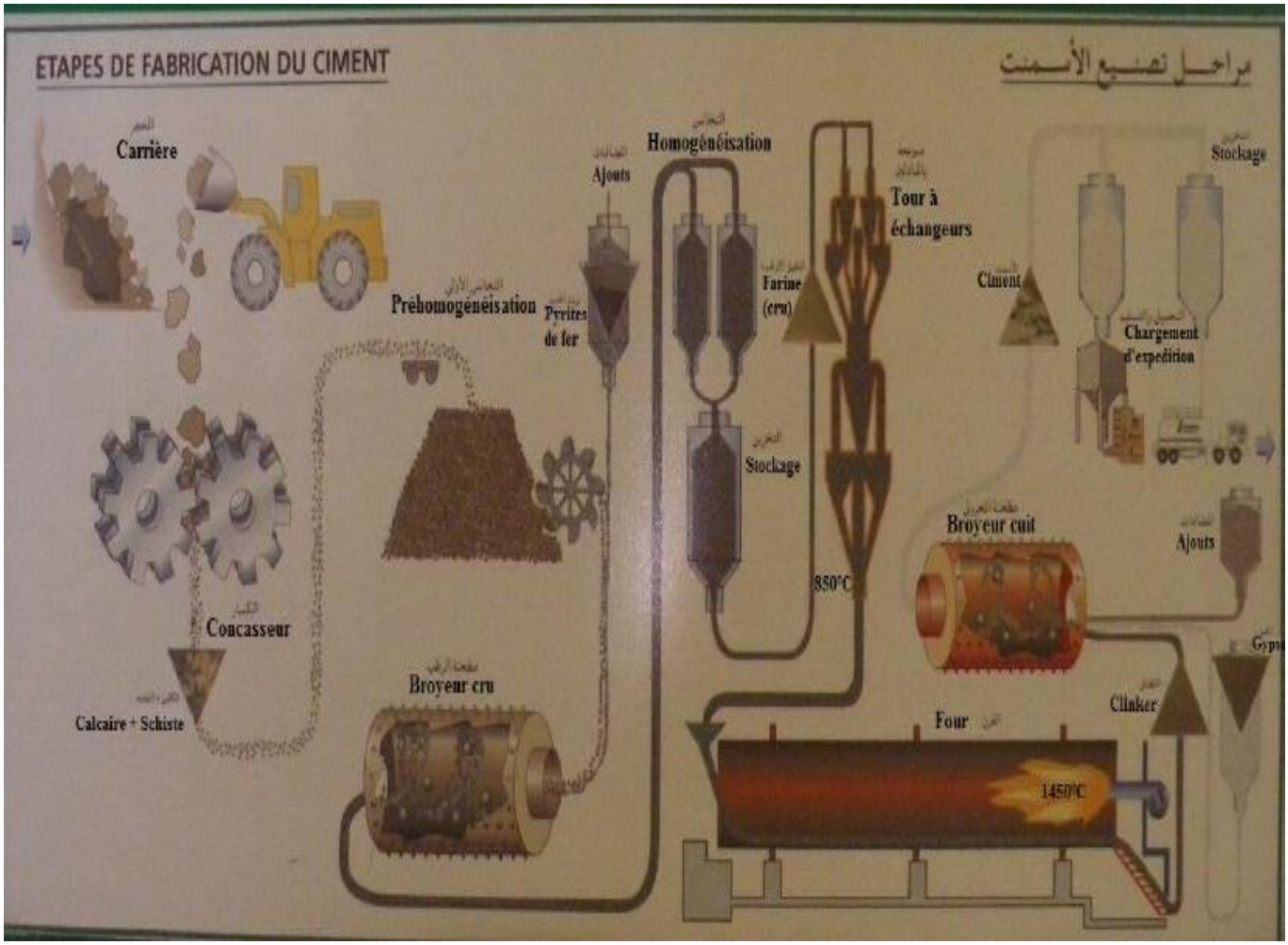


Figure 14 : Etapes de fabrication du ciment

III. PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE :

Dans le souci d'amélioration des performances, chaque entreprise a besoin d'un système informatique permettant la gestion facile et rapide des tâches de l'entreprise. Ces systèmes sont appelés « progiciels de gestion ». A LAfargeHolcim Meknès, l'usine travaillait avec le progiciel Maximo avant la fusion entre les deux groupes Lafarge et Holcim. Après fusion, le choix d'un système informatique adapté au deux groupes s'est avéré necessaire. A l'issue de cette fusion, l'un des problèmes majeurs rencontrés lors du travail avec deux systèmes différents est un problème d'harmonisation et de coordination entre les deux groupes Lafarge et Holcim. Pour la direction Réparation et maintenance, les performances nécessitent une amélioration. Le logiciel Maximo s'est avéré être moins performant que le système SAP par ses fonctionnalités limitées et sa focalisation sur la gestion des seules entités maintenance et magasin. Du point de vue organisation, le système Maximo ne gère pas toutes les étapes de maintenance préventive, à savoir : la visite des équipements, la préparation du matériel et l'exécution des opérations. En effet, la phase préparation du matériel est gérée sur un autre logiciel appelé JDE ce qui réduit l'efficacité des interventions (problèmes de disponibilité des

équipements dans le magasin, de ralentissement du processus pour attente de fourniture de matériels, etc.).

La migration du système Maximo vers le système SAP est venue en réponse aux problèmes apparus lors de la fusion des groupes Lafarge et Holcim au Maroc. Les principaux problèmes rencontrés sont :

- Manque d'harmonisation entre les deux groupes fusionnés ;
- Performances moindre du système Maximo utilisé par Lafarge par rapport au système SAP utilisé par Holcim ;
- Manque d'organisation de la tâche maintenance dans le système Maximo.

En effet, suite à la fusion des deux groupes , il est devenu difficile de travailler avec deux systèmes différents. Le travail ne pouvait être centralisé et harmonisé entre les deux groupes sans unification du système utilisé. Les procédures ne pouvaient être normalisées entre les différentes usines du royaume et le travail de chaque usine ne pouvait être suivi, vérifié et planifié au niveau central.

Pour ce qui est du deuxième point lié aux performances de Maximo, le système présente des performances limitées par rapport au système SAP. Les principales limites du système sont :

- Système limité à la gestion de la maintenance et du magasin ;
- Système ne renseignant pas les coûts des ressources mobilisées lors des opérations de maintenance ;
- Système ne renseignant pas le nombre d'heures de travail allouées pour chaque opération de maintenance ;
- Système ne permettant pas l'adaptation de ses fonctionnalités aux propres besoins de l'entreprise.

Le dernier des principaux problèmes décelés dans le fonctionnement du logiciel Maximo est lié à l'une des principales phases de maintenance préventive qui est la phase de préparation de matériel. Le manque d'organisation entre les trois phases de maintenance préventive à savoir la visite des équipements, la préparation du matériel et la réalisation de l'intervention réduit de l'efficacité de la phase préparation. En effet, après visite des équipements, le visiteur émet les anomalies décelées au préparateur qui gère sa tache sur autre logiciel JDE appliqué à la gestion de stock. Les trois phases de maintenance ne sont donc pas normalisées sur un même logiciel ce qui empêche le coordination facile et rapide entre les trois phases. A cela s'ajoute le problème des bons de magasins délivrés manuellement par le préparateur ce qui présente un risque de perte de documents et une mauvaise gestion de l'historique de sortiedes équipements du magasin.

Le présent projet se penche ainsi sur la mise en évidence des problèmes posés par l'utilisation du système Maximo et étudie les principaux apports de la migration vers le système SAP, un système unique centralisé et proposant plus de fonctionnalités.

Après mise en situation de mon travail, les parties qui suivent tentent de résoudre la problématique soulevée grâce à une comparaison entre les progiciel Maximo et SAP.

PARTIE 2 : APPROCHE TECHNIQUE :

La partie suivante présente l'approche technique choisie pour la résolution de la problématique soulevée. Elle présente la fonction de maintenance gérée par les deux progiciels Maximo et SAP. Ensuite elle présente chacun des progiciels avec leurs méthodologies de gestion de la maintenance préventive. En dernier lieu, une étude comparative entre les deux progiciel est réalisée : elle ressort les principaux critères de comparaison et en vérifie la satisfaction sur chacun des deux progiciels.

I. PRESENTATION DE LA FONCTION DE MAINTENANCE :

1. GENERALITES SUR LA MAINTENANCE :

1.1. Définition :

D'après l'Afnor (FD X 60-000), « la maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

Dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité.

Maintenir, c'est intervenir dans de meilleures conditions ou appliquer les différentes méthodes afin d'optimiser le coût global de possession : maintenir, c'est maîtriser. (1)

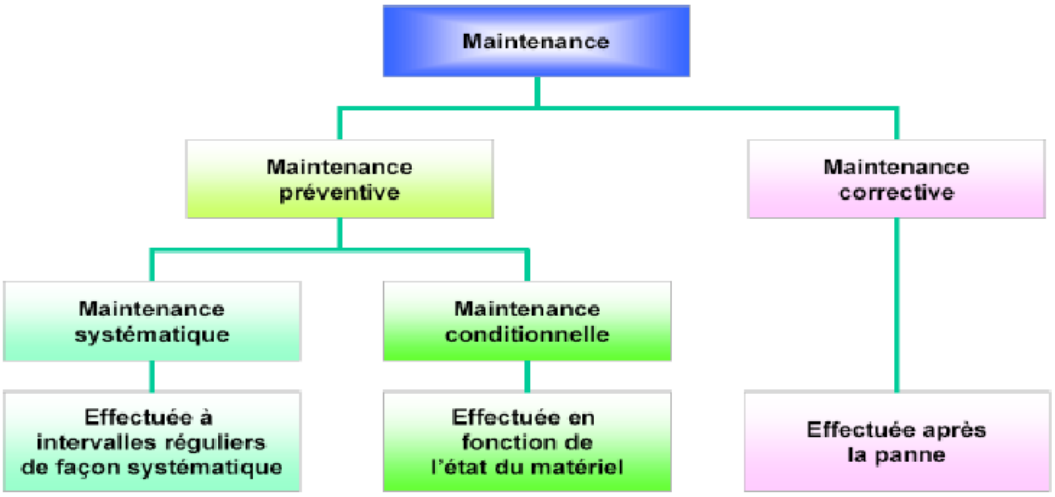
1.2. Objectifs de la maintenance :

La maintenance doit réaliser ses objectifs à travers son organisation, sa gestion, et ses interventions. Les objectifs visés sont essentiellement :

- La disponibilité du bien ;
- L'économie ;
- La qualité des produits ;
- La capacité ;
- La durabilité ;
- La sécurité des hommes et des biens;
- La productivité ;
- La protection de l'environnement.

1.3. Types de la maintenance :

Le présent organigramme présente les différents types de maintenance :



➢ Maintenance corrective :

Maintenance effectuée après défaillance. Suivant la nature des interventions, on distingue deux types de remise en état de fonctionnement :

- La réparation : remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.
- Le dépannage : remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivi d'une réparation.

➢ Maintenance préventive :

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu.

Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

- Maintenance Préventive systématique :

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation et de façon périodique. Cette méthode nécessite de connaître :

o Le comportement du matériel
o Les modes de dégradation
o Le temps moyen de bon fonctionnement entre 2 anomalies

- Maintenance préventive conditionnelle :

Les remplacements ou les remises en état des pièces, les remplacements ou les appoints en fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les remises en état nécessaires.

Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- o Le niveau et la qualité de l'huile
- o Les températures et les pressions
- o La tension et l'intensité des matériels électriques
- o Les vibrations et les jeux mécaniques (2)

1.4. Buts de la maintenance préventive :

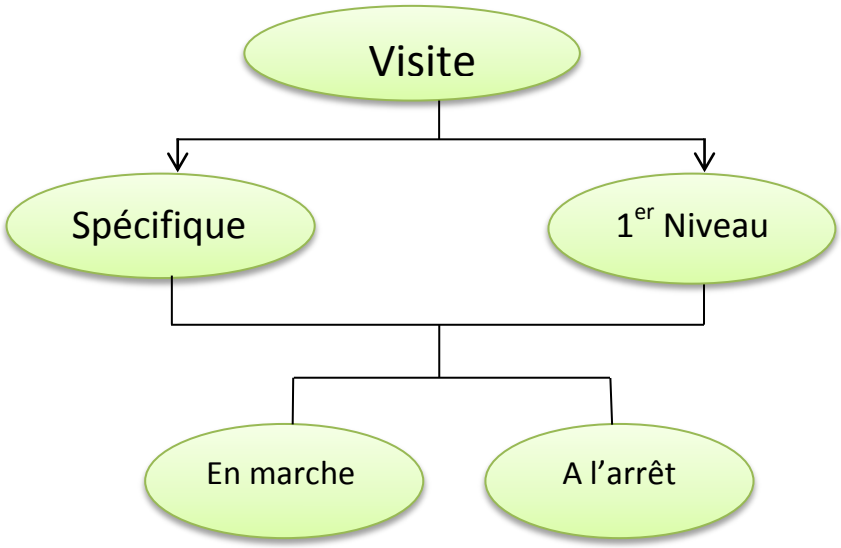
- Augmenter la durée de vie des matériels
- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, de pièces détachées, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production
- Diminuer le budget de maintenance
- Supprimer les causes d'accidents graves (3)

2. MAINTENANCE PREVENTIVE APPLIQUEE A LAFARGEHOLCIM MEKNES :

Au sein de LafargeHolcim Meknès, la maintenance préventive se fait en 3 phases :

- **PHASE VISITE :**

Le visiteur est destiné à faire la visite de plusieurs équipements électriques. Cette phase se fait via des bons de travaux (pour le système Maximo) ou via des WorkOrders (pour le système SAP) venant généralement du bureau de méthodes. Il existe 2 types de visite :



- La visite spécifique se fait obligatoirement par des appareils de mesure et peut être :

- Annuelle
- Semestrielle
- Trimestrielle.
- Quatrimestrielle

- Les outils nécessaires pour une visite spécifique :

Figure 15 : Illustration d'un Vibre Pen

Des vibrations anormales sont souvent le signe avant-coureur d'une panne potentielle de la machine. Ces vibrations peuvent être le reflet d'états de la machine tels que, entre autres, le déséquilibre, le défaut d'alignement, le desserrement des pièces, la détérioration des roulements et l'endommagement des engrenages. Le **Vibre Pen** peut aider à détecter de nombreux problèmes sérieux à un stade précoce. (4)

Figure 16 : Illustration d'une caméra thermique infrarouge

L'imagerie thermique permet de détecter les points chauds annonciateurs de pannes électriques ou mécaniques. Les armoires électriques et les centres de commande du moteur sont régulièrement inspectés à l'aide d'une caméra thermique. (5)

Figure 17 : Illustration d'un mégohmmètre

Cet appareil est utilisé pour mesurer l'isolement d'un équipement électrique tel que, par exemple une machine électrique, des câbles d'énergie, des isolateurs, des parafoudres ainsi que tout équipement ou installation susceptible de présenter un danger pour la sécurité en cas de défaut. (6)

- La visite 1er niveau peut être :
  - Annuelle
  - Semestrielle
  - Quatrimestrielle
  - Trimestrielle
  - Mensuelle
  - Bimensuelle
  - hebdomadaire

Elle ne nécessite pas un matériel particulier. Elle est déclenchée par des causes visibles telles la propreté de l'équipement, son état, les odeurs ou les sons qu'il peut éventuellement émettre.

➢ PHASE PREPARATION :

Le rôle du préparateur est de préparer le matériel nécessaire à l'exécution du travail demandé. Il fait des réservations via le magasin des matériels.

➢ PHASE EXECUTION :

Cette phase se fait par un exécuteur, dont le rôle est d'exécuter le travail demandé et donc passer au mode pratique. La phase d'exécution est considérée comme l'une des dernières phases de la maintenance préventive.

II. PRESENTATION DU PROGICIEL MAXIMO :

1. PRESENTATION

MAXIMO est un progiciel de GMAO produit par IBM. Il a été installé à LAFARGE-ciment Usine de Meknès en juin 1999, dans le but d'informatiser la maintenance préventive.

Ce progiciel est bien généraliste et permet le management de toutes les machines existantes dans l'usine. Par contre, il ne permet pas le management spécifique de chaque type de machines, car la hiérarchisation des installations qui est sur ce support est faite par secteur, et non pas par type de machines.

La version utilisée précédemment à Lafarge Maroc est la version 4.1.1. Les fonctionnalités utilisées au sein du groupe sont :

- La gestion de la maintenance par bons de travaux: corrective, préventive (systématique, conditionnelle)
- La gestion des équipements: inventaire des équipements, localisation, gestion d'information
- La gestion des stocks : magasins, quantités minimum, maximum, de réapprovisionnement

Le présent projet se focalise sur la seule fonctionnalité de maintenance préventive.

2. GESTION DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE SUR MAXIMO :

Comme cité ci haut, la fonction maintenance au sein de LafargeHolcim démarre par l'émission de bons de travail sur Maximo. Un bon de travail est un objet qui détaille la manière dont une activité de maintenance donnée doit être exécutée.

Ces bons de travail sont émis par le bureau de méthodes (cas de la maintenance systématique) ou toute personne autorisée par l'entreprise (cas de la maintenance conditionnelle) à l'attention du visiteur, acteur de la première phase de maintenance préventive « la phase visite ». En cas d'anomalie, le visiteur reformule le bon de travail avec un numéro de statut, le numéro 10, signalant qu'un problème est détecté.

Quand le statut 10 est activé sur Maximo, le préparateur commence sa préparation de matériel sur un autre logiciel destiné à la réservation de matériel dans le magasin, ce logiciel est appelé JDE. Après achèvement de la phase préparation, le préparateur retourne sur Maximo et active pour le même bon de travail un autre statut : le statut numéro 64 désignant que le bon de travail est prêt à être exécuté.

Ce statut signale à l'exécuteur la présence d'une intervention de maintenance à exécuter. L'exécuteur récupère ensuite un bon de sortie de magasin de chez le préparateur. Ce bon est écrit manuellement par le préparateur et permet à l'exécuteur de retirer du magasin le matériel nécessaire à son intervention.

II.2.1. Circuits de maintenance préventive sur Maximo :

Il existe deux circuits de maintenance préventive sur Maximo selon si celle-ci est systématique ou conditionnelle :

Circuit de maintenance préventive systématique :

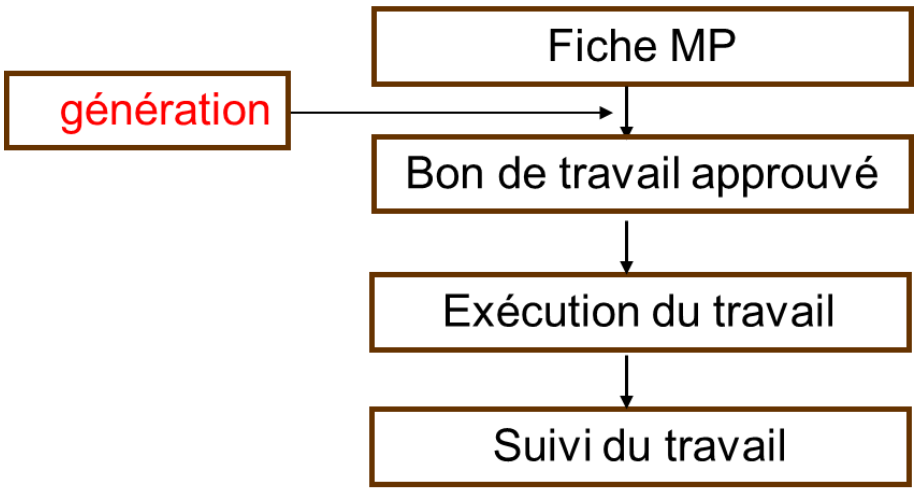


Figure 18 : circuit de maintenance préventive systématique

Pour générer un bon de travail systématique BTS, on a nécessairement besoin d'une fiche maintenance préventive MP. Cette fiche regroupe toutes les données utiles des équipements des différents postes existants dans l'usine, par exemple : l'emplacement, le secteur, les équipements, les tournées, etc. Les fiches MP sont préparées par le bureau de méthode et sont générées en fonction des fréquences déjà programmées.

Suite à la génération de chaque fiche MP, un bon de travail est émis pour connaitre le travail à faire, informer les supérieures des actions de maintenance via les canaux d'approbation et respecter les délais.

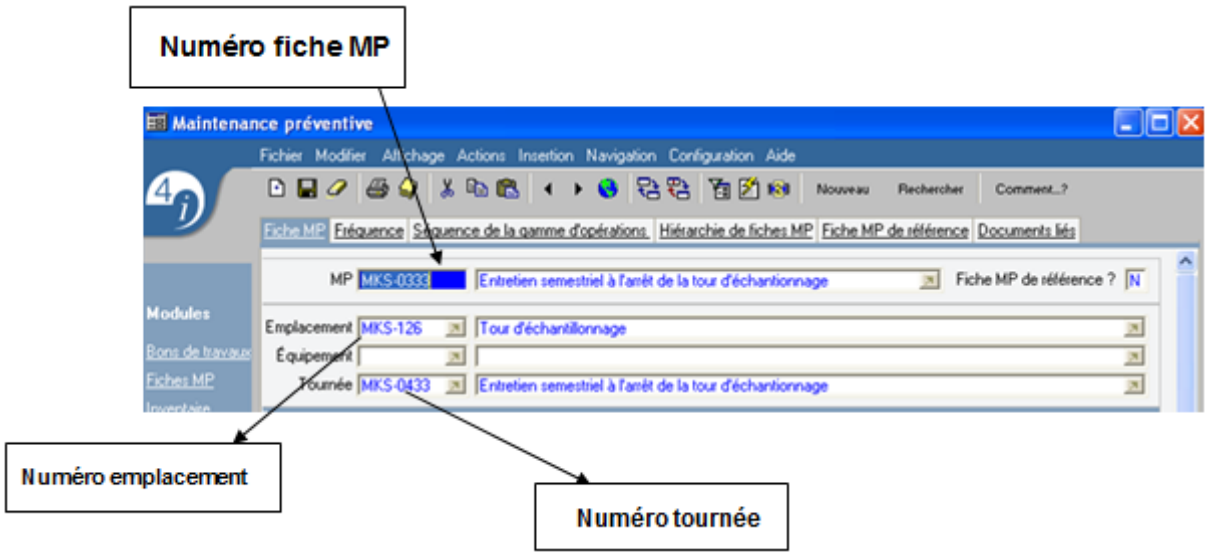


Figure 19 : exemple de fiche MP

Circuit de maintenance préventive conditionnelle :

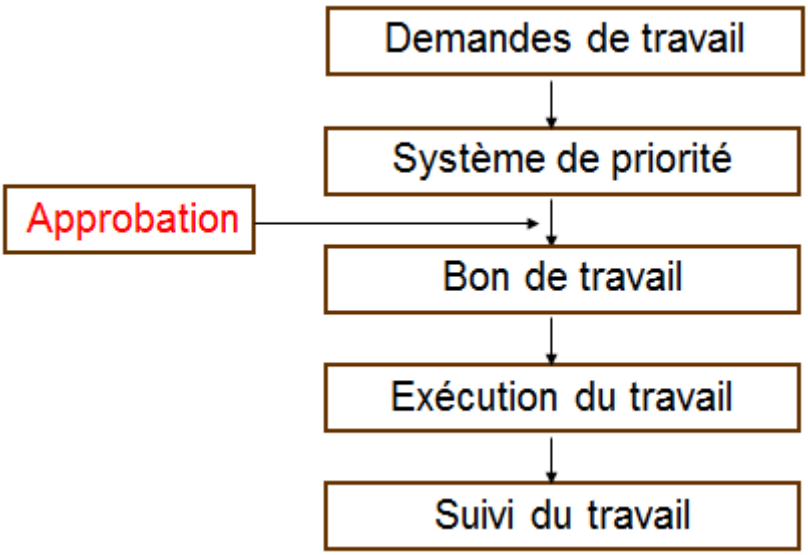


Figure 20 : circuit de maintenance préventive conditionnelle

Contrairement au circuit précèdent où les fiches MP déclenchent systématiquement l'opération de maintenance, ce circuit est déclenché par des demandes de travail DT ou demandes d'interventions DI. Ces demandes permettent à toute personne autorisée de l'entreprise de signaler une anomalie devant être prise en considération par la maintenance.

III. PRESENTATION DU SYSTEME SAP :

1. PRESENTATION :

Avant toute définition de SAP, il est à noter qu'il s'agit d'un progiciel de gestion d'entreprise qui appartient à la famille des ERP.

Le sigle ERP signifie Enterprise Resource Planning. Les termes en français les plus couramment utilisés pour le traduire sont Progiciel de Gestion Intégré (PGI), ou encore Système Intégré de Gestion de l'entreprise(SIG).

SAP (Systems, Applications and Products) est un système dans lequel les différentes fonctions de l'entreprise (comptabilité, finances, production, approvisionnement, marketing, ressources humaines, qualité, maintenance, etc.) sont reliées entre elles par l'utilisation d'un système d'information centralisé.

Les modules sont les composants fonctionnels du système SAP ERP. On peut distinguer trois familles de modules fonctionnels : logistique, gestion comptable et ressources humaines :

Famille des modules logistique :

- Le module MM (material management) concerne la gestion des articles d'un point de vue achats et gestion des stocks
- Le module PP (production planning) concerne la gestion de la production.
- Le module SD (sales and distribution) concerne l'administration des ventes.
- Le module QM (quality management) : gestion de la qualité
- **Le module PM (plant maintenance) : gestion de la maintenance**
- Le module CS : (customer services) gestion des services clients
- Le module PLM : (product life-cycle management) gestion de cycle de vie des produits
- Le module LE-TRA : gestion des transports entrants et sortants
- Le module WM : (warehouse management) pour la gestion globale des entrepôts
- Le module HUM : (handling unit management) pour la gestion des unités de manutention

Famille des modules de gestion comptable :

- Le module FI (financial ou comptabilité financière) contient toutes les écritures des ventes et achats, lesquelles se déversent dans la comptabilité générale via la comptabilité client ou fournisseur.
- Le module CO (controlling) concerne le contrôle de gestion.
- Le module PS (project systems) concerne la gestion des projets.
- Le module TR (treasury) Trésorerie et gestion financière
- Le module IM (investments management) Gestion des investissements financiers
- Le module Maintenance préventive et curative
- Le module Traitement des ordres de maintenance
- Le module Gestion des confirmations d'achèvements
- Le module Gestion des historiques
- Le module CATS (cross application time sheet) : feuille de saisie des temps permettant de lier différents modules (PS, HR, CO…)
- Le module EDI (electronique data interchange)
- Le module TM (travel management) : gestion des déplacements professionnels (avances, notes de frais)

Module de ressources humaines :

- Module HR (Human resources) : regroupant les données de base du personnel et la gestion des compétences (7)

2. GESTION DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE SUR SAP :

Sur SAP, des WorkOrders (WO) sont émis par le bureau de méthodes ou par toute personne ayant détecté une anomalie pour les visiteurs avec description de la visite à effectuer.

A Chaque fois qu'une anomalie de fonctionnement d'un équipement est constatée lors de la visite, le visiteur crée des notifications. Celles-ci contiennent toutes les informations importantes sur le problème et déclenche le processus de maintenance pour entamer la phase de préparation du matériel par le préparateur. La notification doit indiquer QUOI, QUAND, OÙ, COMMENT concernant le problème et donner la date d'échéance.

Ensuite chaque notification est reformulée en Work order de la part du préparateur à l'attention de l'exécuteur qui démarre la correction de l'anomalie.

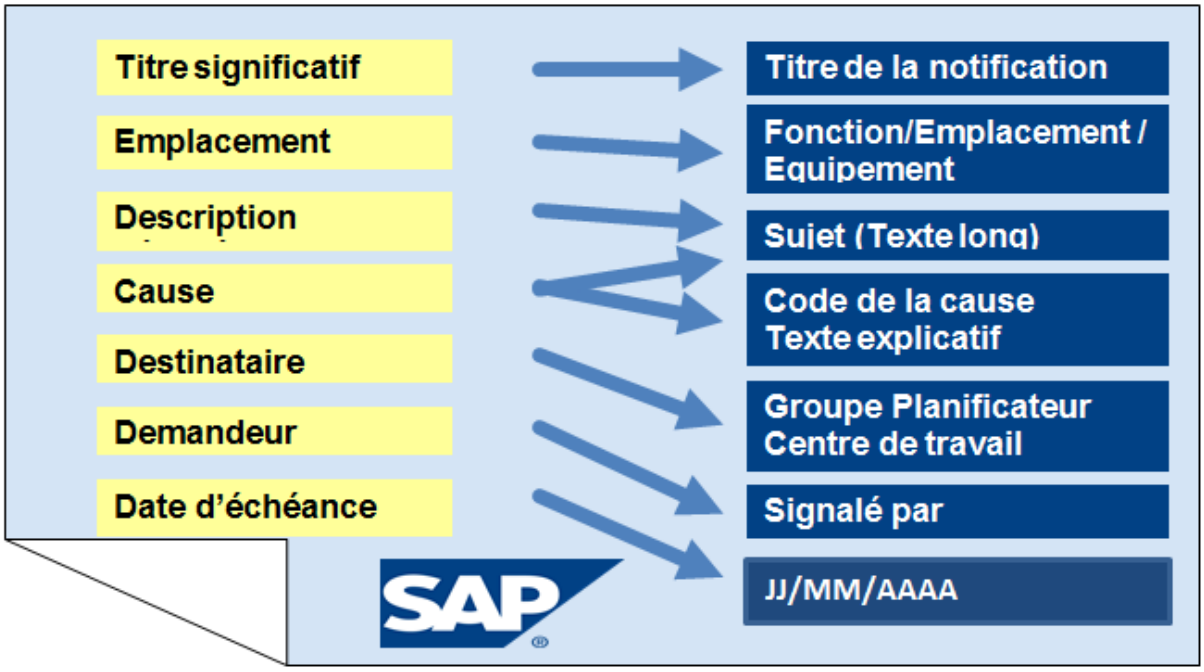


Figure 21 : Récapitulatif des informations données par une notification sur SAP

Les mêmes circuits de maintenance préventive systématique et conditionnelle du système Maximo sont donc appliqués dans le système SAP, avec quelques différences organisationnelles, notamment :

- Toutes les opérations sur SAP sont organisées en transactions codifiées. En voici quelques exemples : consultation des WO du bureau de méthodes par le visiteur (PM02),création des notifications systématiques (à partir des WO du bureau de méthodes) par le visiteur à l'attention du préparateur (ZPM01), création des notifications conditionnelles (sans WO de la part du bureau de méthodes) par le visiteur à l'attention du préparateur (IH01), consultation de la liste des notifications par le préparateur ou le visiteur (IW28), génération des WO par le préparateur à partir des notifications du visiteur (PM01), modification de la liste des notifications par le visiteur (IW22), etc.

- Les bons de travail sont remplacés par des WO pour les phases visite et exécution et par des notifications pour la phase préparation

- La phase préparation est faite sur SAP et découle de la responsabilité du préparateur (dans Maximo celle-ci se faisait sur un autre logiciel de gestion du magasin).

IV. ETUDE COMPARATIVE DES PROGICIELS MAXIMO ET SAP :

1. PRINCIPALES FONCTIONNALITES REQUISES DANS UN PROGICIEL DE GESTION EN MAINTENANCE PREVENTIVE :

- **La centralisation du système d'information entre les différentes fonctions de l'entreprise :**

Un progiciel doit permettre de lier les différentes fonctions de l'entreprise entre elles grâce à un système d'information centralisé où tous les services peuvent travailler sur un même logiciel au lieu de travailler chacun sur un outil différent. Cela permet d'avoir des données mises à jour en permanence. Chaque changement au niveau d'une fonction de l'entreprise se répercute instantanément sur les autres fonctions (par exemple, en ressources humaines avec les heures de travail, ou en administration des achats avec la gestion du magasin). Ainsi chaque service peut déceler immédiatement ce qui a été modifié et voir les conséquences. L'automatisation de la transmission des données permet aussi de minimiser les risques liés aux saisies, de gagner du temps et d'assurer une harmonisation des informations.

- **La facilité d'accès à l'information par les différents utilisateurs :**

Un progiciel de gestion de maintenance doit être facilement manipulable et compréhensible par les différents utilisateurs afin d'éviter les pertes de temps occasionnées par les recherches d'informations techniques, de plans, de pièces magasin, etc.. Toutes les informations doivent donc être organisées de manière à être le plus rapidement disponibles et exploitables. Cette facilité est matérialisée entre autres dans la langue utilisée par le progiciel, son interface, et ses solutions récapitulatives de données (solutions graphiques, plannings, filtration des tâches, etc.)

- **La détermination de la tâche précise de chaque responsable :**

Un progiciel de gestion de maintenance est tenu de permettre une distinction et une identification des taches relatives à chaque opérateur. Dans le cas de la maintenance préventive le progiciel doit différencier les taches du visiteur, du préparateur et de l'exécuteur tout en assurant une cohérence entre les 3 intervenants.

- **La normalisation des fonctions de la maintenance :**

Un progiciel de gestion de maintenance doit organiser les différentes phases de l'opération de maintenance préventive. Il doit en effet, normaliser chaque phase (visite, préparation et exécution) en adoptant les mêmes procédures de façon à ce que tous les opérateurs d'une même phase suivent le même schéma d'intervention.

- **L'élimination des risques relatifs aux pertes des documents :**

Un progiciel doit permettre la conservation des documents utilisés lors des 3 phases de maintenance préventive. Les principaux documents à conserver sont les bons de travail ou ordres de travail, les bons de sorties de magasins, les notifications et l'historique des interventions. Cependant, il faut signaler que d'autres documents relevant de fonctions autres que l'opération de maintenance sont aussi à conserver tels l'inventaire des équipements, les fiches MP, les demandes d'intervention, les heures de travail du personnel, les coûts, etc.

- **La traçabilité et le contrôle des ressources :**

Un progiciel de gestion doit assurer la traçabilité des ressources mobilisées notamment le personnel alloué à la tache de maintenance, les heures de travail et les coûts du matériel utilisé. Cette traçabilité permet d'assurer un contrôle permanent des dépenses de maintenance, des coûts de stockage, de l'efficacité des achats, de la main d'œuvre et des autres ressources mobilisées en vue d'une optimisation de l'utilisation de ces ressources.

- **La possibilité d'adapter le progiciel au besoin de l'entreprise :**

Vue la spécificité des domaines d'intervention de chaque entreprise, un progiciel de gestion de maintenance doit permettre à l'utilisateur de paramétrer chacune des composantes afin de l'adapter aux besoins spécifiques de l'entreprise.

2. VERIFICATION DES FONCTIONNALITES PRECITEES DANS LES PROGICIELS MAXIMO ET SAP:

Fonctionnalité	Maximo	SAP
Centralisation du système d'information entre les différentes fonctions de l'entreprise	Doit être intégré dans d'autres systèmes d'information pour centralisation des fonctions	Fonctions comptabilité, finances, production, approvisionnement, marketing, ressources humaines, qualité, maintenance gérées par un même progiciel avec une configuration client/serveur

Facilité d'accès à l'information par les différents utilisateurs	- Langue : français : compréhensible par tous les utilisateurs - Interface : ne regroupant pas toutes les fonctions, chaque utilisateur n'a accès qu'à sa fonction - Solutions récapitulatives de données : non existantes	- Langue : Anglais : non maitrisée par tous les utilisateurs - Interface : navigation rapide à travers le flux de travail. Pour consultation, les transactions sont accessibles pour tous les opérateurs. Pour modification, seul le responsable de chaque phase peut appliquer des modifications - Solutions récapitulatives de données : possibilité de réaliser des graphiques, des diagrammes et des plannings grâce au Navigator de Prometheus. Possibilité de filtrer les tâches propres à chaque utilisateur, etc.
Détermination de la tâche précise de chaque responsable	Toutes les tâches sont différenciées. Sauf que la phase préparation est réalisée sur un autre logiciel JDE	Toutes les tâches sont différenciées avec des transactions propres à chacun des utilisateurs
Normalisation des fonctions de la maintenance	- Les phases visite et exécution sont normalisées sur Maximo - La phase préparation est normalisée sur un autre logiciel	Toutes les phases visite, préparation et exécution sont normalisées
Elimination des risques relatifs aux pertes des documents	- Bons de travail et historique d'intervention : documents conservés dans le système - Bons de sortie de magasin : fait manuellement et donc existence de risque de perte	- Work orders, notifications et historique des interventions : documents conservés dans le système - Le matériel sorti du magasin est également répertorié grâce à des codes-barres générés lors de la phase de préparation
Traçabilité et contrôle des ressources	- Personnel mobilisé : rapporté sur le progiciel - Heures de travail et coûts : non rapportés	Personnel, heures de travail et coûts : rapportés sur le progiciel
Possibilité d'adapter le progiciel au besoin de l'entreprise	Pas possible	Possible par développements en langage ABAP (Advanced Business Application Programming)

Tableau 2 : Vérification des fonctionnalités requises pour les progiciels MAximo et SAP

Pour la mise en évidence de l'étude comparative réalisée, je propose dans la partie qui suit une étude de cas permettant la vérification des différents critères de comparaison dégagés dans un cadre pratique appliqué à l'usine de Meknès.

PARTIE 3 : SOLUTION EXPERIMENTALE :

La présente partie traite une étude de cas renforçant l'étude comparative réalisée ci haut. Elle commence par une présentation de l'étude de cas choisie se basant sur deux journées de travail l'une avec Maximo et l'autre avec SAP pour la maintenance de deux équipements électriques utilisés dans le procédé de fabrication du ciment. Ensuite une vérification pratique des critères précédemment dégagés est réalisée pour Maximo puis pour SAP.

I. PRESENTATION DE LA SOLUTION :

Dans cette partie, je propose deux journées de travail pour la maintenance préventive de deux équipements électriques sur les deux progiciels Maximo et SAP. Ces journées permettent de revoir la vérification des principales fonctionnalités précitées pour chacun des deux progiciels étudiés sur la base d'études de cas.

Il est à noter que cette partie traitera les seules fonctionnalités pour lesquelles j'ai pu récupérer des captures d'écran auprès des utilisateurs. En effet, la récupération des captures d'écran relative à la maintenance des deux équipements sur les deux progiciels s'avère parfois difficile pour des raisons de confidentialité exprimées par les utilisateurs ou d'indisponibilité du personnel. Ainsi les fonctionnalités qui seront détaillées dans cette partie sont :

- La centralisation du système d'information entre les différentes fonctions de l'entreprise ;
- La facilité d'accès à l'information par les différents utilisateurs ;
- La détermination de la tâche précise de chaque responsable ;
- L'élimination des risques relatifs aux pertes des documents ;
- La traçabilité et le contrôle des ressources.

Les fonctionnalités qui ne seront pas traitées dans cette partie et pour lesquelles on se basera sur les seules données de l'étude comparative de la partie précédente sont :

- La normalisation des fonctions de la maintenance ;
- La possibilité d'adapter le progiciel au besoin de l'entreprise.

Les deux équipements choisis sont un moteur électrique et une armoire électrique.

La première journée de travail se base sur des captures d'écran anciennes du progiciel Maximo pour la maintenance préventive d'un moteur électrique. Ceci est dû au fait que l'entreprise n'utilise plus le progiciel Maximo à partir de Mai 2016.

La deuxième journée de travail concerne la maintenance préventive d'une armoire électrique sur le progiciel SAP.

1. PRESENTATION D'UN MOTEUR ELECTRIQUE :

Figure 22 : Illustration d'un moteur

Le moteur électrique est un équipement largement utilisé par l'homme dans le cadre du développement industriel car la plupart des machines qu'il a inventées en dépendent.

Lorsqu'on tient compte du rôle remarquable joué par le moteur électrique dans la vie des gens, celui-ci doit être considéré comme une unité première de puissance qui comporte des caractéristiques nécessitant une attention spéciale, y compris pour son installation et sa maintenance, afin d'assurer un fonctionnement parfait et une durée de vie plus longue.

2. PRESENTATION D'UNE ARMOIRE ELECTRIQUE :

Figure 23: armoire électrique

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés les différents systèmes participant à la distribution d'une installation électrique.

Elle contient en général :

- L'enveloppe de l'armoire électrique, c'est-à-dire la structure qui va contenir les équipements. Elle peut être en métal ou en plastique.
- Des systèmes de réglettes et de fixations, permettant d'accrocher les différents modules formant le contenu.
- Les modules eux-mêmes, comme les protections (disjoncteurs, fusibles, tableau de répartition avec coupe-circuits pour chaque partie de l'installation, etc.).
- Des modules de contrôle à distance.
- Un arrêt d'urgence.
- Un dispositif parafoudre. (8)

Dans le cadre de la maintenance préventive qui repose sur la disponibilité et la fiabilité de l'équipement et pour protéger les armoires électriques. Le contrôleur fait sa visite à l'aide d'une caméra thermographique qui détecte la température des câbles, des fusibles, des contacteurs et des disjoncteurs.

II. JOURNEE DE TRAVAIL SUR MAXIMO POUR LA MAINTENANCE PREVENTIVE D'UN MOTEUR ELECTRIQUE :

- **La centralisation du système d'information entre les différentes fonctions de l'entreprise :**

De la page de démarrage du progiciel présentée sur la figure 24, on peut noter que Maximo n'est pas un progiciel centralisée liant les différentes fonctions de l'entreprise. Les modules de Maximo sont tous des modules liés à la maintenance et à la gestion de stock.

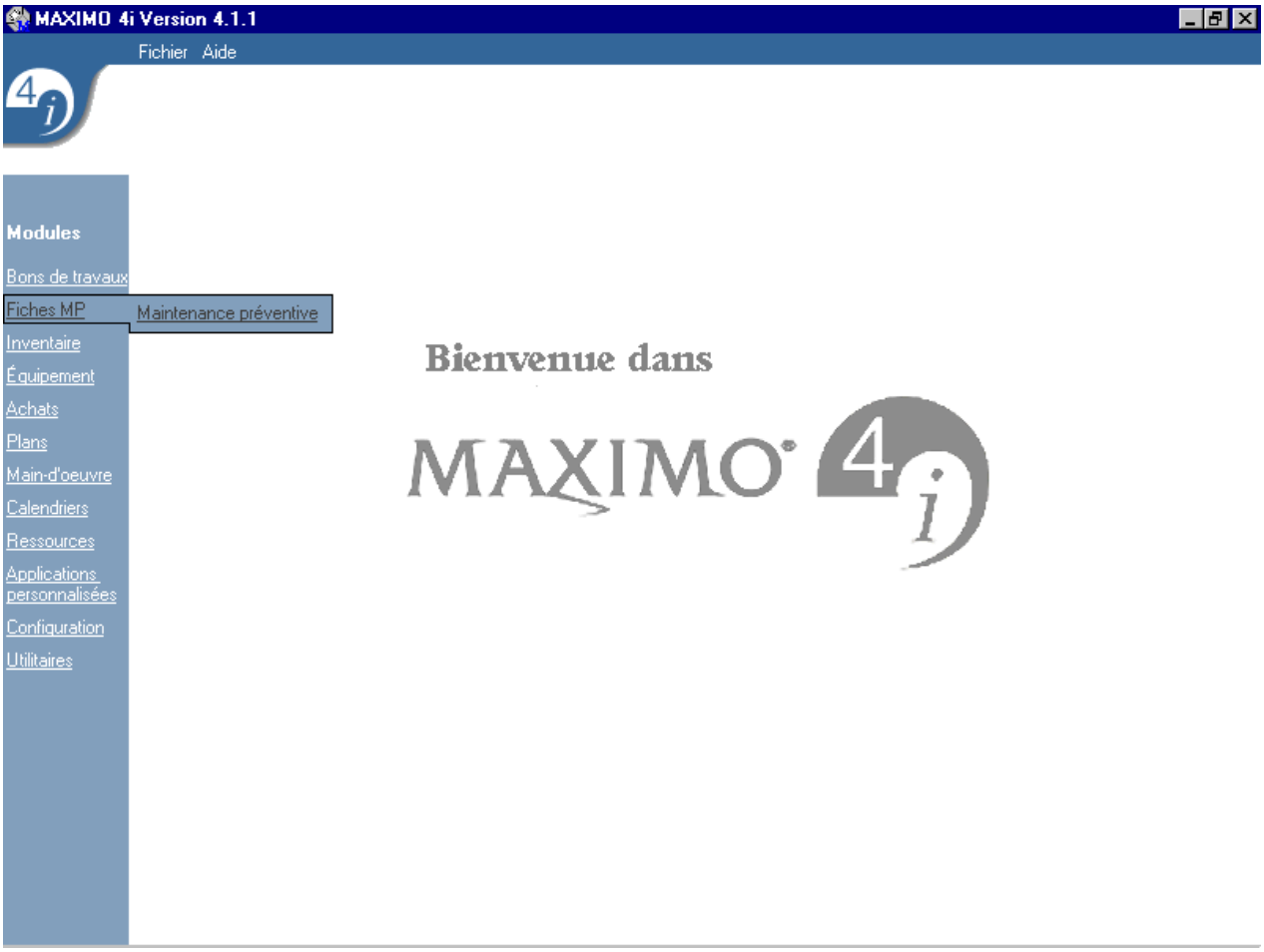


Figure 24 : Page de démarrage Maximo avec les seuls modules de maintenance et gestion de stock

- **La facilité d'accès à l'information par les différents utilisateurs :**

  - Langue : sur la page de démarrage on note que la langue utilisée par Maximo est bien le Français, qui est compréhensible par tous les utilisateurs de l'entreprise
  - Interface : selon les anciens utilisateurs du progiciel Maximo, celui-ci ne permettait à chaque utilisateur (visiteur, préparateur ou exécuteur) que l'accès aux données le concernant directement (Figure 25)

- Solutions récapitulatives de données : aucune solution récapitulative de données n'est offerte aux utilisateurs.

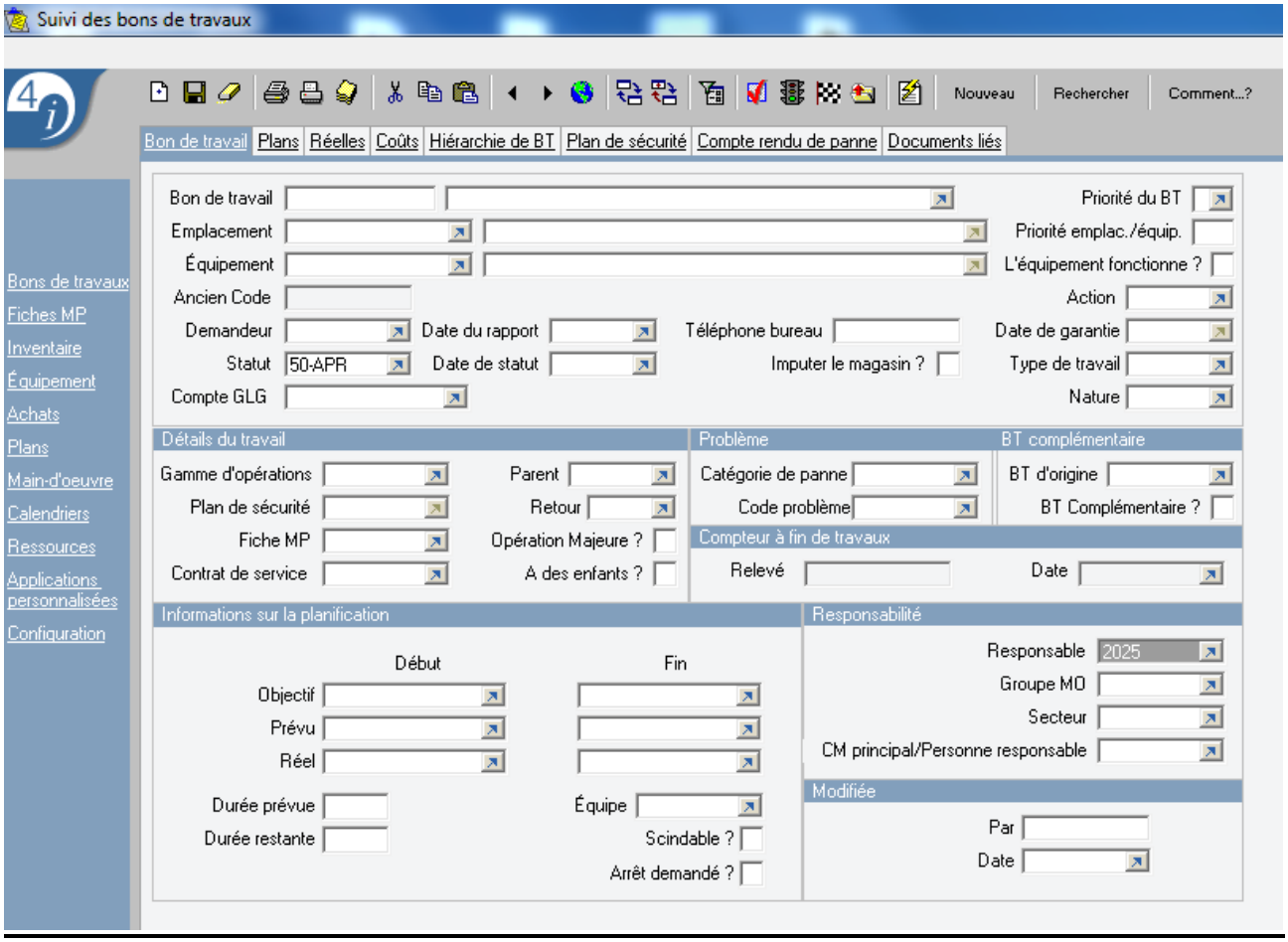


Figure 25 : Interface d'accès spécifique au visiteur

- **La détermination de la tâche précise de chaque responsable ;**

Seules les tâches de visite et d'exécution sont déterminées sur Maximo. La phase préparation étant faite sur un autre logiciel JDE.

Pour mon étude de cas, je prends l'exemple de la phase visite : les tâches relevant de la responsabilité du contrôleur pour la visite du moteur sont consignées dans l'onglet gammes d'opérations. Cet onglet détaille les opérations à effectuer (figure 26) et la description détaillée de chaque opération (figure 27).

A l'issu de la visite, le contrôleur a relevé l'anomalie de bruits de roulement. Il a donc reformulé le bon de travail en indiquant l'anomalie relevée avec passage au statut numéro 10 : problème détecté. Sur le bon de travail il demande le changement des roulements.

Le préparateur reçoit le bon de travail pour préparer les nouveaux roulements et modifie le numéro de statut du même bon de travail au numéro 64 indiquant que le changement des roulements est prêt à être exécuté.

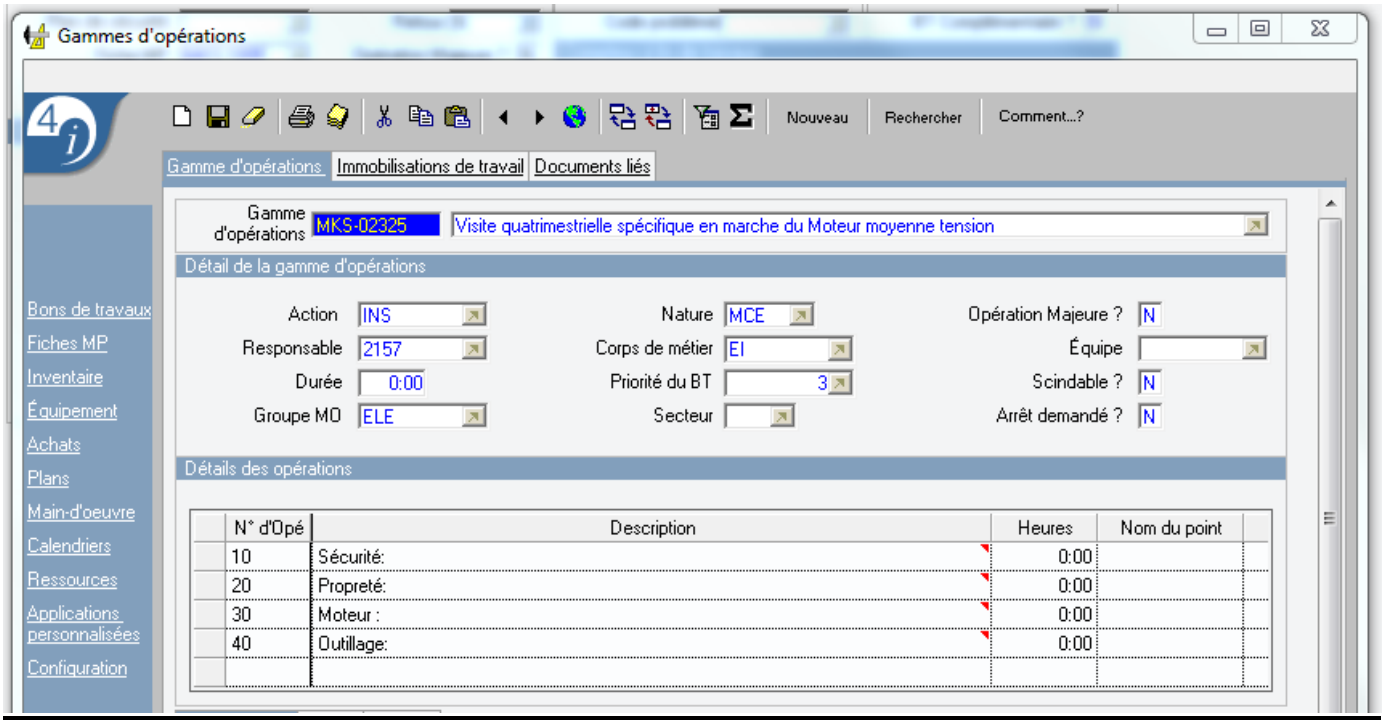


Figure 26 : Opérations à effectuer par le visiteur pour la visite du moteur

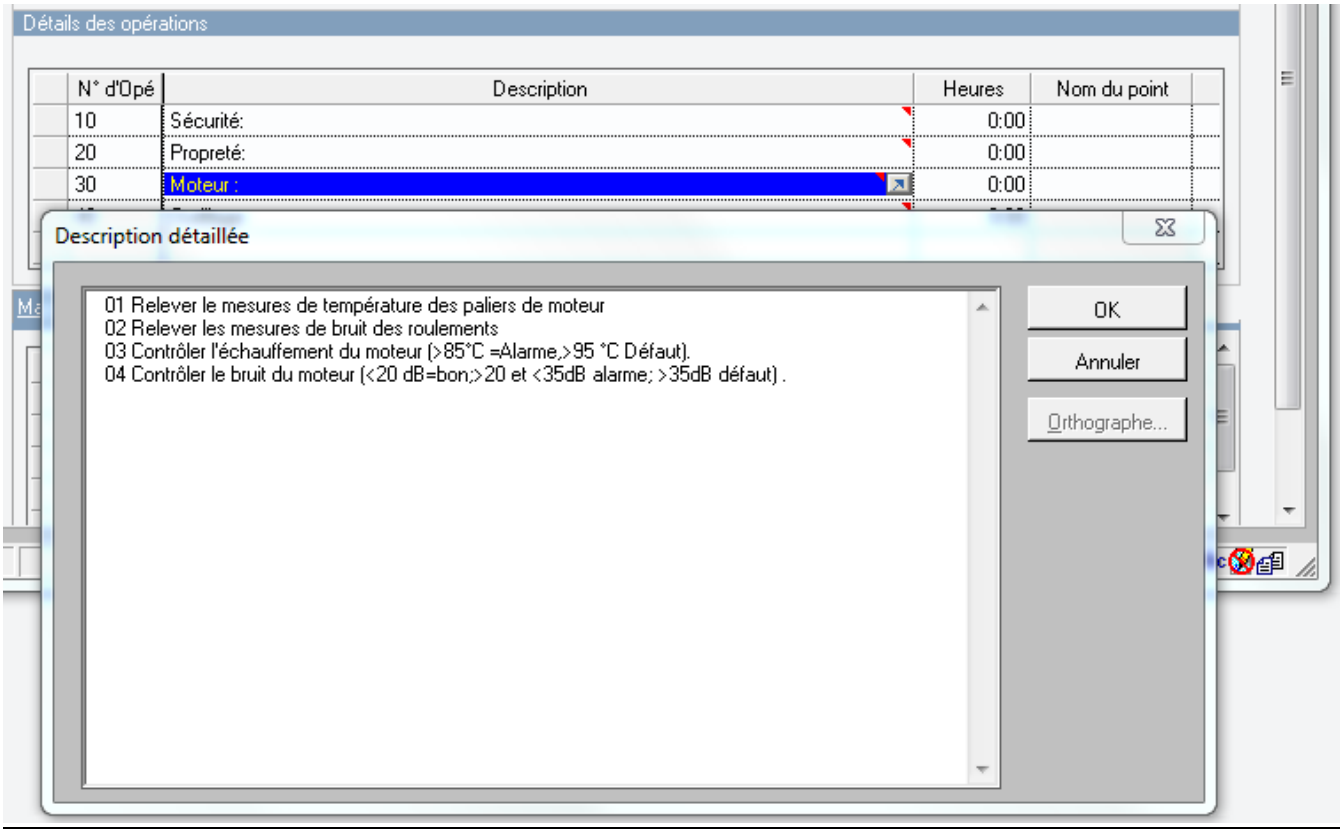
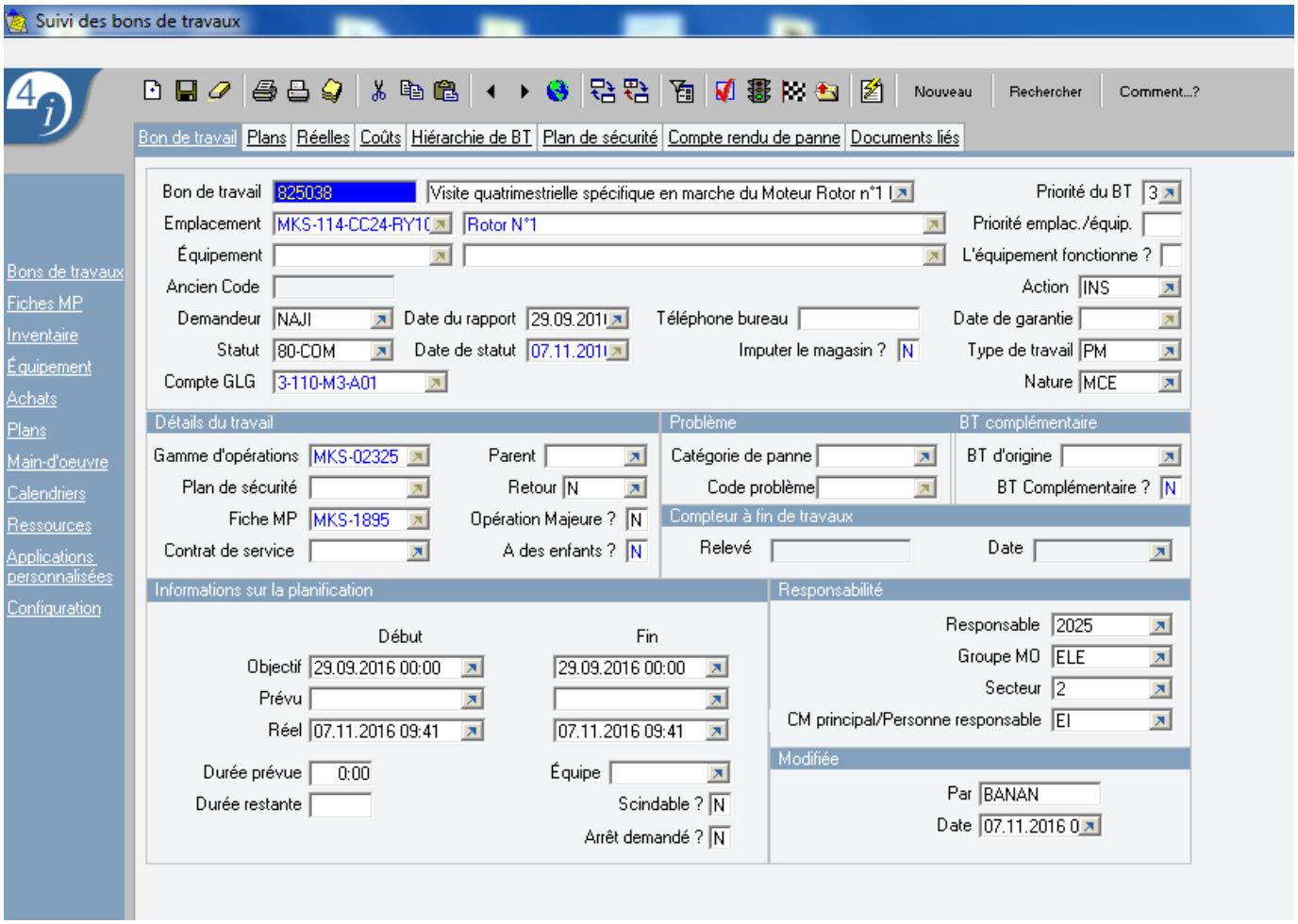


Figure 27 : Description détaillée de la visite du moteur

- **<u>L'élimination des risques relatifs aux pertes des documents :</u>**

Les principaux documents à conserver lors d'une opération de maintenance préventive sont les bons de travail, l'historique des interventions et les bons de sortie de magasin. Ci-après la vérification de la conservation de ces pièces pour la visite du moteur sur Maximo :

- Bon de travail de visite du moteur : répertorié sur Maximo (figures 28 et 29).
- Historique d'intervention : répertorié sur Maximo.
- Bons de sortie de magasin : fait manuellement (figure 30).



<u>Figure 28 : Bon de travail de la visite du moteur</u>

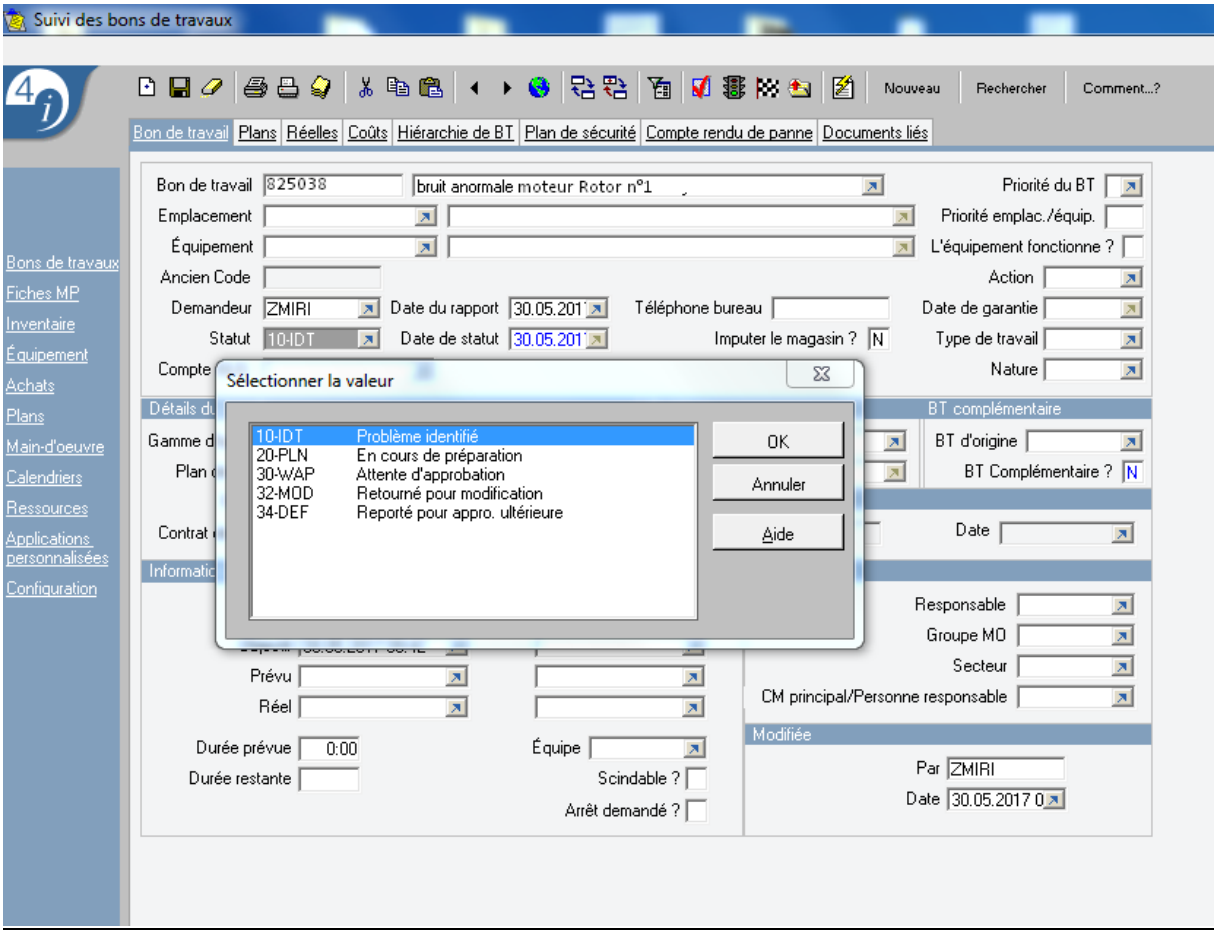


Figure 29 : Bon de travail pour la préparation des nouveaux roulements

Figure 30 : Bon de sortie de magasin de la visite du moteur

- **La traçabilité et le contrôle des ressources :**

Les principales ressources à contrôler sont le personnel, les heures de travail et le coût du matériel. La vérification de la traçabilité de ces ressources sur Maximo pour la maintenance de l'armoire électrique dégage ce qui suit :

- Personnel mobilisé : rapporté sur le progiciel (figure 31)
- Heures de travail et coût du matériel : non rapportés (figure 32)

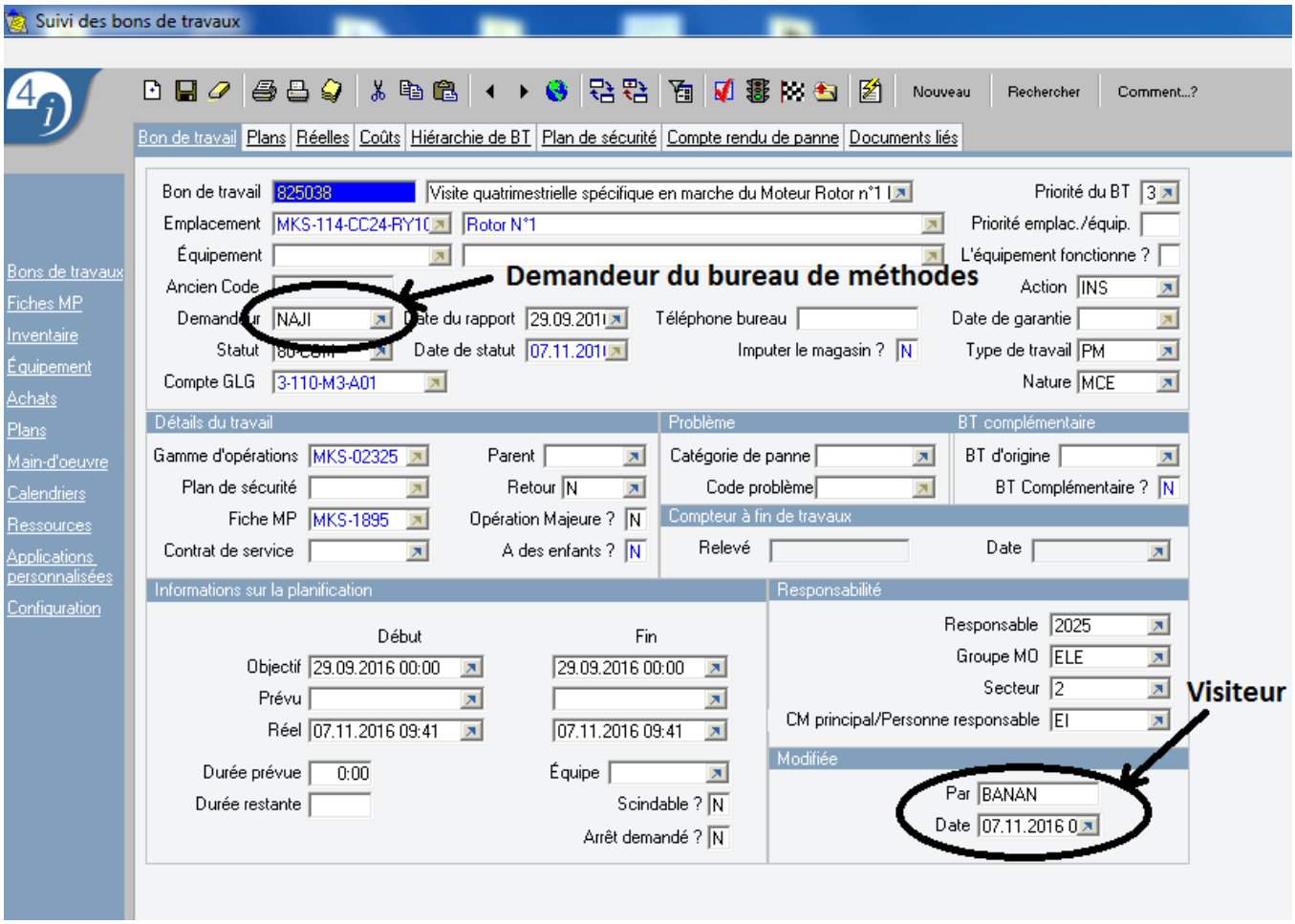


Figure 31 : Personnel de la visite du moteur

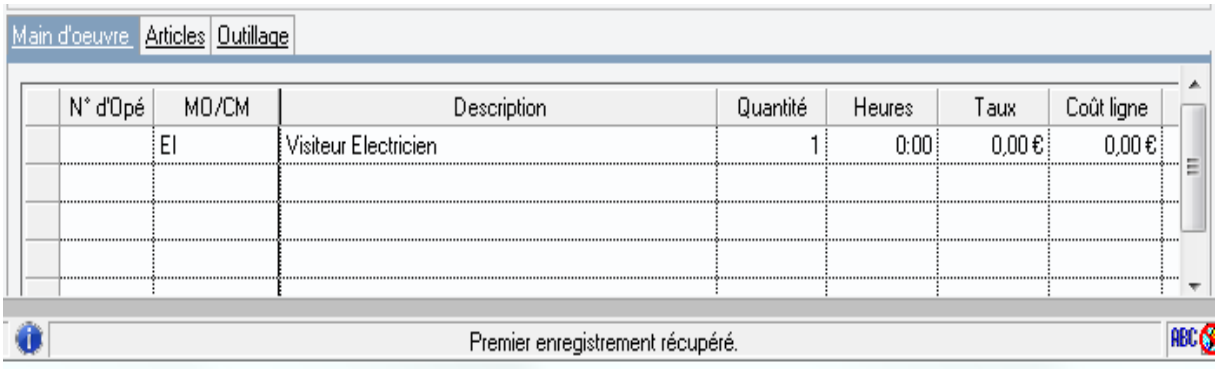


Figure 32 : Non disponibilité des données de coût et des heures de travail

III. JOURNEE DE TRAVAIL SUR SAP POUR LA MAINTENANCE PREVENTIVE D'UNE ARMOIRE ELECTRIQUE :

- **La centralisation du système d'information entre les différentes fonctions de l'entreprise :**

Le progiciel SAP est doté au niveau de l'usine d'un système centralisé liant les différentes fonctions de l'entreprise grâce à sa configuration client/serveur désignant un mode de communication entre plusieurs programmes à travers un réseau.

- **La facilité d'accès à l'information par les différents utilisateurs :**

  - Langue : La langue utilisée par SAP est l'anglais. Ce qui entrave la compréhension facile du progiciel par l'ensemble des utilisateurs.

  - Interface : Interface regroupant toutes les transactions (figure 33) avec possibilité de leur consultation par les différents utilisateurs. Pour la maintenance de l'armoire électrique, SAP permet; à titre d'exemple au visiteur l'accès aux transactions du préparateur et de l'exécuteur pour consultation (la modification n'étant possible que par le responsable de la tâche). Ceci permet au visiteur de suivre l'état d'avancement de la correction de l'anomalie qu'il a signalé au préparateur y compris son exécution.

  - Solutions récapitulatives de données : Possibilité de récapitulation des données par solutions graphiques (planning des opérations, diagramme de Gantt, etc.) et de faire un filtre des tâches des opérations par utilisateur (figure 34) ou par type d'équipement.

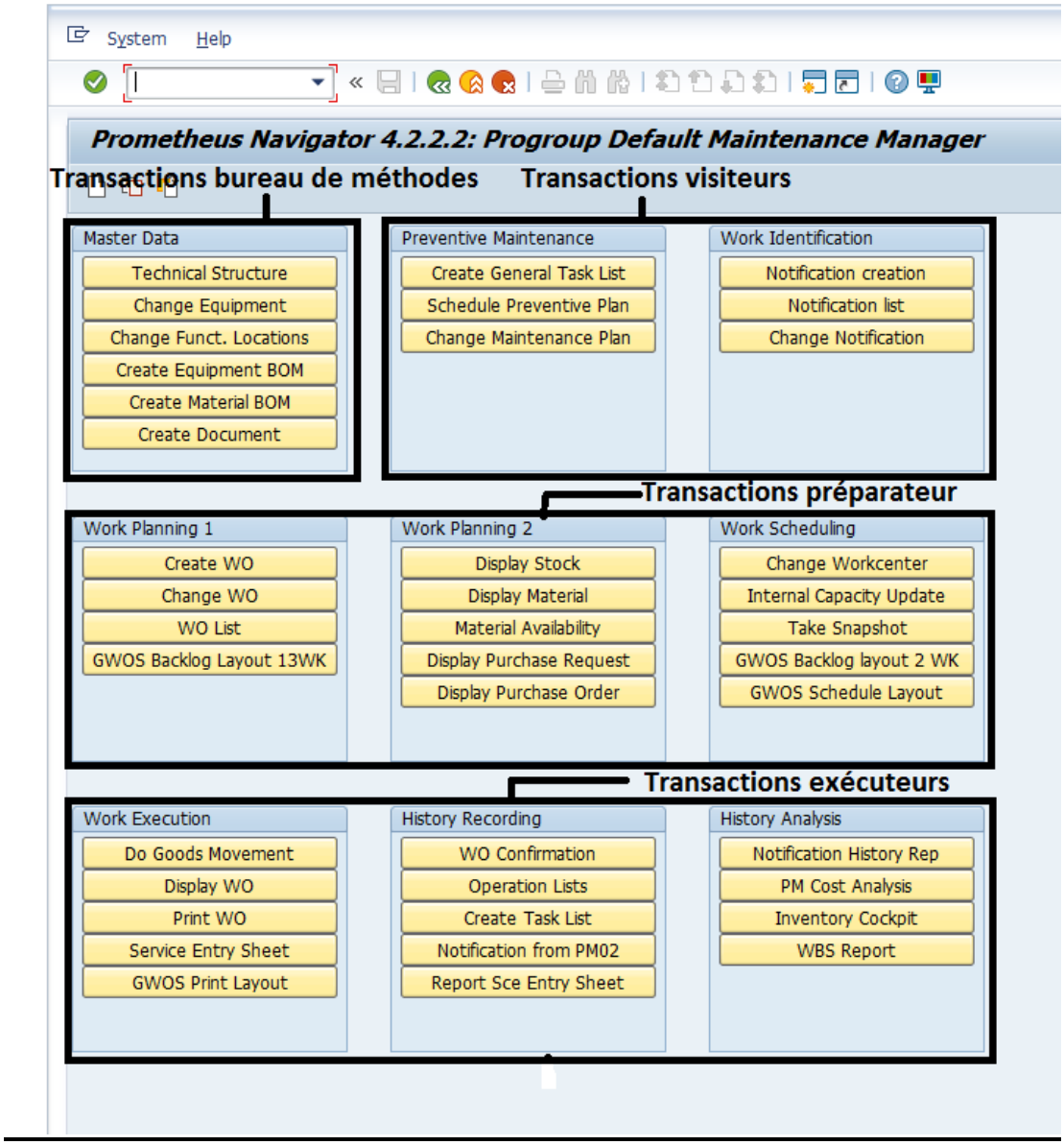


Figure 33 : Interface SAP

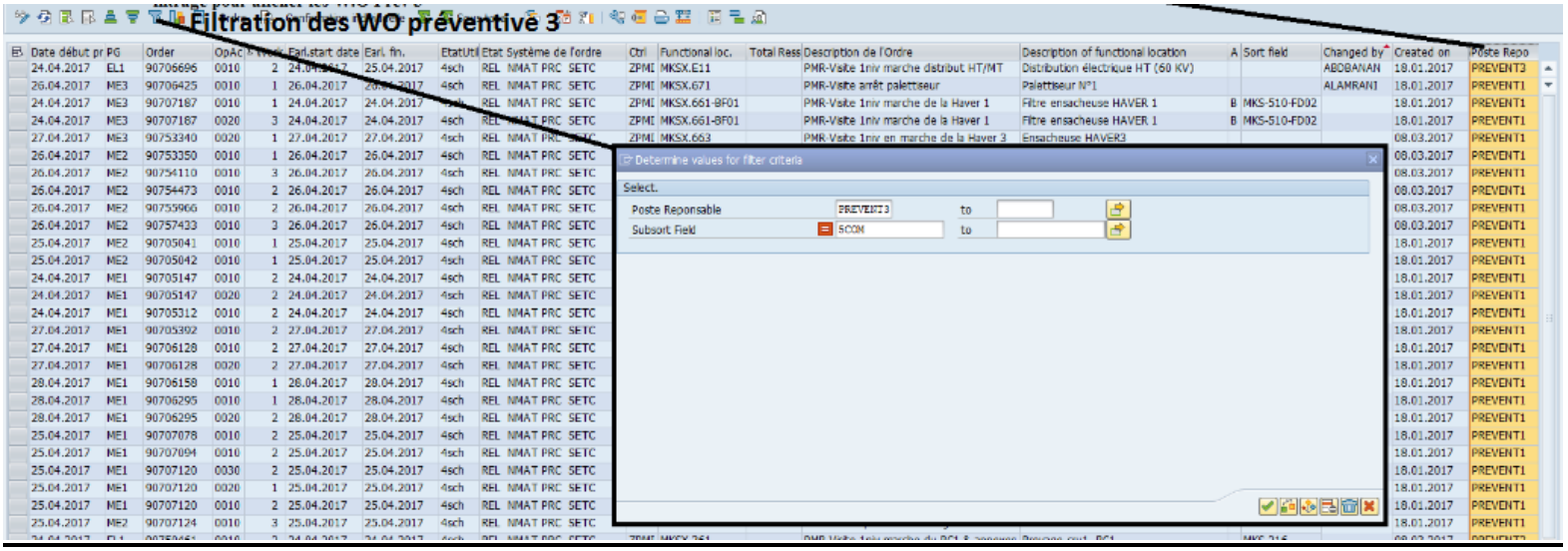


Figure 34 : Filtre des tâches pour filtrer les WO émis par le bureau de méthode du service électrique (préventive 3)

- **La détermination de la tâche précise de chaque responsable ;**

Toutes les tâches de maintenance peuvent être décrites sur SAP, mais vu la récente utilisation du progiciel, l'équipe de maintenance de LafargeHolcim Meknès n'a pas encore intégré la description détaillée des tâches comme l'a été le cas sur Maximo.

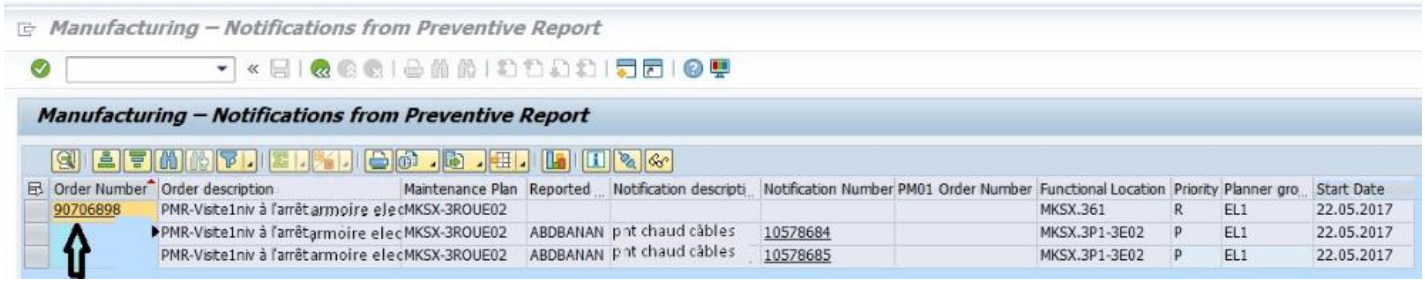
Pour le cas de l'armoire électrique étudié, l'anomalie relevée par le contrôleur est l'existence de points chauds au niveau de trois câbles électriques. L'anomalie a été détectée grâce à la caméra thermique. Il a ainsi formulé une notification à l'attention du préparateur en indiquant l'anomalie relevée. Sur la notification il demande le changement des câbles touchés.

Le préparateur prépare les nouveaux câbles et reformule la notification en WO adressé à l'exécuteur qui se charge du changement des câbles.

L'élimination des risques relatifs aux pertes des documents :

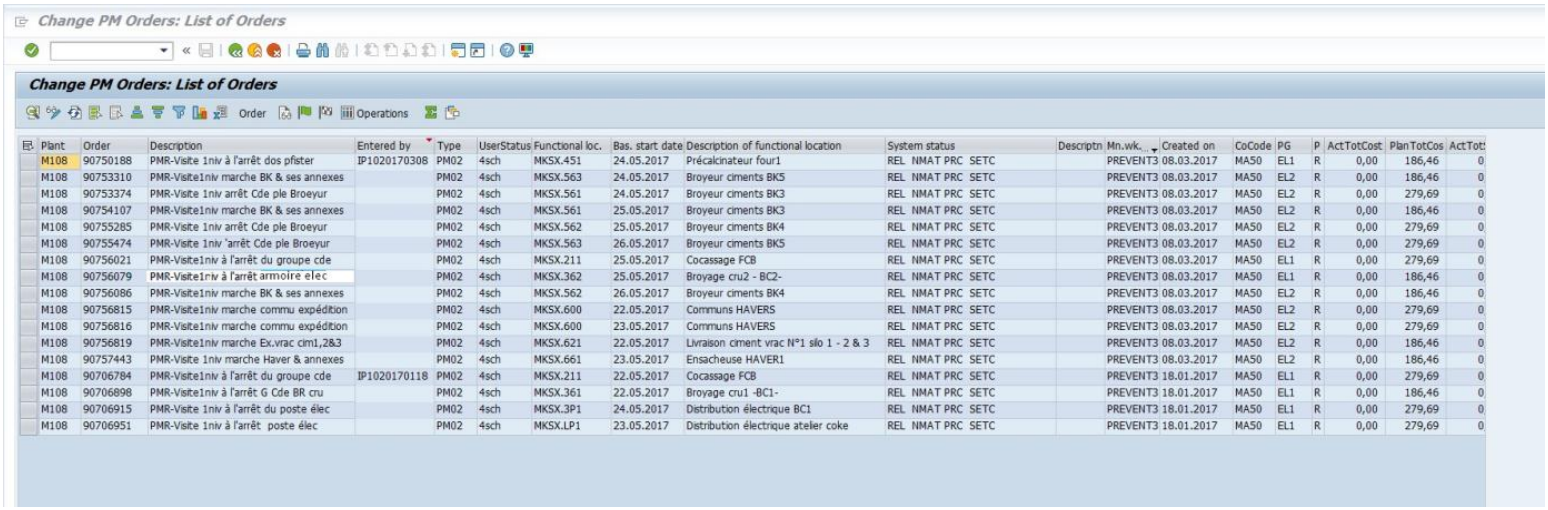
SAP permet la conservation de tous les documents de travail, lesquels sont :

- Work orders, notifications et historique des interventions sur l'armoire électrique : documents conservés dans le système (figures 35 et 36)
- Bon de sortie du magasin : conservé et portant des codes-barres permettant la récupération facile des nouveaux câbles et l'historique du matériel sorti du magasin (figure 37)



Order Number	Order description	Maintenance Plan	Reported	Notification descripti	Notification Number	PM01 Order Number	Functional Location	Priority	Planner gro	Start Date
90706898	PMR-Visite1niv à l'arrêt armoire elec	MKSX-3ROUE02					MKSX.361	R	EL1	22.05.2017
	PMR-Visite1niv à l'arrêt armoire elec	MKSX-3ROUE02	ABDBANAN	p nt chaud câbles	10578684		MKSX.3P1-3E02	P	EL1	22.05.2017
	PMR-Visite1niv à l'arrêt armoire elec	MKSX-3ROUE02	ABDBANAN	p nt chaud câbles	10578685		MKSX.3P1-3E02	P	EL1	22.05.2017

Figure 35 : Conservation des notifications relatives à la maintenance de l'armoire électrique



Plant	Order	Description	Entered by	Type	UserStatus	Functional loc.	Bas. start date	Description of functional location	System status	Descriptn	Mn.wk.	Created on	CoCode	PG	P	ActTotCost	PlanTotCos	ActTot
M108	90750188	PMR-Visite 1niv à l'arrêt dos pfister	IP1020170308	PM02	4sch	MKSX.451	24.05.2017	Précalcinateur four1	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL1	R	0,00	186,46	0
M108	90753310	PMR-Visite1niv marche BK & ses annexes		PM02	4sch	MKSX.563	24.05.2017	Broyeur ciments BK5	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	186,46	0
M108	90753374	PMR-Visite 1niv arrêt Cde ple Broyeur		PM02	4sch	MKSX.561	24.05.2017	Broyeur ciments BK3	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	279,69	0
M108	90754107	PMR-Visite1niv marche BK & ses annexes		PM02	4sch	MKSX.561	25.05.2017	Broyeur ciments BK3	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	186,46	0
M108	90755285	PMR-Visite 1niv arrêt Cde ple Broyeur		PM02	4sch	MKSX.562	25.05.2017	Broyeur ciments BK4	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	279,69	0
M108	90755474	PMR-Visite 1niv 'arrêt Cde ple Broyeur		PM02	4sch	MKSX.563	26.05.2017	Broyeur ciments BK5	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	279,69	0
M108	90756021	PMR-Visite1niv à l'arrêt du groupe cde		PM02	4sch	MKSX.211	25.05.2017	Cocassage FCB	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL1	R	0,00	279,69	0
M108	90756079	PMR-Visite1niv à l'arrêt armoire elec		PM02	4sch	MKSX.362	25.05.2017	Broyage cru2 - BC2-	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL1	R	0,00	186,46	0
M108	90756086	PMR-Visite1niv marche BK & ses annexes		PM02	4sch	MKSX.562	26.05.2017	Broyeur ciments BK4	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	186,46	0
M108	90756815	PMR-Visite1niv marche commu expédition		PM02	4sch	MKSX.600	22.05.2017	Communs HAVERS	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	279,69	0
M108	90756816	PMR-Visite1niv marche commu expédition		PM02	4sch	MKSX.600	23.05.2017	Communs HAVERS	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	279,69	0
M108	90756819	PMR-Visite1niv marche Ex.vrac cim1,2&3		PM02	4sch	MKSX.621	22.05.2017	Livraison ciment vrac N°1 silo 1 - 2 & 3	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	186,46	0
M108	90757443	PMR-Visite 1niv marche Haver & annexes		PM02	4sch	MKSX.661	23.05.2017	Ensacheuse HAVER1	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	08.03.2017	MA50	EL2	R	0,00	186,46	0
M108	90706784	PMR-Visite1niv à l'arrêt du groupe cde	IP1020170118	PM02	4sch	MKSX.211	22.05.2017	Cocassage FCB	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	18.01.2017	MA50	EL1	R	0,00	279,69	0
M108	90706898	PMR-Visite1niv à l'arrêt G Cde BR cru		PM02	4sch	MKSX.361	22.05.2017	Broyage cru1 -BC1-	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	18.01.2017	MA50	EL1	R	0,00	186,46	0
M108	90706915	PMR-Visite 1niv à l'arrêt du poste élec		PM02	4sch	MKSX.3P1	24.05.2017	Distribution électrique BC1	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	18.01.2017	MA50	EL1	R	0,00	279,69	0
M108	90706951	PMR-Visite 1niv à l'arrêt poste élec		PM02	4sch	MKSX.LP1	23.05.2017	Distribution électrique atelier coke	REL NMAT PRC SETC		PREVENT3	18.01.2017	MA50	EL1	R	0,00	279,69	0

Figure 36 : Conservation des WO relatives à la maintenance de l'armoire électrique

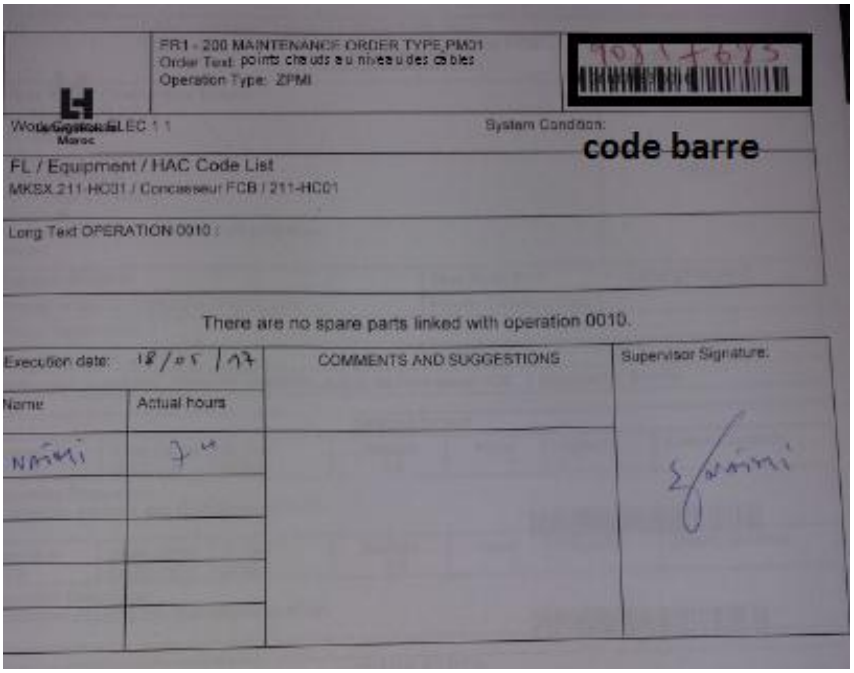


Figure 37 : Bon de sortie des câbles électriques avec code barre

- **La traçabilité et le contrôle des ressources :**

Toutes les ressources mobilisées (personnel, heures de travail et coûts matériel) pour la maintenance de l'armoire électrique sont rapportées sur SAP.

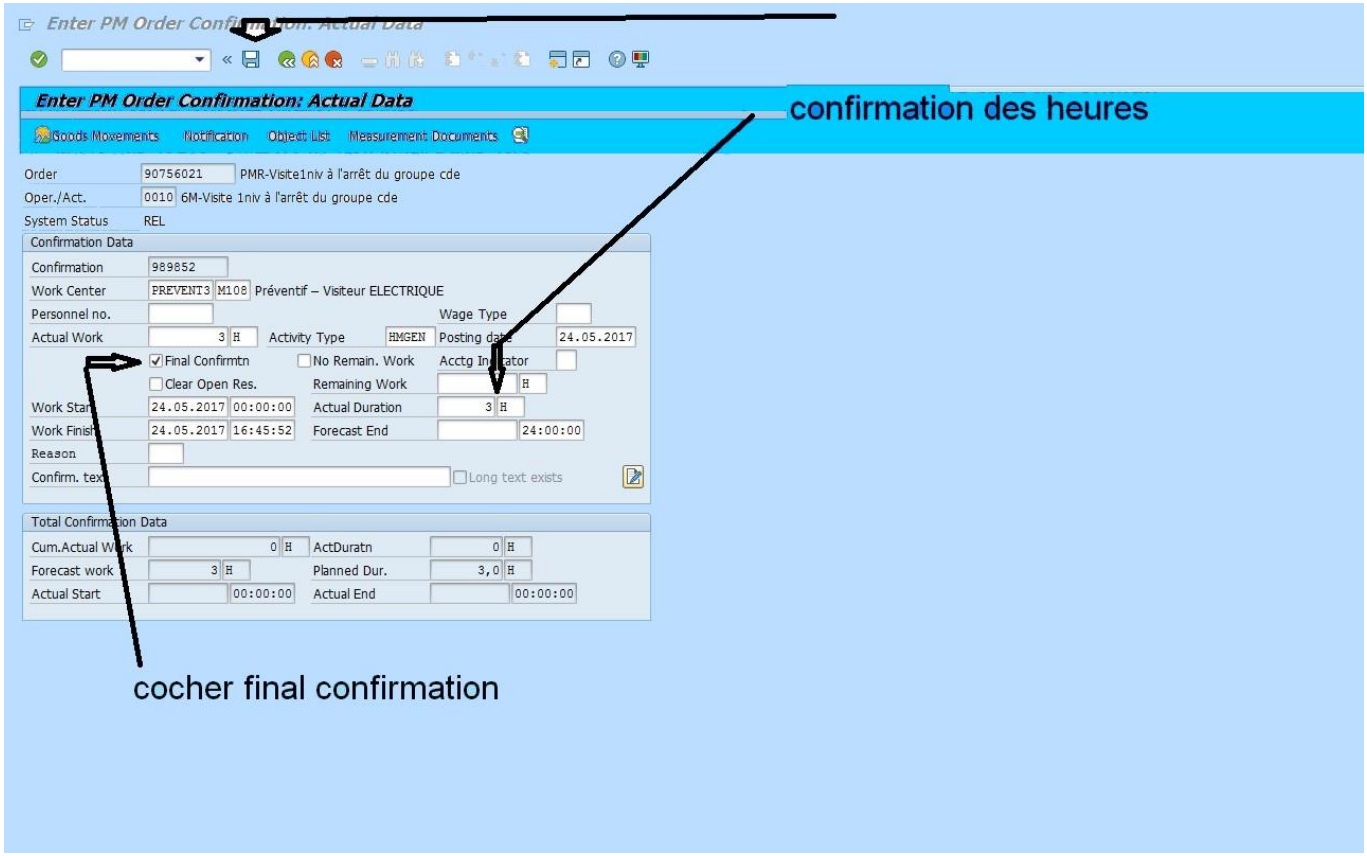


Figure 38 : traçabilité des heures de travail sur SAP

Figure 39 : Affichage du coût de travail sur SAP

Après cette vérification pratique des critères de choix établis sur Maximo et sur SAP, une analyse des principaux avantages et inconvénients des deux progiciels est réalisée dans la partie suivante.

PARTIE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS :

La présente partie récapitule les résultats de l'étude comparative des deux progiciels Maximo et SAP et de l'étude de cas réalisée sur deux jours de travail avec les deux progiciels. Elle ressort les principaux avantages et inconvénients de chacun des progiciels et justifie le choix de la migration vers le système SAP.

I. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU PROGICIEL MAXIMO :

1. AVANTAGES DU PROGICIEL :

- Utilisation de la langue française compréhensible de tous les utilisateurs du logiciel
- Détail des phases visite et exécution grâce aux gammes d'opérations
- Conservation des bons de travail et de l'historique des interventions
- Traçabilité et contrôle des ressources mobilisées en personnel

2. INCONVENIENTS DU PROGICIEL :

- Limitation du progiciel aux seules fonctions de maintenance et de gestion du stock
- Normalisation des phases de maintenance sur deux systèmes différents
- Limitation de l'accès des utilisateurs aux seules fonctions les concernant
- Absence de solutions récapitulatives
- Risque de pertes des bons de sortie de magasin
- Absence des données d'heures de travail et coût d'opérations
- Impossibilité de développement du progiciel dans le but de l'adapter aux besoins de l'entreprise

II. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU PROGICIEL SAP :

1. AVANTAGES DU PROGICIEL :

- Centralisation du système et intégration de plusieurs modules
- Interface permettant la navigation rapide de tous les utilisateurs à travers les transactions
- Présence de solutions récapitulatives
- Identification et normalisation de toutes les phases de maintenance
- Conservation de tous les documents de travail : WO, notifications et bons de sortie de magasin
- Traçabilité et contrôle des ressources en personnel, des heures de travail et des coûts des opérations

- Possibilité de développement du progiciel pour son adaptation aux besoins de l'entreprise

2. INCONVENIENTS DU PROGICIEL :

- Utilisation de la langue anglaise non maitrisable par l'ensemble des utilisateurs

III. DISCUSSION DES RESULTATS :

De ce qui précède, il s'avère judicieux d'opter pour la migration vers le progiciel SAP au lieu du progiciel Maximo. Ce dernier étant limité en fonctions, présentant des risques de pertes de données et n'englobant pas toutes les phases de maintenance.

Le logiciel SAP compte à lui présente plusieurs avantages requis pour la bonne organisation de l'entreprise. Cependant, il présente une difficulté d'utilisation à cause de la seule langue dont le progiciel est produit et qui demeure non maitrisable par l'ensemble des intervenants en maintenance. Pour ce faire, l'organisation d'ateliers de langue pour une meilleure compréhension du logiciel est recommandée.

CONCLUSION :

Au terme de ce travail, il serait judicieux de souligner l'importance de l'utilisation de progiciels capables d'organiser le travail de l'entreprise et de faciliter ses différentes opérations de façon fiable, durable et accessible à l'ensemble des usagers. Centralisation des données, facilité d'utilisation, identification et normalisation des opérations, conservation des documents, traçabilité et contrôle des ressources et possibilité de développement sont les principaux critères dégagés lors de cette étude et pouvant servir d'outil d'aide pour le choix optimal du progiciel de gestion.

A l'issu de mon stage, cette analyse a permis de renforcer la volonté de l'équipe de travail pour l'adoption du progiciel SAP. En effet, durant mon stage j'ai pu déceler quelques réticences de la part des opérateurs en maintenance pour l'utilisation du nouveau progiciel intégré. Ces réticences sont essentiellement dues à l'effort et au temps que doivent consacrer le personnel pour la maitrise de SAP et par le manque de formations devant accompagner la migration vers le nouveau progiciel.

Pour ce faire, il est fortement recommandé à LafargeHolcim Meknès de renforcer l'utilité de la migration vers SAP par des formations proposées aux différents utilisateurs du nouveau progiciel.

WEBOGRAPHIE :

(1) : http://christian.hohmann.free.fr/index.php/portail-maintenance-productive/les-basiques-de-la-maintenance-productive/508-la-maintenance-preventive 21 Avril 2017

(2) : http://www.qualiteonline.com/question-207-quelle-est-la-difference-entre-la-maintenance-corrective-et-preventive.html 30 Avril 2017

(3) : http://tpmattitude.fr/methodes.htm 01 Mai 2017

(4) : http://www.skf.com/ca/fr/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-products/vibration-measurement-tools/index.html 01 Mai 2017

(5) : http://www.flir.fr/about/display/?id=41530 01 Mai 2017

(6) : https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9gohmm%C3%A8tre 16 Mai 2017

(7) : http://www.maformationsap.com/sap.html 20 Mai 2017

(8) : https://installation-electrique.ooreka.fr/astuce/voir/565123/armoire-electrique 20 Mai 2017