



PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques

Spécialité : Ingénierie Mécanique

Le calcul du Taux de Couverture en Maintenance

La modélisation du comportement mécanique et thermique d'un

Soutenu le 18 juin 2012 par :

**ELKADRI ELHASSANI ELYAMANI Asmae
LOUKAFI Amal**

Encadré par:

- Mr. A. EL KHALFI (FST-FES)
- Mr. T. ATINI (LAFARGE MEKNES)

Le jury :

- Mr. A. EL KHALFI (FST Fès)
- Mr. A. TOUACH (FST Fès)
- Mr. A. EL HAKIMI (FST Fès)

Année Universitaire : 2011-2012

Introduction générale

Dans le cadre de notre formation du master Ingénierie Mécanique à la faculté des sciences et techniques de Fès, on a effectué un stage de fin d'étude d'une durée de quatre mois au sein de la société LAFARGE Ciment à Meknès.

Le sujet est porté sur

- ✚ Le calcul du taux de couverture en maintenance mécanique.
- ✚ La modélisation du comportement mécanique et thermique du four à froid et à chaud.

Le rapport de ce projet comporte quatre chapitres : on commencera d'abord par une présentation de l'entreprise d'accueil. En suite on parlera du processus de fabrication du ciment. En outre, le troisième chapitre contiendra notre premier sujet qui concerne le calcul du taux de couverture du département de la maintenance mécanique. Pour enfin citer, dans le quatrième et le dernier chapitre, notre deuxième sujet qui analyse une modélisation mécanique et thermique à froid et à chaud d'un four rotatif.

Remerciements

On tient à exprimer nos profonds sentiments de reconnaissance et de gratitude aux personnes suivantes :

- ✚ Nos chers parents et nos familles

- ✚ Mr. LAKRAMCHI, chef de département Maintenance Mécanique, pour nous avoir accueilli dans l'entreprise.
- ✚ Mr. ATINI, ingénieur mécanique, qui fut notre encadrant durant ce stage, pour son aide, ses conseils et son soutien.
- ✚ Mr. LAKHDAR, contremaître supérieure des secteurs Cuisson et BC, pour toute information et toute explication concernant les deux sujet.
- ✚ Mr. LAGROUH, contremaître du secteur Ensachage et Mr. FARAJI, responsable du secteur BC, pour leur aide et leur accompagnement durant toute la durée du stage.
- ✚ Tous les responsables du bureau de méthodes ainsi que du bureau d'étude, pour nous avoir orientées dans les différents ateliers.
- ✚ Les personnels de la salle de contrôle pour toute information et toute explication concernant le deuxième sujet.
- ✚ Mr. ELKHALFI, professeur à la FST de Fès, qui fut notre encadrant durant ce stage, pour son aide, ses conseils et son soutien.

Grand hommage est à l'ensemble des professeurs du département Génie mécanique pour leur encadrement, sympathie et compréhension tout au long de notre parcours d'études universitaires

Nos vifs remerciements à tous les ouvriers qui nous ont aidées de près ou de loin durant notre stage.

Sommaire

CHAPITRE I. : PRESENTATION DE LAFARGE	5
I. PRESENTATION DE LAFARGE-MAROC	6
II. ORGANIGRAMME DE LAFARGE MAROC ET MEKNES	6
III. ACTIVITES DE LAFARGE MAROC	7
IV. PRESENTATION DE LAFARGE MEKNES	8
V. DIFFERENTS SERVICES DE LAFARGE	8
CHAPITRE II. : PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT	11
I. PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT	12
1. <i>Secteur carrière</i>	12
2. <i>Secteur broyage cru</i>	13
3. <i>Secteur cuisson</i>	15
4. <i>Secteur broyage clinker</i>	16
5. <i>Ensachage et expédition du ciment</i>	18
CHAPITRE III. : LE TAUX DE COUVERTURE EN MAINTENANCE MECANIQUE	ERREUR !
SIGNET NON DEFINI.	
I. INTRODUCTION	21
II. PRESENTATION DE MAXIMO	21
III. MODULES DE MAXIMO	23
IV. CAHIER DE CHARGE	25
V. PRESENTATION DU DEPARTEMENT DE LA MAINTENANCE MECANIQUE	26
VI. ORGANIGRAMME DE DEPARTEMENT MECANIQUE MAINTENANCE	26
VII. DEFINITION DES GAMMES DU TRAVAIL DE SERVICE MECANIQUE	27
VIII. DEFINITION DU NOMBRE DE SOUS-TRAITEMENT+TITULAIRE	31
IX. DEFINITION DES HEURES DISPONIBLES	31
X. DEFINITION DES HEURES REQUISES POUR CHAQUE SECTEUR	31
XI. TCM	32
CHAPITRE IV : MODELISATION DU COMPORTEMENT MECANIQUE ET THERMIQUE DU	
FOUR	37
I. INTRODUCTION	38
II. HISTORIQUE DE FOUR	38
III. STRUCTURE DU FOUR I	39
IV. CAHIER DE CHARGE	48
V. ETUDE 1 : FOUR ROTATIF CAS STATIQUE A FROID	48
VI. ETUDE 2 : FOUR ROTATIF A CHAUD CAS DYNAMIQUE	51
VII. CONCLUSION	57
ANNEXE	
.....	62



Chapitre I : Présentation de LAFARGE



I. Présentation de LAFARGE-Maroc

Le groupe Lafarge, créé en 1833 en France, est aujourd'hui actif sur tous les continents et a connu une importante dynamique de croissance.

En 1995, Lafarge s'est associé de façon paritaire avec la Société Nationale d'Investissement (SNI) afin de créer Lafarge Maroc.

L'année 1996 a vu se réaliser un projet qui a permis à la société de devenir le pôle fédérateur d'un groupe comportant 4 cimenteries CINOUCA (Casablanca), CADEM (Meknès), CEMENTERIE TANGER (Tanger) et CEMENTOS MARROQUIES(Tétouan).

En novembre 1996 CINOUKA et CADEM fusionnent pour devenir Lafarge Ciments. Et en janvier 2000 Tanger et Tétouan fusionnent pour devenir Lafarge Cimentier.

LAFARGE Ciment est le premier cimentier marocain avec une capacité de production qui dépasse les 4.5 millions de tonnes par an et détient plus de 40% de part de marché marocain.

La croissance du marché du ciment dans le Nord du Maroc et la capacité limitée des deux usines de Tétouan et Tanger depuis plusieurs années, ont fait que les responsables de Lafarge Maroc ont décidé la construction d'une nouvelle usine sur un terrain vierge : Usine de Tétouan II.

Lafarge Ciments n'est pas seulement une entreprise économique mais c'est aussi une entité sociale à part entière. Elle compte parmi son effectif plusieurs catégories de travailleurs avec des compétences et des qualifications différentes.

Aussi, elle cherche en permanence à maîtriser sinon à améliorer le niveau de son personnel en lui assurant des séances de formation dans des disciplines variées.

La société porte une attention particulière à la formation en lui consacrant un budget annuel supérieur à 3% de la masse salariale.

La société LAFARGE ciments du Maroc est une filiale de ciments française, qui est classée la 10^{ème} mondiale dans l'année 2011.

II. Organigramme de Lafarge Maroc et Meknès

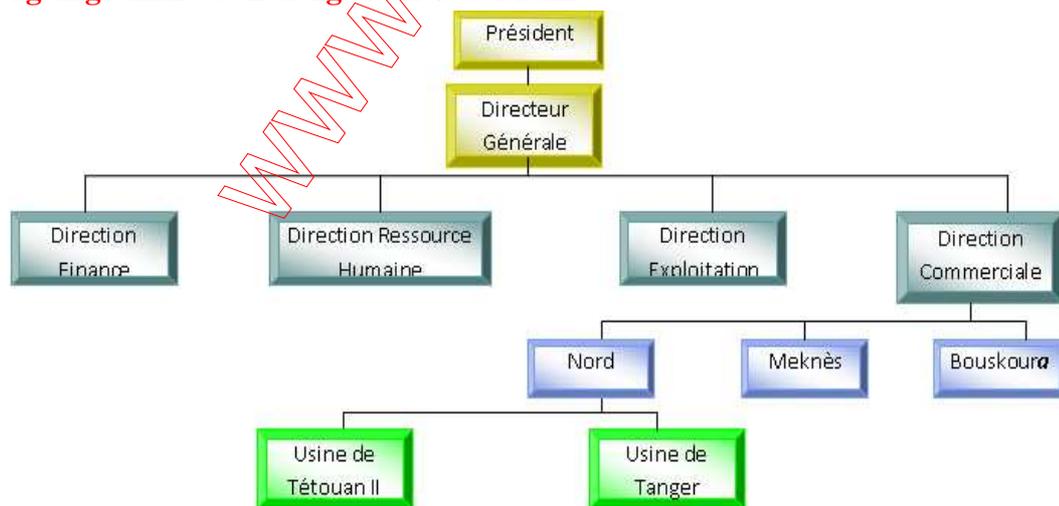


Fig. I.1 : organigramme de Lafarge Maroc.

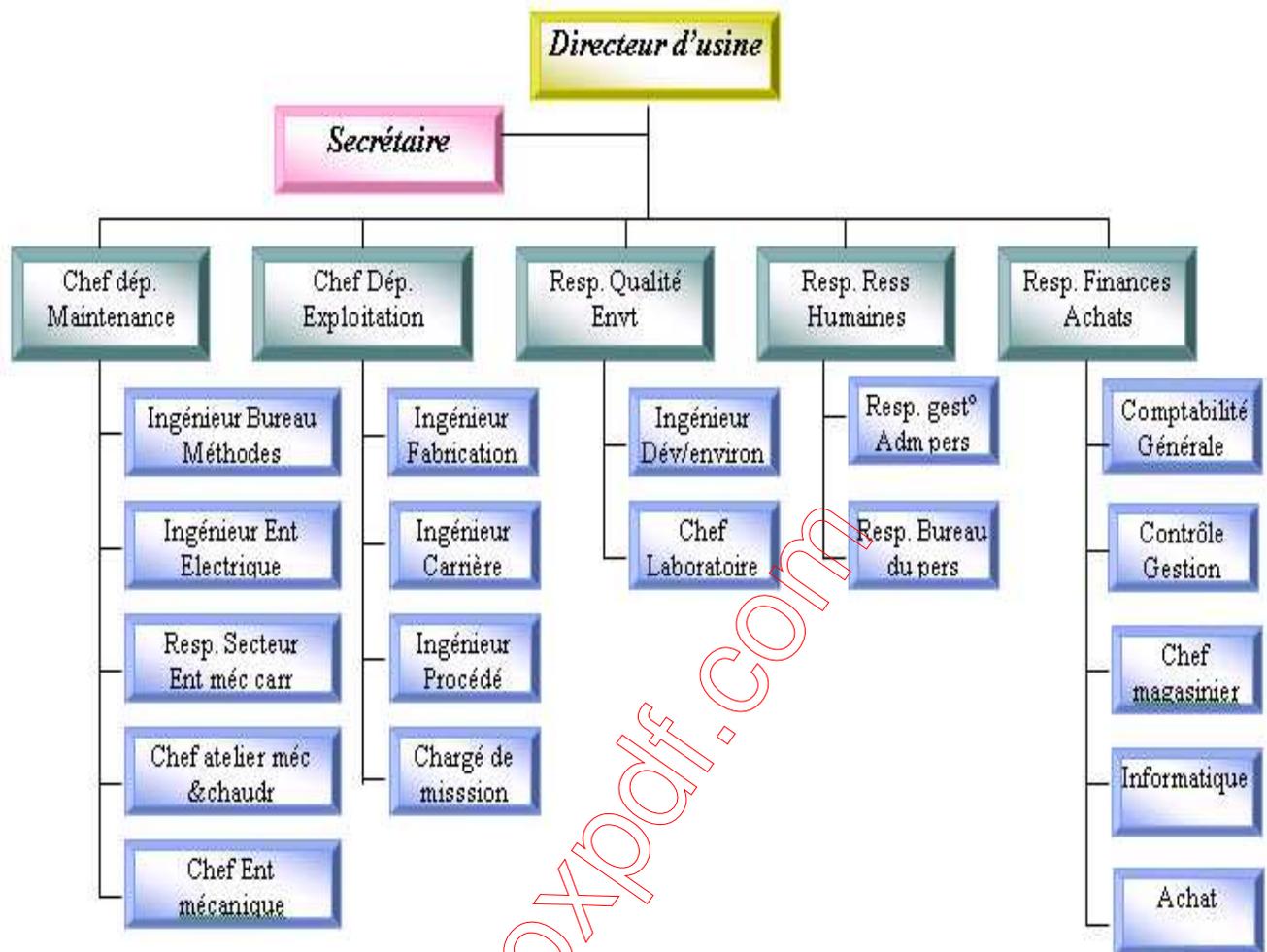


Fig. I.2 : organigramme de Lafarge Maroc.

III. Activités de Lafarge Maroc

Leader marocain des matériaux de construction, Lafarge Maroc est présent à 4 activités : Le ciment, le béton & granulats, le plâtre et la chaux.

Tableau I.1 : activités de Lafarge Maroc

	Activités	Implantation
Lafarge Ciments	Production de ciment : <ul style="list-style-type: none"> • CPJ 35, CPJ 45, CPA 55 • Super blanc CPJ 45 	4 usines <ul style="list-style-type: none"> • Ouest Casablanca • Centre : Meknès • Nord : Tanger et Tétouan
Lafarge Bétons	Fabrication de Béton prêt à emploi	12 centrales à béton : Casablanca, Berrechid, Rabat, Salé, Tanger, Larache, Meknès et Jadida

Lafarge plâtre	Fabrication : <ul style="list-style-type: none"> • de plâtre de construction, de moulage et de moulage industriel • de carreaux de plâtre standards hydrofuges, • De dalles pour plafond. 	Une usine à Safi avec deux fours d'une capacité de 800000t. Une presse à carreaux et un carrousel pour dalles de plafond.
Gravel Maroc	Cette unité de granulats vient en appui au dispositif Béton	située à Khayayta Berrechid
Chaux	Fabrication de <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chaux vive en roche ▪ Chaux vive moulue en vrac ▪ Chaux vive hydratée en vrac 	Sur le site de l'ancienne cimenterie de Tétouan.

IV. Présentation de Lafarge Meknès

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 réalisées pour augmenter le niveau de production (adjonction d'un deuxième four en 1969 avec un nominal de 900 tonnes/jour, installation de broyeur 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.

Toujours à la recherche de techniques de pointe de nature à, améliorer le rendement de ses installations et de leurs exploitation, CADEM a lancé dès 1982 un vaste programme d'économie d'énergie qui se résume comme suit :

- Substitution du combustible solide (charbon et coke de pétrole au fuel dont les coûts sont devenus prohibitifs) ;
- Conversion de son procédé de fabrication de la voie humide à la voie sèche. Ce projet dont les ateliers ont démarré en Janvier 1985 a été réalisé dans des délais et à un coût performant ;
- 1990 : la capacité de production passe de 1500 à 1800 t/j, grâce à des modifications au niveau du précalcinateur et du refroidisseur.
- 1993 : démarrage de la deuxième ligne de cuisson d'une capacité de 1200 t/j.

Dans le cadre de la privatisation des cimenteries (Tanger, Tétouan et Meknès au profit de LAFARGE Maroc, la CADEM est devenue sa propriété au début de l'an 1996).

Les ventes de l'usine de Meknès représentent 30 % des ventes LAFARGE MAROC, qui sont réparties comme suit : 75 % en CPJ 35 et 25 % en CPJ 45, les deux seules qualités produites par l'usine .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 sans la ville de Kenitra.

N.B :l'usine de Meknès est le seul qui produit le ciment prise mer au Maroc sur commande.

V. Différents services de LAFARGE

1. Service fabrication

Ce service est chargé de la conduite des installations à fin de produire une matière de qualité, et ceci en planifiant des arrêts pour l'entretien, l'optimisation des Performances, l'analyse des dysfonctionnements et dans un but global de réduire le coût de production.

2. Service Procédé Système

Il a pour tâche principale l'optimisation des procédés/performance par l'analyse des dysfonctionnements processus, le suivi des indicateurs de performance, les consignes processus, l'audit et la proposition des améliorations ainsi que la gestion par l'informatique industrielle (SC C/ Luice / IP 21).

3. Service Bureau Méthodes

Se charge de l'organisation et l'optimisation de la maintenance. Cette mission est réalisée par l'intermédiaire de visite et diagnostique des installations, suivi de l'état des équipements, préparation des travaux, planification des opérations des entretiens, gestion des pièces de rechange, optimisation des coûts.

4. Service Maintenance Mécanique

A pour mission principale la réalisation des procédures de travail, de l'organisation des équipes et de la qualité d'exécution. Il veille ainsi au respect du rapport Coût / Budget et de la sécurité / Environnement.

5. Service Maintenance Electrique

Se charge de la réalisation des opérations d'entretien électrique. Il est garant de la fiabilité électrique et des instrumentations, des procédures de travail, de l'organisation des équipes, de la qualité d'exécution.

6. Service Sécurité

Il est le moteur pour la réalisation et l'encadrement de l'effectifs de l'usine pour produire un ciment avec un objectif de zéro accident il a pour mission l'animation de la sécurité, le soutien de la hiérarchie en matière de sécurité, l'animation d'un comité de sécurité usine, instauration des procédures de sécurité, le reporting sécurité et la gestion du réseau sécurité inter usines.

7. Service Finance - Gestion

Ce service a pour mission la gestion de la comptabilité générale et analytique dans le but d'assurer une conformité à la réglementation et la législation. Pour se faire le service assure la gestion des procédures comptables, fiscales et financières, la gestion des processus budgétaires, la consolidation reporting, l'analyse des coûts ainsi que la gestion du patrimoine foncier avec le siège.

8. Service Ressources Humaines

Ce charge de la gestion des ressources humaines, et plus précisément la gestion administrative du personnel non cadre, l'application de la législation du travail, la gestion des relations avec les représentant du personnel, l'instauration d'un bon climat social, l'établissement des plans de formation et l'assurance d'une parfaite communication interne.

9. Service Achat

Il a pour principale mission la gestion des stocks suivant les politiques achats du groupe et le respect des procédures également du marketing achats, l'homologation des fournisseurs commandes et le suivi des livraisons.

10. Service Formation

Le projet formation se charge :

- suivie par les collaborateurs de l'usine du module de formation et de sensibilisation à l'environnement ;
- Traiter l'ensemble des formations et stages pour tous les employés de l'usine.

11. Secteur utilité

Ce secteur fait partie du département maintenance, il s'occupe entre autres du circuit poussière, circuit d'eau froide, circuit d'eau chaude et du circuit **d'air comprimé**.

12. Service contrôle qualité

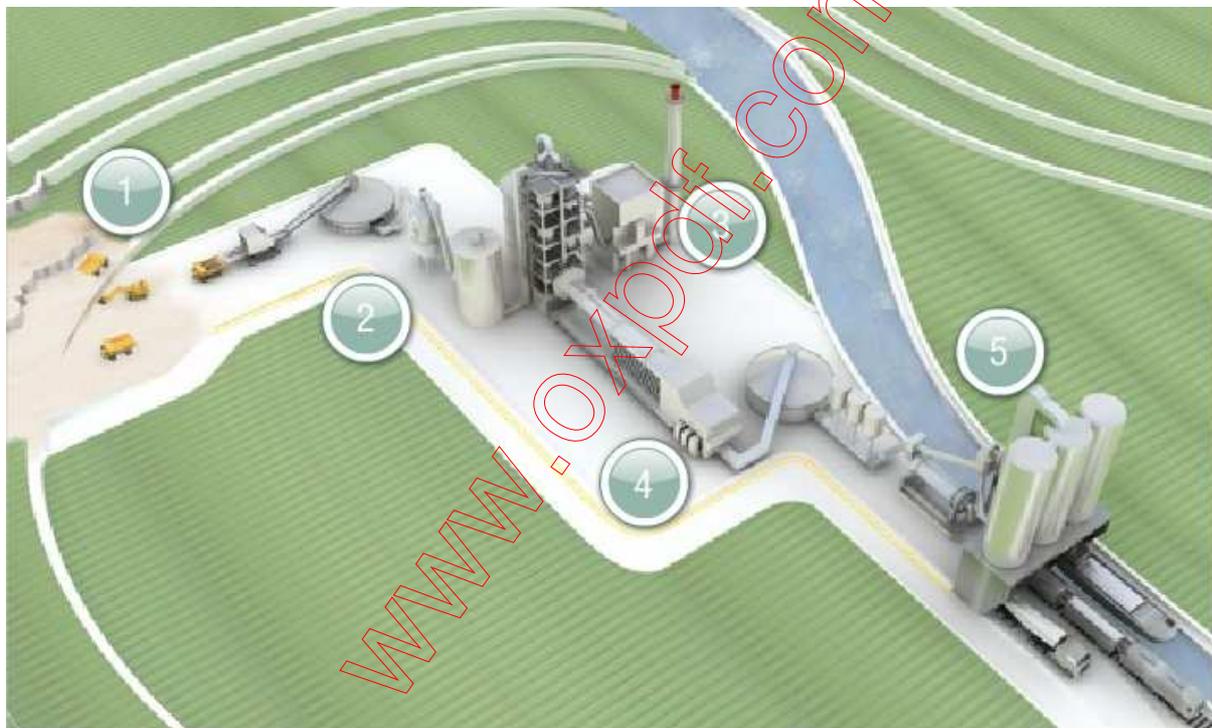
LAFARGE CEMENTS, Usine de Meknès est dotée d'un laboratoire équipé de tous les équipements nécessaires à la réalisation des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'aux expéditions du produit fini et ce conformément aux normes en vigueur et aux besoins de la clientèle. Le personnel de ce laboratoire ayant en charge le contrôle de la qualité est compétent et suit des formations continues en matière de contrôle de qualité et selon un planning de formation préétabli.

Ce laboratoire est divisé en plusieurs départements, agencés de telle sorte à assurer une bonne réception, identification, et conservation des échantillons ainsi que la réalisation de tous les essais.

www.oxpdf.com



Chapitre II. : Processus de fabrication du ciment



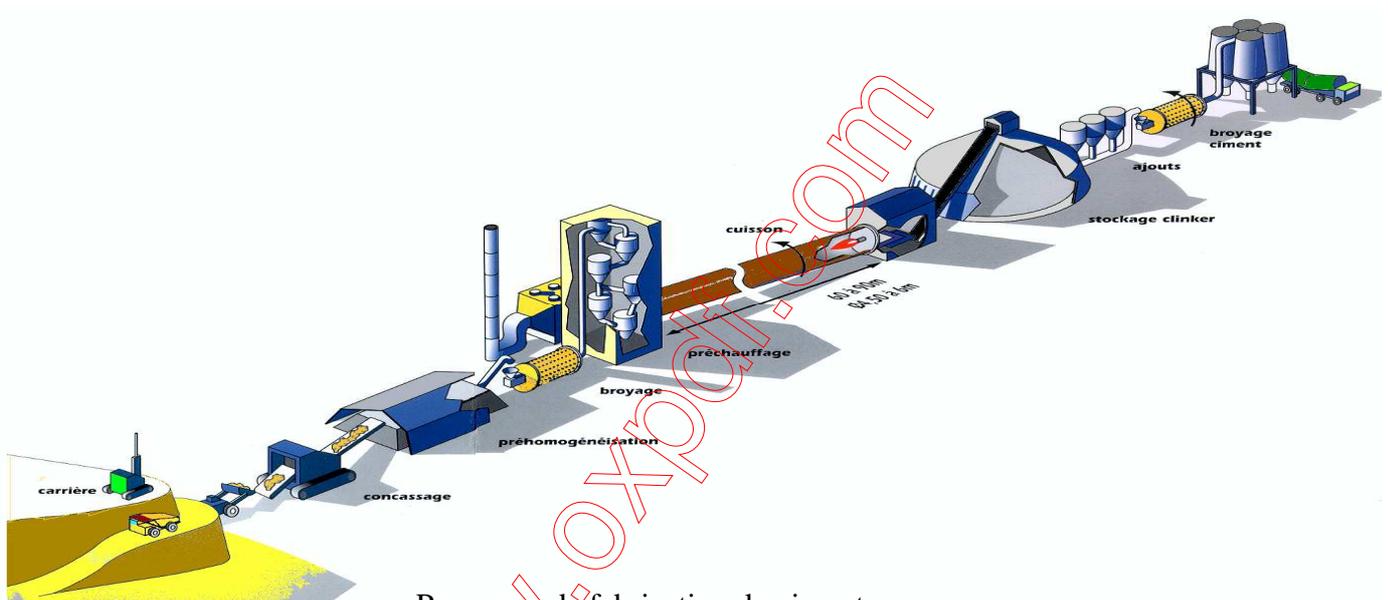
I. Processus de fabrication du ciment

Compte tenu du paysage économique actuel ou la mondialisation exacerbe la concurrence entre les entrepris, en particulier dans le secteur du ciment au Maroc.

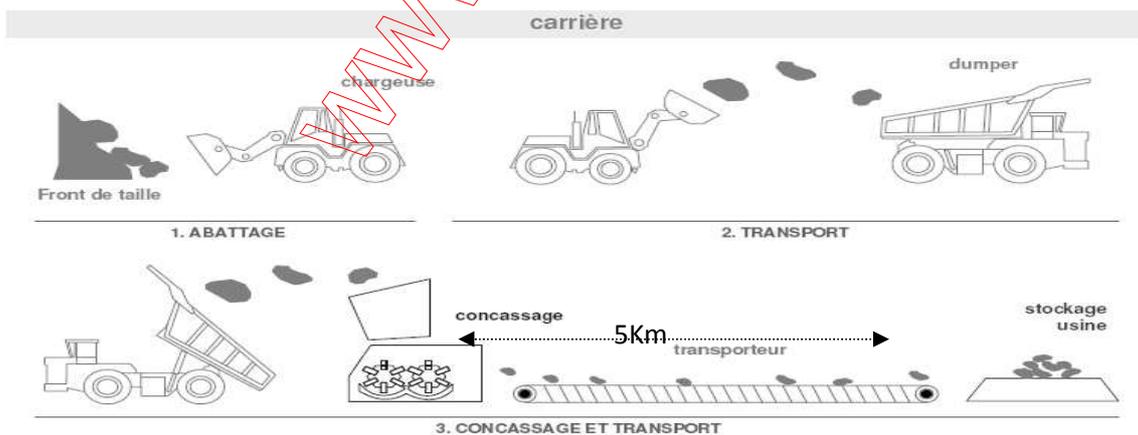
LAFARGE ciments dans laquelle nous avons effectué notre projet industriel de fin d'Etudes, occupe une place importante dans le marché national. En effet, les ventes de l'usine de Meknès représentent 30% des vents de LAFARGE Maroc.

La fabrication de ciment en LAFARGE se fait par voie sèche, la production est composée par cinq secteurs :

- ✚ Secteur carrière.
- ✚ Secteur broyage cru.
- ✚ Secteur cuisson.
- ✚ Secteur broyage clinker
- ✚ Secteur ensachage.



1. Secteur carrière



LAFARGE ciments usine de Meknès dispose de deux carrières pour l'extraction de la matière première soit par explosive soit par arrachage

1.1. Concassage

Cette opération a pour but de réduire la granulométrie des blocs de pierres en fragments de faible dimension (inférieur à 80 mm).

On utilise principalement deux types de concasseurs :

Concasseur à mâchoires et concasseur à marteaux pour obtenir une granulométrie de 0 à 40 mm

LAFARGE-Ciment usine de Meknès dispose de deux ateliers de concassage équipés de crible à disques :

- Concasseur HAZEMAG, assurant un débit : 900 t/heure
- Concasseur FCB, assurant un débit : 400t/heure



Figure 1: Concasseur à marteau

L'acheminement de la matière de la carrière jusqu'à l'usine est assuré par une bande transporteuse (CURVODUC).

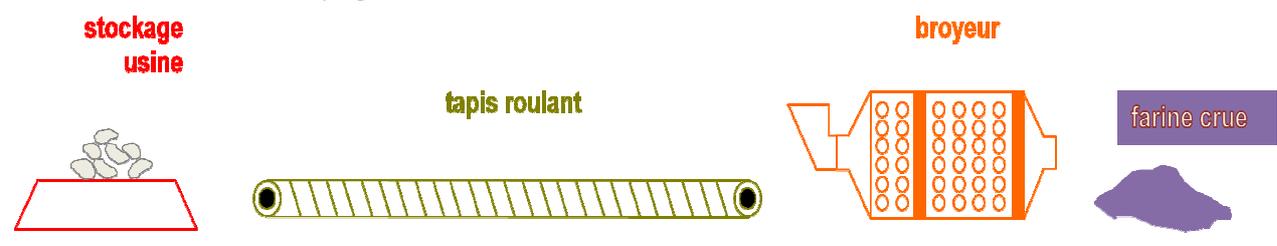
1.2.L'échantillonnage

Pour déterminer la classe de qualité de la matière, l'usine de Meknès est équipée d'une tour d'échantillonnage de type ITECA à 4 étages, constituée de trois coupeurs, qui dévient une partie du flux vers le circuit de tour et de deux concasseurs pour réduire la granulométrie de la matière échantillonnée.

1.3.Sécurité

Le recours à des équipements mobiles (chariots élévateurs, camions, chargeuses, pelleuses, etc.) est un aspect important des opérations cimentières. Afin de réaliser et de maintenir une activité sans accident, le Groupe a établi des recommandations précises. Des plans de circulation, par exemple, sont obligatoires pour définir les opérations et les mouvements de tous les types d'équipements mobiles sur l'ensemble du site (la carrière, les entrepôts, les salles intérieures, etc.)

2. Secteur broyage cru



Secteur broyage cru.

2.1. Préhomogénéisations

LAFARGE-Ciments usinent de Meknès dispose de deux Préhomogénéisations



Figure 2: Préhomogénéisation

Le mélange est réalisé dans un hall de pré homogénéisation où la matière est mise sous forme de couches horizontales superposées (tas). La reprise de la matière est faite verticalement à l'aide d'un hers et par gratteur assurant la régularité de la matière envoyée à l'usine par tapis transporteurs.

L'usine dispose actuellement de deux halls de pré homogénéisation de capacité 36000 tonnes chacun.

2.2. Alimentation broyeur 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 : Roche riche en Oxyde de fer.

2.3. Stockage des Matières Premier

Le stockage se fait dans des trémie de capacité de 35000 tons.

2.4. Broyage du Cru

Le broyeur cru est un broyeur vertical à 3 galets ayant une capacité de 160t/h. Les matières premières extraites des trémies alimentent le broyeur via la goulotte à deux voies.

Le crû ainsi dosé est séché et broyé dans deux broyeurs (BCI et BCII) de type polysius et. Le but de cette étape est d'obtenir une granulométrie bien déterminée pour améliorer la réactivité de la matière et obtenir ainsi un bon clinker. Le paramètre qui indique la qualité du broyage est le pourcentage des rejets d'un tamis de maille de 100 μm dans le crû, pour dire que le broyage est bon, ce rejet ne doit pas dépasser 10%.

A la fin de broyage la matière première est dirigée vers un séparateur qui sélectionne les particules selon leurs grosseur.



Figure 3: Broyeur Cru

1.1. Stockage de Cru

Deux silos d'homogénéisation assurent le mélange et le stockage de la farine avant la cuisson. La farine est acheminée au silo d'homogénéisation par des systèmes aéro-glissières. Ainsi on a 2 silos type IBAU de capacité

Silo n° 1 : 7.500 t

Silo n°2 : 5.000 t

1.2. Sécurité

Les rouleaux des transporteurs ; les tombeurs ; les moteurs électriques ; toutes machines qui ont un axe de rotation sont protégées par un gréage.

Obligatoire de tenir casque de sécurité ; les lunettes ; chaussures de sécurité ; un gilet de haute visibilité et pour les ouvriers des gants (EPI)

Avant de commencer la réparation d'une installation il faut la déclarer au service de fabrication

Pour le coupeur locale et plus il doit couper le disjoncteur de la machine est verrouillée avec un cadenas et pour plus de la sécurité faire un obstacle mécanique entre le moteur et le récepteur.

3. Secteur cuisson



Figure 4: Cuisson

La cuisson recouvre toutes les étapes de transformation chimique de la farine crue, jusqu'à la formation du clinker.

A la cuisson, les composants du mélange cru se décomposent et, en se recombinaient entre eux, ils forment de nouvelles liaisons minérales : ce sont les minéraux du clinker. L'écriture chimique de ces liaisons est simplifiée en utilisant les lettres C pour CaO (chaux), S pour SiO₂ (silice), A pour Al₂O₃ (alumine) et F pour Fe₂O₃ (oxyde de fer).

3.1. Tour de Préchauffage

L'échangeur amont a pour but de préparer la matière (déshydratation) avant son introduction au four.



Figure 5: Tour de Préchauffage

3.2.Four rotatif

La cuisson de la farine est l'opération qui permet d'obtenir le clinker, elle se fait à une température voisine de 1450°C dans un four rotatif et cylindrique tournant de 1,5 à 3 tours/minute.

L'usine dispose de deux fours rotatifs légèrement inclinés afin de faciliter le passage de la matière :

Four I : avec une capacité de production de 140t/h

Four II : avec une capacité de production de 90t/h

3.3.Refroidisseur

Le clinker sortant du four tombe dans le refroidisseur où il est trempé, une partie de la chaleur qu'il cède est récupérée par l'air utilisé pour la combustion du coke à l'entrée du four



Figure 6: Refroidisseur

Le transport de matière se fait par de bond métallique.

3.4.Sécurité

Le port des équipements de protection individuelle (EPI) est obligatoire dans toute l'enceinte du site, à l'exception de la salle de contrôle. Ces équipements comprennent un casque, un gilet de haute visibilité, des lunettes de protection et des chaussures renforcées. Pour certaines tâches, le port d'une ceinture de sécurité, d'un masque anti poussière ou des gants est également exigé.ces normes sont exigées dans tous les secteurs pour tous les ouvriers.

Intérdet d'attaque la matière dans le cas d'une fuite (la matière de température minimale 800°C)

4. Secteur broyage clinker



Figure 7: Broyage Cuit

4.1. Hall

Une fois refroidi, le clinker est stocké dans un hall d'une capacité de 60000t. Le transport de matière se fait aussi par un bond métallique vers le broyeur à boulets.

4.2. Broyeur à boulets

Le clinker est broyé dans un broyeur à boulets (disposé horizontalement) avec des ajouts de matières secondaires (calcaire, gypse...). L'atelier de broyage est équipé de trois broyeurs à boulets nommés BK3, BK4 et BK5.

Le broyage a pour but de réduire la taille des grains du clinker.

La première chambre de concassage qui contient des boules de 50 à 90mm ; pendant la rotation du broyeur les boules s'entrechoquent brisant ainsi la matière qui passe à la deuxième chambre avec des dimensions de 12 à 15mm.

La deuxième chambre est celle de finition, contenant des boules de 20 à 40mm, au cours de la rotation du broyeur les boules s'entrechoquent avec la matière provenant de la première chambre à travers la cloison par aspiration. Cette matière sort du broyeur sous forme de grains très fins.

Le broyage est une opération très coûteuse, elle consomme environ 50% de l'énergie consommée par l'usine.

4.3. Alimentation broyeur ciment

Pour le bâtiment alimentation broyeur ciment, il comporte trois trémies où sont stockés :

- a- Le clinker
- b- Le gypse
- c- Le calcaire

Les trois comportements seront dosés par des doseurs installés sous les trémies. Chaque doseur est ajusté régulièrement en fonction des contrôles qualité du produit fini et des consignes visées.

Le service qualité donne les pourcentages en clinker et ajouts requis en fonction de la qualité du ciment souhaitée.

Les matériaux ainsi dosés sont transportés par le convoyeur à bande jusqu'au broyeur ciment.

Le broyeur ciment est un broyeur à boulets, type commande centrale ayant une capacité de 80t/h.

4.4. Séparateur

La matière ainsi sortant du broyeur est transportée par des aéroglesseurs et élévateur à godets jusqu'au séparateur pour la classification.

Quant au refus du séparateur, il est transporté par un aéroglesseur, pesé par un débitmètre à palette, puis réintroduit dans le broyeur ciment.

4.5. Ajouts

Il existe deux types d'ajouts :

Des ajouts actifs : qui présentent des propriétés hydrauliques (laitier)

Laitier « obtenu par refroidissement très rapide dans l'eau de la scorie fondue de haut fourneau. Il est riche en SiO_2 et Al_2O_3 et Fe_2O_3 . »

Des ajouts inactifs « filler : Calcaire »: roche finement broyée qui n'a pas de propriétés hydrauliques mais sa finesse donne une meilleure capacité de la pâte.

L'usine produit deux types de ciment portland avec ajouts « selon le besoin de la clientèle et du marché » :

CPJ 35 : ciment portland avec ajout contenant au moins 63% de clinker.

CPJ 45 : ciment portland avec ajout contenant au moins 66% de clinker

CPJ 55 : ciment portland avec ajout contenant au moins 75% de clinker

Selon la qualité du ciment à produire, le service Qualité Environnement Carrière préconise les pourcentages optimums en clinker, gypse et calcaire d'ajouts.

Constituants	CPJ 45	CPJ 35
Clinker	79,3 %	67.4 %
Calcaire	17.8 %	30.2%
Gypse	2.9 %	2.4 %

Tableau 1: Pourcentage du clinker/Gypse et Calcaire

4.6. Sécurité

Les interventions sur les machines sont soumises à une procédure de consignation. Il faut d'abord veiller à bien préparer l'intervention en identifiant les personnes chargées des opérations. Ensuite, pour isoler les énergies, il faut appliquer la séquence appelée «LOTOTO », qui se décompose en « LO » (« lock out ») pour « verrouiller physiquement les commandes par un cadenas », « TO » (« tag out ») pour « étiqueter de manière à identifier qui a posé le cadenas, quand et pourquoi » et « TO » (« try out ») pour « tester et s'assurer que l'alimentation en énergie a été correctement coupée sans risque de remise en marche ». Les machines peuvent désormais être inspectées sans risque !

5. Ensachage et expédition du ciment

Après sa fabrication, le ciment est acheminé, par voies pneumatiques ou mécaniques, vers des silos de stockage dont la capacité est de plusieurs milliers de tonnes.

Pour ceci, l'usine dispose de 3 ensacheuses rotatives (Haver), de débit 90t/h chacune disposées selon le tableau suivant :

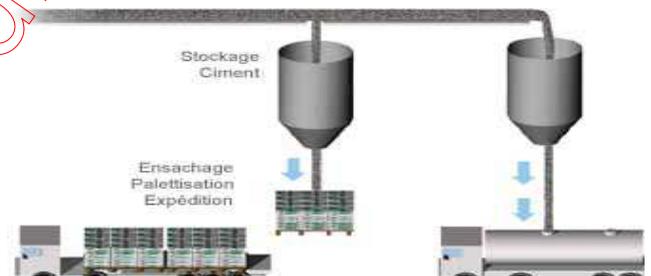


Figure 8: Livraison en Vrac

Type machine	de	Débit t/h	N° silo	Capacité des silos	Type ciment
Haver n° 1		90	1 ou 2	Silo1 : 5000 t	CPJ 35
Haver n° 2		90	1 ou 2	Silo2 : 5000 t	CPJ 35
Haver n° 3		90	1 ou 7	Silo 7 : 5000 t	CPJ 45

Tableau I.2 : Liste des machines d'ensachage



Figure 9: Silos de stockage Ciment

5.1. Expédition

Il est expédié vers les lieux de consommation sous deux formes :

En sac : Les sacs contiennent généralement 25 ou 50 Kg de ciment sur lesquels est marquée la classe de résistance du ciment (35 ou 45).

En vrac : la livraison du ciment en vrac se fait sur des citernes. Le ciment est injecté avec l'air dans la citerne jusqu'à ce que le tonnage soit atteint



5.2. Sécurité

La sécurité des ouvriers dans LAFARGE est une loi de travail dans tous les secteurs pour atteindre zéro accident et respecter les sentiments des ouvriers.

www.oxpdf.com



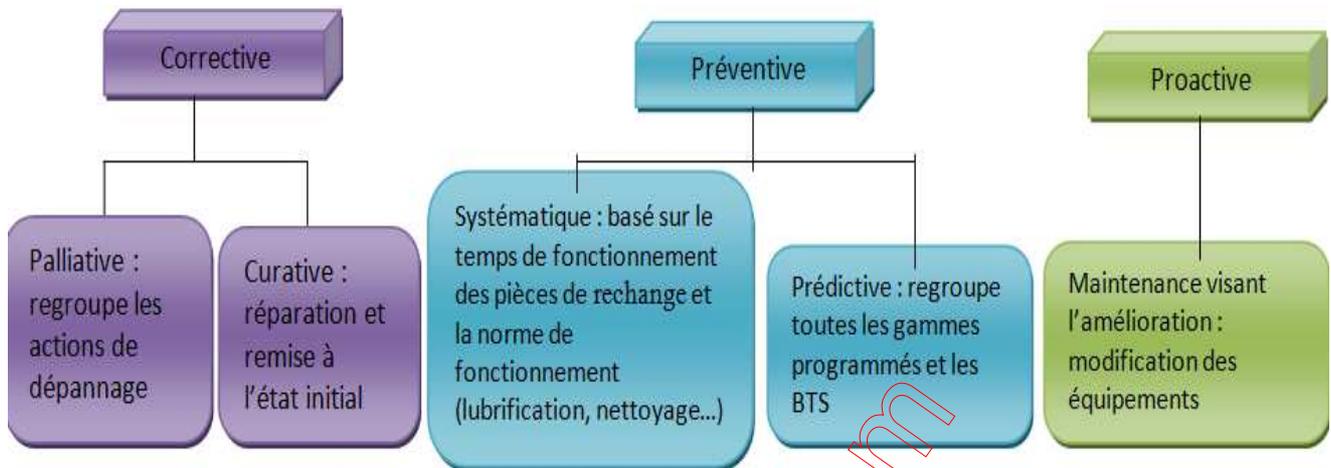
Chapitre III. : Le taux de couverture en maintenance mécanique



I. Introduction

Ensemble d'actions qui permettent de maintenir ou rétablir un système dans un état spécifique pour assurer une fonction requise, à un coût global optimisé.

Les activités du département de la maintenance mécanique sont classées comme suit :



La stratégie de la maintenance mécanique :

Type de Maintenance	Actions	Base	Caractéristiques
Corrective	Réparer lorsque c'est nécessaire	Panne	Coût important
Préventive	Visiter et Réparer	Temps	Charge de travail importante
Prédictive	Mesurer et Prévoir	Conditions du matériel	Outillage important
Proactive	Mesurer & Analyser Mesurer & Corriger Analyser & Améliorer	Analyse	Effort intellectuel important

II. Présentation de MAXIMO

1. Introduction

MAXIMO EST UN PROGICIEL DE GMAO, il a été installé à LAFARGE Ciment Usine de Meknès en juin 1999, pour informatiser la maintenance préventive lancée précédemment.

Les principales phases de la mise en place de MAXIMO sont :

- ❖ Réflexion sur la codification usine.
- ❖ Réflexion sur la mise à jour des gammes.
- ❖ Saisie des emplacements issus de la codification.
- ❖ Saisie des gammes mises à jour.
- ❖ Réflexion sur les fiches techniques.
- ❖ Saisie des fiches techniques.
- ❖ Formation et rodage des utilisateurs finaux.

L'ensemble de l'usine a été lancé dans MAXIMO zone par zone suivant le planning.

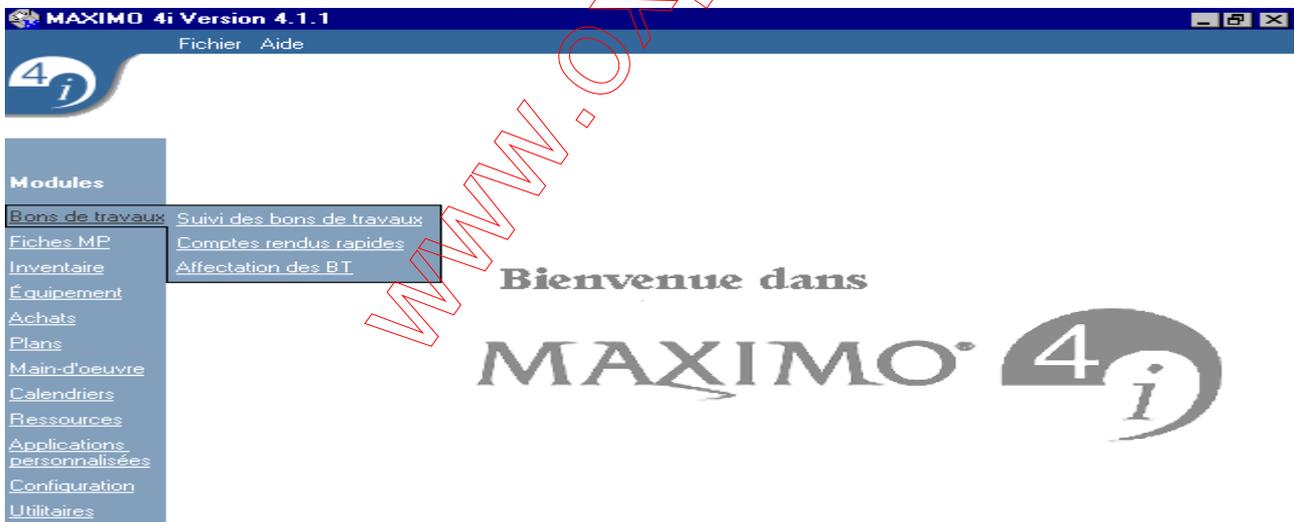
1.1. Présentation MAXIMO



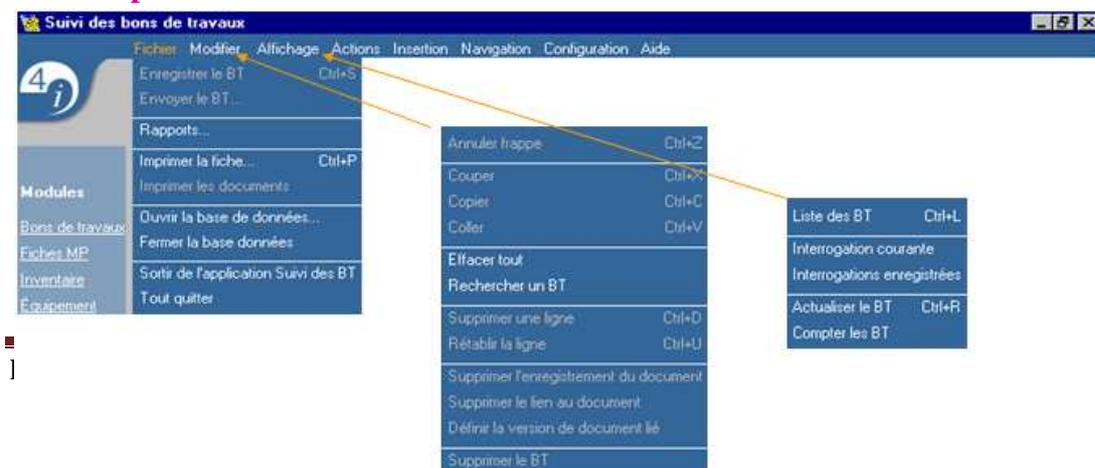
1.2. Connexion au système : Dialogue d'accueil



1.3. Menu principal : modules, applications



1.4. Options situées dans la barre de menu



2. Objectifs

Le progiciel MAXIMO permet :

- ❖ La détermination de la tâche précise de chaque responsable.
- ❖ La formalisation des fonctions de la maintenance :
 - Visite.
 - Préparation.
 - Exécution
- ❖ La contribution à la valorisation de la fonction méthode.
- ❖ Une augmentation très importante du nombre des BT générés par des opérateurs de visite et d'exécution.
- ❖ Une identification précise des opérations à exécuter lors des arrêts programmés des ateliers.
- ❖ Une élimination des risques relatifs aux pertes des documents (BT ; DT ; bulletin ...).
- ❖ Un accès instantané aux principales informations issues du module stock.
- ❖ Une analyse rapide de l'historique des interventions (opérations, coûts.)
- ❖ Une facilité de la mise à jour de l'ensemble des éléments de la base (codification ; gammes ; fréquence ...)
- ❖ Un suivi des coûts de maintenance.
- ❖ Un suivi du personnel.
- ❖ L'appropriation de l'outil informatique par l'ensemble des opérationnels de la maintenance.

III. Modules de MAXIMO

Le progiciel MAXIMO donne accès aux modules suivants :

- ❖ Bons de travaux
- ❖ Préventif
- ❖ Stocks
- ❖ Equipement

1. Bons de travaux

1.1. Bons de travaux

L'application « bons de travaux » permet de proposer, préparer, planifier, examiner et approuver les BT pour l'équipement et les emplacements.

Lorsqu'un BT est créé dans MAXIMO, le processus de maintenance est amorcé et l'enregistrement de l'historique du travail en cours d'exécution est déclenché automatiquement.

La création des BT peut se faire soit à travers une génération automatique via des applications MAXIMO, soit à travers une création manuelle.

1.1.1. Plan

Cette fenêtre permet de créer, voir et modifier les listes d'opération, de main d'œuvre et de corps de métier, d'articles et d'outils prévus pour le plan de travail figurant sur le bon de travail.

Lorsqu'on insère une gamme d'opérations sur un BT ou on veut créer une BT qui en comporte déjà une, MAXIMO crée une copie de cette gamme, Appelée plan de travail, sur le BT.

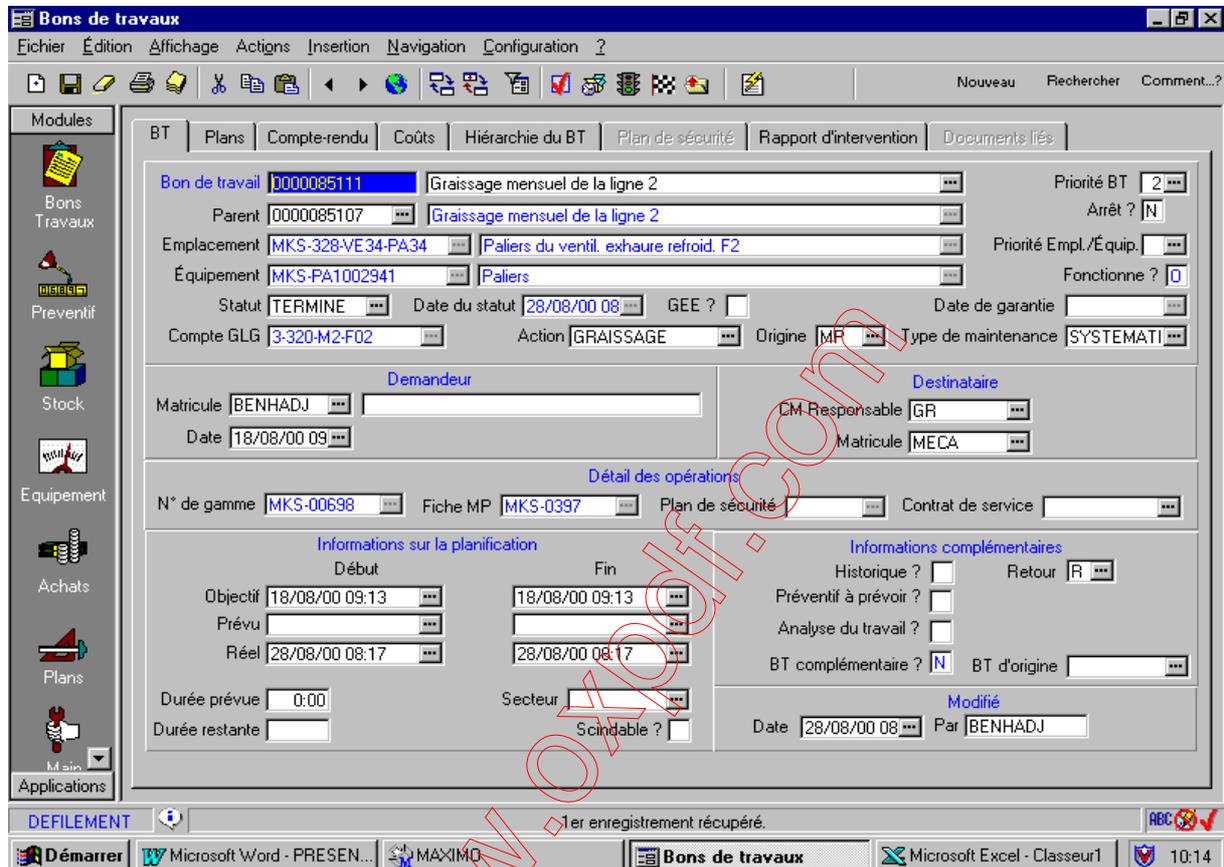
Le plan de travail contient l'ensemble des opérations de travail et les besoins de la main d'œuvre, de matériel et de l'outillage qui sont créés dans la Gamme d'opérations, et qui sont nécessaires pour exécuter le BT.

1.1.2. Compte-rendu

Cette application permet de saisir, consulter et modifier les listes d'opérations de main d'œuvre et de corps de métier, d'articles et d'outils utilisés sur le bon de travail.

1.1.3. Coûts

Cette application affiche les coûts de main d'œuvre, les coûts de matériel (pièces de rechanges), d'outillage et de service, et les coûts totaux à plusieurs niveaux du cycle du BT



The screenshot shows the 'Bons de travaux' application window. The main form is titled 'Bon de travail' and contains the following fields:

- Bon de travail:** 0000085111
- Parent:** 0000085107
- Emplacement:** MKS-328-VE34-PA34
- Équipement:** MKS-PA1002941
- Statut:** TERMINE
- Date du statut:** 28/08/00 08
- Compte GLG:** 3-320-M2-F02
- Action:** GRAISSAGE
- Origine:** MP
- Type de maintenance:** SYSTEMATI

Additional sections include:

- Demandeur:** Matricule BENHADJ, Date 18/08/00 09
- Destinataire:** CM Responsable GR, Matricule MECA
- Détail des opérations:** N° de gamme MKS-00698, Fiche MP MKS-0397
- Informations sur la planification:** Début (Objectif, Prévu, Réel) and Fin (Objectif, Réel) times.
- Informations complémentaires:** Historique, Retour, Analyse du travail, BT complémentaire, BT d'origine.

The interface also shows a taskbar with 'Bons de travaux' and 'Microsoft Excel - Classeur1' open, and a system clock showing 10:14.

1.2. Demande d'intervention

Cette application permet de créer des BT correctifs, préventif ou amélioratif. Le demandeur ne fait pas partie de l'équipe de maintenance.

Une demande d'intervention propose presque les mêmes fonctions que celles des bons de travaux.

1.3. Compte rendu rapide ou BT à posteriori

Cette application permet de créer des BT au statut en cours pour les travaux déjà exécutés ou pour générer un rapport à leurs propos, elle traite uniquement la maintenance corrective.

Elle permet aussi d'entrer des informations sur l'utilisation réelle de la main d'œuvre et de l'outillage ou faire des rapports sur des incidents (pannes d'équipements; arrêt non programmé).

2. Préventif

Cette application permet de créer des enregistrements de fiches MP et d'en générer des bons de travaux. Les enregistrements des fiches MP sont des modèles contenant des informations sur les gammes d'opérations et la planification des immobilisations du travail. Les enregistrements des fiches MP de référence sont des modèles pour les autres fiches MP appelées fiches MP associées.

Les bons de travaux peuvent être générés soit à partir des fiches MP uniques, soit des fiches MP qu'on regroupe dans une hiérarchie.

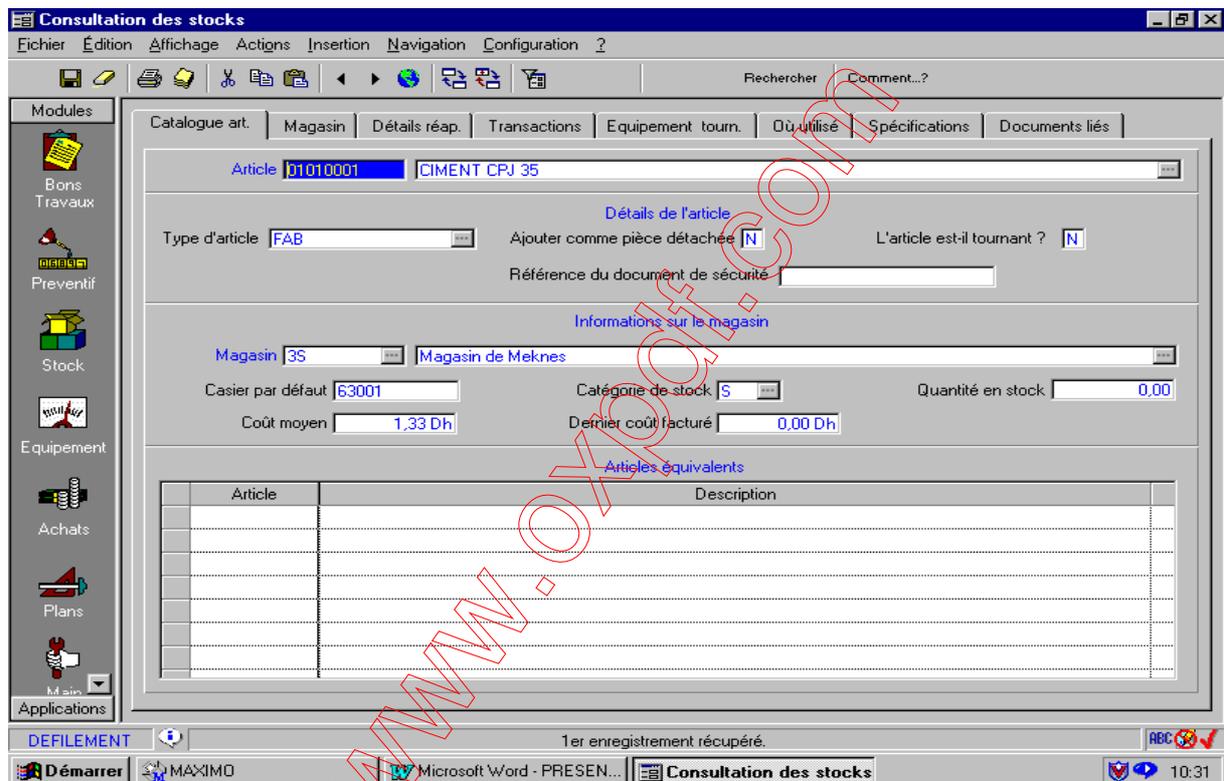
3. Stock

Ce module permet de visualiser le stock, suivre et de réserver les mouvements d'entrée et de sortie des articles, ou le déplacement d'un emplacement à un autre. Il permet également d'effectuer un suivi de fournisseurs d'articles, des emplacements où se trouvent certains articles et leurs équipements qu'on peut utiliser en cas de nécessité.

4. Equipement

L'application équipement rassemble toutes les caractéristiques et les informations sur les équipements telles que le numéro, la catégorie, l'emplacement, les fournisseurs, le statut et les coûts de la maintenance.

Les équipements sont générés automatiquement à travers les créations des emplacements.



IV. Cahier de charge

Le taux de couverture en entretien TCE : est un ratio entre les heures disponibles et les heures requises, qui permet d'équilibrer les tâches exécutives par rapport aux mains d'ouvres pour rendre du bénéfice à la société.

1. Problématique

Le budget du département maintenance mécanique ne satisfait pas tous les dépenses des équipements (machines, mains d'œuvre, formations, sécurité des équipements, l'introduction des autres entreprises...)

2. L'objectif

Le département de la maintenance mécanique cherche d'atteindre l'autosuffisance par réduire la proportion d'ouvriers si nécessaire et équilibrer entre les tâches et les ouvriers.

3. Travail demandé

- ❖ Définir les tâches mécaniques faites par les personnes titulaires et les personnes sous-traitantes pour chaque secteur.
- ❖ Définir les heures d'exécution des tâches mécaniques (prévu, imprévu) pour chaque secteur ainsi que le nombre d'ouvriers nécessaire pour l'exécution de ces tâches.
- ❖ Calculer le taux de couverture en maintenance

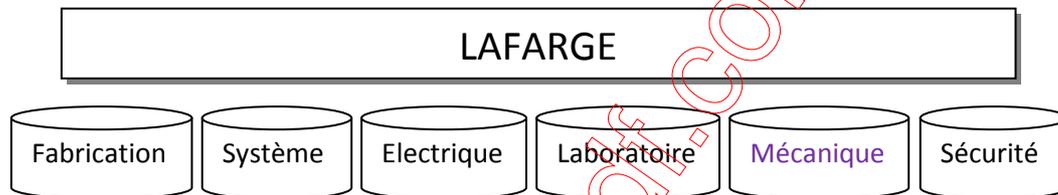
$$TCM = \frac{\text{Les heures disponibles}}{\text{Les heures requises}}$$

L'heure disponible : c'est l'horaire réel de l'ouvrier dans une année (2011).

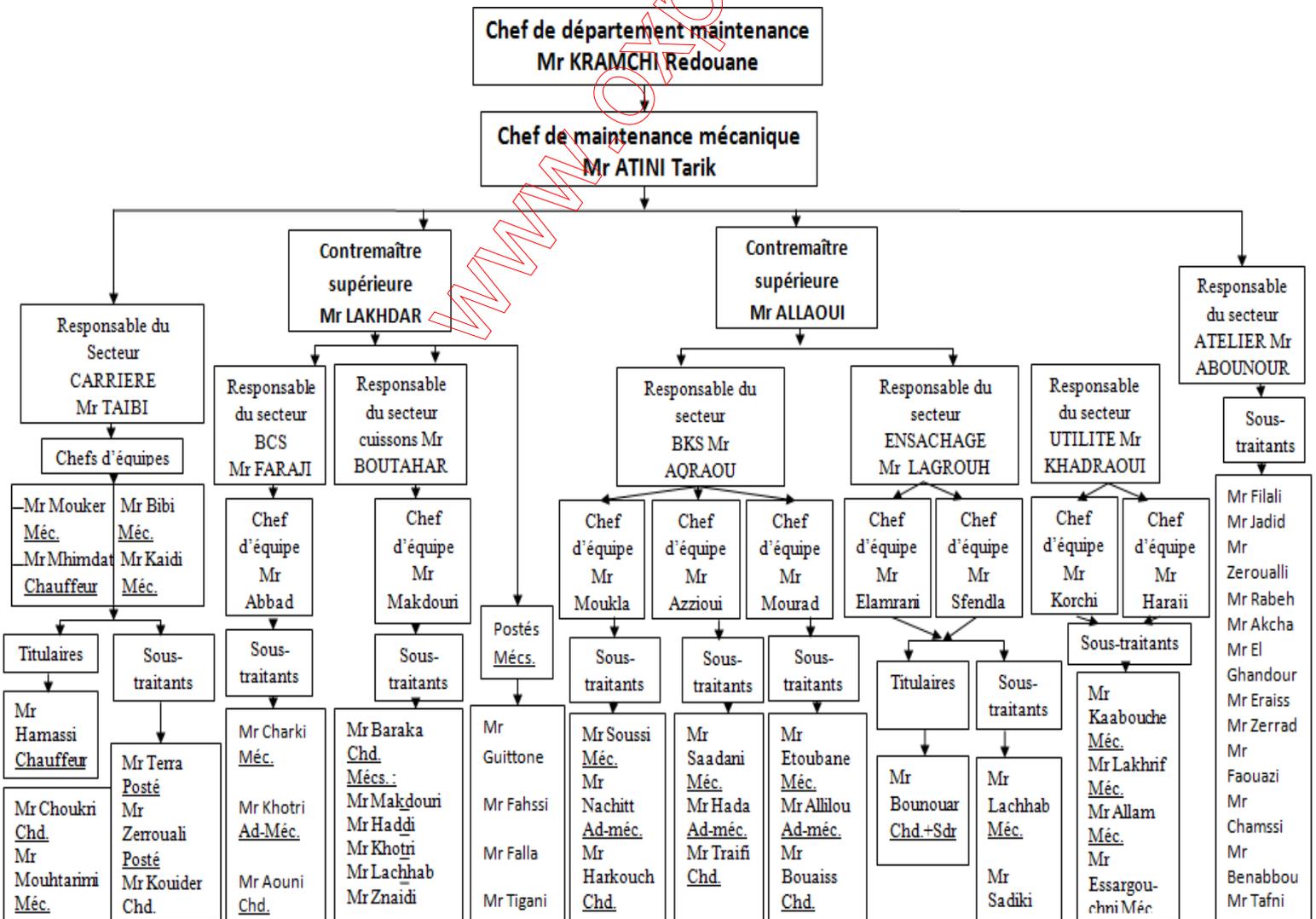
L'heure requise : c'est l'horaire d'exécution d'une tâche mécanique (prévu, imprévu)

V. Présentation du département de la maintenance mécanique

Le département de la maintenance mécanique présente une clé de la société qui résout tous problèmes mécanique de LAFARGE. Il nécessite la surveillance de toutes installations présentées dans LAFARGE, qui ce permet d'assurer une bonne fiabilité des machines et donc une productivité continue et bonne.



VI. Organigramme de département mécanique maintenance



VII. Définition des gammes du travail de service Mécanique

PER TITULAIRES	GAMME DU TRAVAIL REALISE	PER SOUS-TRAITANTS	GAMME DU TRAVAIL REALISE
CARRIERE Mr TAIBI			
Mr Bibi Chef d'équipe + Mécanicien	<p>S'occupe des équipements de l'installation carrière de la commande curvoduc jusqu'à la préhomo 1 et 2 (commande curvoduc + l'escamotable + navette M2 + M3 PH1 + M3 PH2 + 4 navettes + T.E + PHS)</p> <p>S'occupe aussi de la tour d'échantillonnage de M2 : coupeur primaire (récupération de la matière) → concasseur primaire (broyage de la matière) → coupeur secondaire → concasseur secondaire → ATTRITOR → Foyer attribut → sas → coupeur tertiaire → pot d'échantillonnage</p>	Mr Mouhtarim (SPOTT) Mécanicien	<p>Mécanicien accompagne Mr Bibi dans son périmètre</p> <p>S'occupe des tâches programmés suivant le planing des travaux systématiques déclinés de la visite</p>
Mr Kouider (BOUDRIM) Soudeur + Chaudroné			Accompagne Mr Bibi et s'occupe de soudage et de chaudronnerie du secteur
Mr Mhimdat + Mr Hamassi	S'occupent de la conduite des engins (l'élévateur + la grue) chaque semaine un des conducteur assure l'astriente		
Mr Mouker Chef d'équipe + Mécanicien	<p>Assure l'entretien de l'installation carrière du concasseur jusqu'à la commande curvoduc : concasseur HAZEMAG et ces équipements (ATM + crible + ramassemiettes + transporteur sous-crible + T. sous-concasseur + T. sortie concasseur + T. de mise en vitesse et T. curvoduc</p> <p>con concasseur FCB (tapis de reprise + ramassemiettes + T0 + T5 + T6 + TH30 + TH32 + navette + matière de correction)</p>	Mr Choukri (BOUDRIM)	Chaudroné accompagne Mr Mouker
Mr Kaidi Mécanicien	<p>S'occupe des groupes de secours (four 1 et 2 + l'éclairage + l'ambulance + engins de manutention + grue)</p> <p>aide aussi comme mécanicien dans les secteurs de Mr Bibi et Mr Mouker quand il ya une surcharge de travail</p>	Mr Terrat + Mr Zerrouali (SPOTT) Postés	<p>S'occupent de la surveillance de l'installation de machine du carrière lors du constitution des Tas à tour de rôle 6j/sem : le premier assure le poste du 5h → 12h20 et le deuxième assure le poste du 11h30 → 18h50</p> <p>Quand il ya une surcharge du travail ils peuvent travailler le week-and comme ils peuvent travailler des heures supplémentaires dans le même jour</p>
BCS Mr FARAJI			
Mr Abbad Chef d'équipe + Mécanicien	<p>s'occupe des équipement : préhomo 1et2 + R 1,2et3 (transportr)+ 116 (navette) + BC 1et2</p> <p>Dévisé et exécute les gammes suivantes : → Gamme d'entretien suivant planing MAXIMO -travaux qui demandes l'arrêt(1/semaine duré 2j): -entretien bimensuel à l'arrêt du transporteur à godets du gartteur BC1 -nettoyage mensuel des renflards du réducteur, galet & armoire hydraulique -nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile du triple clapet BC1 -nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile graissage réduc & relevage patins</p>	Mr Aouni (STROG) + Mr Khotri (SPOTT)	<p>Chaudroné + Aide mécanicien</p> <p>Tâches journalières : contrôle (des chaînes des grateurs + cable des herses + R1,2,3 + graissage d'extracteur</p> <p>Exécution : des tâches des arrêts sur incidents + des tâches pour l'amélioration de la sécurité + des tâches issue des demandes des travaux sur MAXIMO et des réunions sécterielles</p>

-nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile groupe de graissage des galets BC1

-nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile groupe de hydraulique suspens.galets

-contrôle mensuel de la pression d'azote des accumulateursBC1

-nettoyage mensuel à l'arrêt des bues d'injection d'eau BC1

-taches préventif sans arrêt:

-hebdomadaire nettoyage des filtres a aire des installations des BCS+circuit poussières

➔ Gamme d'entretien suivant la réunion : exécution des tâches demandées par les autres secteurs:

taches demander par le service fabrication:

-démontage grillage d'une tapis pour le nettoyage matière

-ouverture des cartères des vis pour le déburrage matière

-porte visite pour accé(visite ou des mesures)

taches demander par le service électrique:

-soudure d'un support pour fixation d'un projecteur

-soudure d'un support pour fixation chemin de cable

-démontage d'un ventilateur pour le remplacement moteur

-alignement d'un accouplement posé chaque remplacement d'un moteur

taches demander par le service procédé:

-soudure des piuages pour prend des mesures

-regler l'échentionneur qui ne recupère pas

➔ Gamme des tâches impréventif

➔ Gamme des tâches pour l'amélioration de sécurité suivant:

-déprpt d'un convoyeur ou élévateur

-coincement ou spécialement d'une vis exp vis sofatim

-coincement d'un sas à cause d'un corp étranger ou roulements grippés

-fatigue d'une pompe à huile exp graissage galets

-fuite d'huile au niveau des pompes+réducteur

-répture cable des hers

le plan du groupe GOUPAF : trouve des solutions pour faciliter le circuit graissage + protection du réservoir (tombeur, vise, réducteur, détecteur de métaux, filtres...)

Encadre et confirme les travaux d'équipé

L'équipe fait toujours un travail en groupe pour assuer la sécurité

Parfois le chef d'équipe s'oblige de prendre certaines tâches à fair dus au surcharge du travail, et même le responsable du secteur s'occupe de certaines tâches dus au mal confiance des compétences d'équipe

visite première niveau des installations de toutes les lignes

Mr Charki
(STROG)
+
Mr Khotri
(STROG)

Mécanicien + Aide mécanicien

Contôle du circuit hydraulique du secteur (révision des pompes et changement si necessaire)

Nettoyage des filtres

Contôle des vises des gaudets du grateur et changement si necessaire

Exécution : des tâches des arrêts incident + des tâches pour l'amélioration de sécurité + des tâches de MAXIMO + des tâches de réunion

www.expof.com

CUISSON Mr BOUTAHAR

Mr Makdouri Abdelmalak Chef d'équipe + Mécanicien	S'occupe des équipements : l'extraction farine + four 1et2 + stockage clinker Gamme d'entretien suivant planing MAXIMO : soufflage des filtres (hebdo) L'entretien des buses de la tour conditionnement : intervention journalier "débauchage des buses" Arrêt hebdo 1 et 2 : atelier charbon Réalisation des gammes hebdo : nettoyage des VENT, surpresseur et décompresseur Surveillance des appuis du four 1et2 Des imprévus suivant la nature d'incident Arrêt de four 2 fois par ans Exécution des tâches demandées par les autres secteurs	Mr Makdouri Lahcen (SPOTT) Mr Haddi (SPOTT) Mr Khotri (SPOTT) Mr Lachhab (SPOTT) Mr Znaidi (SPOTT)	Mécaniciens Changement des clapet à l'arrêt Contrôle des cables et des réducteurs Contrôle des verins du secteur et changement si necessaire Contrôle et vidange des airchocs Contôle des joints amonts et avals et changement si necessaire Contôle des appuis (7appuis avec 28 paliers) plusieurs fois par jour (circuit d'eau + vidange des galets + gaudets + réglage de position de four Changement de la tuyère chaque arrêt Nettoyage, réparation et changement des grilles à l'arrêt Changement des galets si necessaire La visite du concasseur à martons, changement des martons et réparation des rédaux si necessaire Contrôle de la chaîne trainante et changement des maillons si necessaire
		Mr Baraka (SAFI)	Chaudroné Préparation et soudage des kisson qd il ya une fuite dans les cyclons Contrôle journalier d'extracteur du circuit pneu et changement des tuiles si necessaire

BKS Mr AQRAOU

Mr Mourad Chef d'équipe + 2ème responsable du secteur	S'occupe des équipement : BK4 + BK3 + Hall (pont taim) Le lundi s'occupe des incident du week-end Le mardi arrêt de 8h Le mercredi arrêt de 4h le jeudi arrêt de 4h le vendredi s'occupe des gammes pouvant se réaliser en marche	Mr Etoubane (STROG) Mr Allilou (SPOTT) Mr Bouaiss (STROG)	Mécanicien Aide mécanicien Chaudroné
Mr Moukla Che d'équipe	S'occupe des équipement : Hall + CKK Suerveillance : pont taim + pont calcaire + CKK Entretien systématique du CKK Entretien currative des ponts et chemin de roulement (Hall)	Mr Soussi (STROG) Mr Harkouche (STROG) Mr Nachitt (SPOTT)	Mécanicien + Chaudroné Chaudroné Aide mécanicien
Mr Azzoui Chef d'équipe	S'occupe des équipement : BK5 + Hall (pontcalcaire) Le lundi s'occupe des incident du week-end Le mardi arrêt de 8h Le mercredi arrêt de 4h le jeudi arrêt de 4h le vendredi s'occupe des gammes pouvant se réaliser en marche	Mr Hada (SPOTT) Mr Saadani (STROG) Mr Traifi (STROG)	Aide mécanicien Mécanicien Chaudroné

ENSACHAGE Mr LAGROUH

Mr Elamrani Chef d'équipe + Mécanicien	Travail normal + poste + entrée dimanche S'occupe des interventions des machines HAVER, gains des silos, déchargement coke et préparation Arrêt hebdo, le dimanche Arrêt incident Arrêt annuel des machines Gamme d'entretien suivant planing MAXIMO	Mr Lachhab Kamal (SPOTT) Mécanicien	Assure le poste + entrée dimanche Arrêt hebdo, le dimanche Arrêt incident Exécution de la gamme d'entretien suivant planing MAXIMO
--	---	---	---

Mr Sfindla Chef d'équipe + Mécanicien	Assure le podte + entrée dimanche Gamme d'entretien suivant planing MAXIMO Arrêt hebdo, le dimanche Arrêt incident Arrêt annuel des machines	Mr Sadiki (STROG)	Entrée dimanche Travaux chaudronerie, soudure et mécanique Arrêt hebdo, le dimanche Arrêt incident Exécution de la gamme d'entretien suivant planing MAXIMO
Mr Bounouare Chaudroné + Soudeur	Entrée dimanche Tous les travaux des chaudronerie et mécanique Arrêt hebdo, le dimanche Arrêt incident Gamme d'entretien suivant planing MAXIMO		

UTILITE Mr KHADRAOUI

Mr Korchi Chef d'équipe + Mécanicien	S'occupe de : <u>L'air de mécanisation + compresseur gamme d'entretien suivant planing MAXIMO</u> → nettoyage des filtres et des radiateurs + appoint d'huile + décompresseur + élimination des fuites au niveau de l'installation + suivie de la marche des compresseur <u>cannon à air</u> → suivie de la marche du cannon + entretien du canon + remplacement des pièces si nécessaire <u>circuit eau</u> → suivie de la marche des pompes à eau + amorssage des pompes si nécessaire + révision des pompes si nécessaire + élimination des fuites d'eau + suivie de la marche du filtre vortisant	Mr Kaabouche (SPOTT) Mécanicien	aide de Mr Korchi
		Mr Lakhri (SPOTT) Mécanicien	aide de Mr Korchi
Mr Haraji Chef d'équipe + Mécanicien	S'occupe de : <u>circuit fuel</u> → suivie de la marche du circuit + contrôle et purge des cuvs des stockages fuel, des pompes transfert fuel, des groupes réchauffeurs, des pompes HP, des groupes réchauffeurs HP vers tuyère canne fuel <u>gamme d'entretien suivant planing MAXIMO</u> → nettoyage des filtres des pompes transfert + nettoyage des filtres des pompes HP + nettoyage des filtres des pompes de dépotage fuel + entretien et suivie de la marche des pompes des huiles usagés de dépotage vers cuvs <u>groupe filtres dépoussirage</u> → suivie de la marche des filtres d'usine + étanchéité et réparation des groupes filtres + élimination des fuites d'air + remplacement des manches usés si nécessaire + remplacement des membranes et des paniers + suivie de la marche du système de déformatege + réparation des caisings des filtres + remplacement des ranpes, des ventilateurs et des manches si nécessaire <u>circuit incendie</u> → suivie de la marche de circuit incendie Trimopoc et Sprinkler + contrôle des RIAs + élimination des fuites + contrôle des bassins d'eau potable + entretien du floteur si nécessaire + gamme de visite + gamme d'entretien du moto-pompe du groupe incendie	Mr Allam (SPOTT) Mécanicien	aide de Mr Korchi et Mr Haraji
		Mr Essargouchni (SPOTT) Mécanicien	chaudroné pour les travaux du secteur

VIII. Définition du nombre de sous-traitant+titulaire

Le travail du département de la maintenance mécanique basé principalement sur la maintenance préventive, qui nécessite à diminuer au maximum les arrêts incidents et les rendre à des arrêts programmés basé sur la durée de vie des pièces de rechange. Le nombre des personnes sous-traitants varie avec les tâches exécutives dans chaque secteur.

Personne titulaire : personne de LAFARGE.

Sous-traitance : c'est une opération par laquelle LAFARGE exécute du contrat avec des entreprises (SPOTT, STTROG, BOUDRIM, SAFI) conclu dans le maitre d'ouvrage.

secteurs	Nombre de titulaires	Nombre de sous-traitants	Total
CARRIERE	7	3	10
BC	1	3	4
CUISSON	1	7	8
BK	3	9	12
ENSACHAGE	3	2	5
UTILITES	2	4	6

IX. Définition des heures disponibles

L'heure disponible : c'est l'heure du travail réelle de chaque ouvrier c-à-d le temps d'ouverture (8h/j) en retranchant les heures suivantes :

Réunion chaque jours de 30min=0.5h

Pause de déjeuner chaque jour de 30min=0.5h

Congé de 18j/an = 126h/ans

Absence diverse de 3j/an = 21h/an

Donc : L'heure disponible = $(7 \times 21 \times 12) - (21 \times 7) = 1617\text{h/an}$

Et donc les heures disponibles de chaque secteur est égale au totale du nombre de titulaires et sous-traitants de ce secteur multiplié par l'heure disponible trouvée (1617).

X. Définition des heures requises pour chaque secteur

L'heure requise : c'est la durée d'exécution d'une tâche mécanique multipliée par le nombre d'ouvriers nécessaire à exécuter cette tâche.

On a extrait à l'aide du progiciel MAXIMO(GMAO) les gammes préventives durant l'année 2011 (journalier, hebdomadaire, bimensuel, mensuel, bimestriel, trimestriel, semestriel, annuel, bisannuel, trisannuel) ainsi que les bons de travail correctifs 6 (à faire immédiatement) et 5 (à faire dans les 2 jours) et programmés 4 (à faire dans les 7 jours), 3 (à faire dans les 30 jour), 2 (à faire au-delà des 30 jours) et 1 (à faire dans le prochain arrêt programmé).

Pour le calcul de la durée des gammes préventives on a multipliée cette dernière par le facteur de chaque type de tâche comme suivant :

Type de Tâche	Facteur
Journalière	252
Hebdomadaire	54
Bimensuel	24
Mensuel	12
Bimestriel	6
Trimestriel	4
Semestriel	2
Annuel	1
Bisannuel	1
Trisannuel	1

XI. TCM

On résume dans ce tableau le total des heures disponibles et des heures requises de chaque secteur ainsi que leur TCM correspondant :

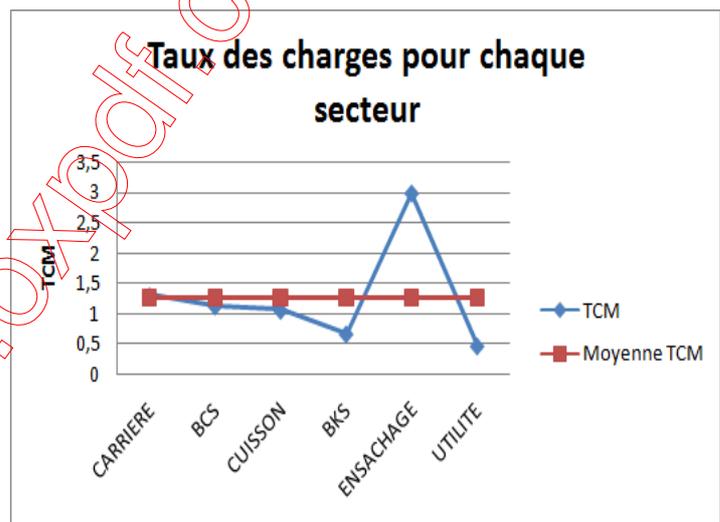
Secteurs	Les heures disponibles	Les heures requises	TCM
CARRIERE	16170	12422.75	1.3
BC	6468	5721	1.13
CUISSON	12936	12192	1.06
BK	19404	28809.5	0.67
ENSACHAGE	8085	2692.5	3
UTILITES	9702	20701	0.47
TOTAL	72765	82538.75	7.63

Donc le taux de couverture du département de la maintenance mécanique est égal à la moyenne des TCMs de chaque secteur :

$$TCM = \frac{7.63}{6} = 1.27$$

1. Représentation graphique du TCM

Secteur	TCM	Moyenne TCM
CARRIERE	1,3	1,27
BCS	1,13	1,27
CUISSON	1,06	1,27
BKS	0,67	1,27
ENSACHAGE	3	1,27
UTILITE	0,47	1,27

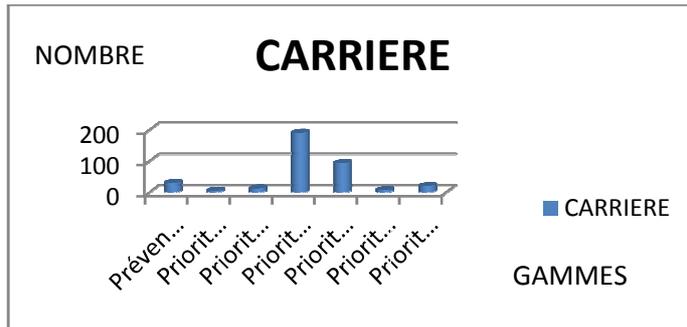


Dans le cas idéal le TCM=100%, notre cas on a TCM= 127%. Le diagramme ci-dessus montre que les BKS et l'utilité sont surcharge, les BCs et les cuissons sont au voisinage du TCM idéal et pour la carrière et l'ensachage ils sont hors charge.

2. Analyse des gammes

On a traité les gammes de chaque secteur individu

1.1. Carrière



GAMMES	Nombre
Préventives	30
Priorité (6)	5
Priorité (5)	12
Priorité (4)	190
Priorité (3)	93
Priorité (2)	7
Priorité (1)	20

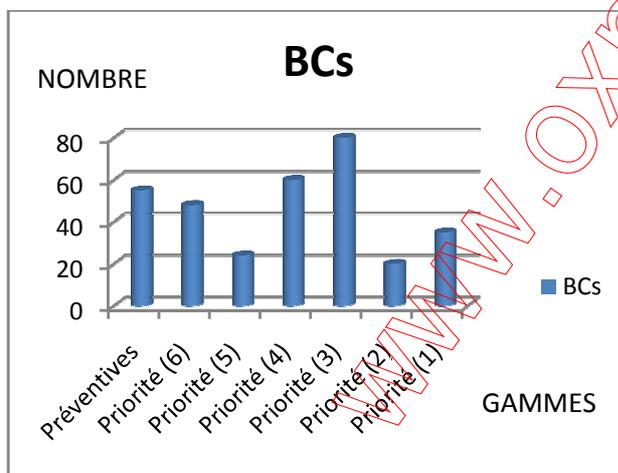
On a conclu d'après le courbe la priorité 4 le plus importants à cause

✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (4)

Gamme	Tache	Durée	Main d'oeuvre
priorités (3)	- Crible "ATMOS" - Remplacer le 9ème axe du crible atmos c/hazemzg	20 h	4

- ✚ Dimension des machines plus importantes ce qui nécessite une intervention de nombreux ouvriers
- ✚ Beaucoup des BTS et des gammes d'entretien
- ✚ Bonne visite
- ✚ Deux personnes doivent assurer le poste

1.2. BCS



GAMMES	Nombre
Préventives	55
Priorité (6)	48
Priorité (5)	24
Priorité (4)	60
Priorité (3)	80
Priorité (2)	20
Priorité (1)	35

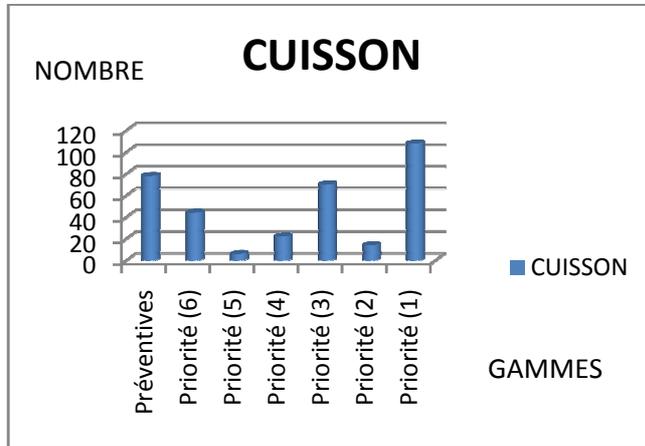
On a conclu d'après le courbe la priorité 3 le plus importants à cause

- ✚ Les bonnes compétences et l'expérience des sous-traitants permettent une exécution parfaite des tâches dans les délais données
- ✚ Respecter la réalisation des gammes systématiques
- ✚ Bonne visite
- ✚ Exécution des tâches d'amélioration (la vis SOFATIM)
- ✚ Contrôler les travaux des mains d'œuvre à l'arrêt
- ✚ Bonne répartition des membres d'équipe par rapport à la nature des tâches
- ✚ Confiance aux compétences de la main d'œuvre
- ✚ Arrêt hebdo et annuels
- ✚ Suivie des équipements

✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (3)

Gamme	Tache	Durée	Main d'oeuvre
priorités (3)	-Extracteur dosé BC -déposée l'extracteur cru pour révision	56 h	3

1.3. CUISSON



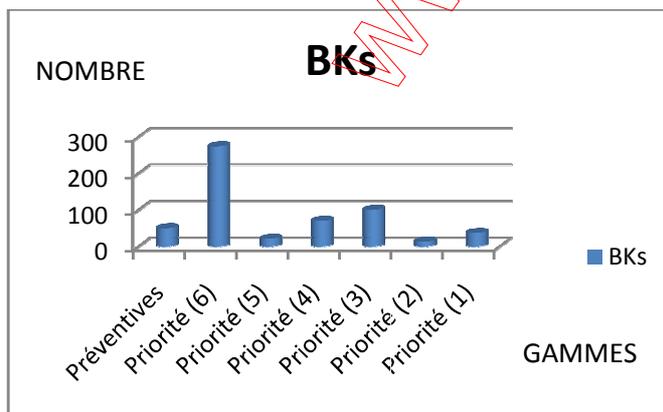
GAMMES	Nombre
Préventives	78
Priorité (6)	44
Priorité (5)	6
Priorité (4)	22
Priorité (3)	70
Priorité (2)	14
Priorité (1)	108

On a conclu d'après la courbe la priorité 1 le plus importants à cause

- ✚ Exécution des gammes d'entretien et des gammes hebdomadaires
- ✚ Arrêt hebdomadaire (atelier charbon)
- ✚ Bonne répartition des membres d'équipe par rapport à la nature des tâches
- ✚ Réaliser les travaux des arrêts suivant le planning (arrêt de four deux fois par an)
- ✚ Surveillance journalière des appuis des deux fours
- ✚ Réalisation des travaux (tâches) soulevés pendant les réunions secteurs
- ✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (1)

Gamme	Tache	Durée	Main d'oeuvre
priorités (1)	-Appui N°1 four -remplacer la cerce amont de l'appui N°1	80	4

1.4. BKS



GAMMES	Nombre
Préventives	50
Priorité (6)	274
Priorité (5)	21
Priorité (4)	70
Priorité (3)	100
Priorité (2)	13
Priorité (1)	37

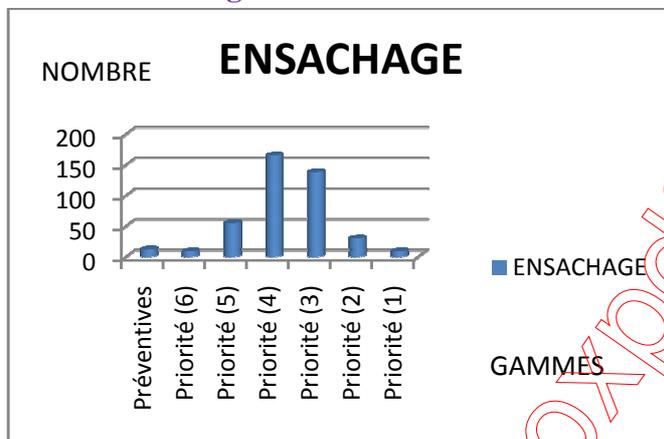
On a conclu d'après le courbe la priorité 6 le plus importants à cause

- ✚ L'état des ponts roulants très critique (des incidents au niveau des galets et les accouplements aussi la voie des ponts (rails))

- ✚ Équilibrer la répartition des membres d'équipe par rapport à la nature des tâches (pendant les interventions)
- ✚ Nombres des BTS très importants de priorité (6) imprévus
- ✚ Non respect des arrêts hebdo des ateliers impliqué par la rupture stock ciment
- ✚ Compétences des mains d'œuvre insuffisantes
- ✚ Augmenter la gamme de visite
- ✚ Exécution des tâches très difficile
- ✚ Augmentation des incidents répétitives ce qui nécessite des améliorations des installations
- ✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (6)

Gamme	Tache	Durée	Main d'oeuvre
priorités (6)	-Broyeur à boulet -remplacer l'arbre gv du réducteur de commande	24	12

1.5. Ensachage



GAMMES	Nombre
Préventives	12
Priorité (6)	9
Priorité (5)	55
Priorité (4)	165
Priorité (3)	138
Priorité (2)	30
Priorité (1)	9

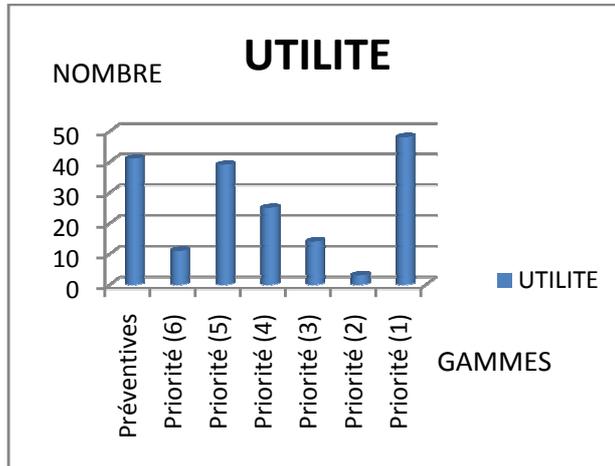
On a conclu d'après le courbe la priorité 4 le plus importants à cause

- ✚ L'intervention de chaque incident doit être rapide
- ✚ Bonne compétences de la main d'œuvre ce qui implique une exécution rapide des tâches
- ✚ Exécution parfois des tâches sans création des BTS
- ✚ Respecter la réalisation des travaux maintenance préventive suivant les plans de charge de chaque semaine (entrée dimanche)
- ✚ Respecter la réalisation des gammes systématiques
- ✚ Réaliser tout les gammes d'exécution des travaux générés par préventif
- ✚ Réaliser les BTS dans les délais donnés
- ✚ Bonne visite
- ✚ Préparation des pièces de rechange d'origine
- ✚ trois personnes doivent assurer le poste
- ✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (4)

Gamme	Tache	Durée	Main d'oeuvre
priorités (4)	- Ensacheuse Haver 3 - Remplacer le bec de remplissage du bec n°6 et 4 / - Remplacer vérin pince à sac bec N°4 / - Réparer le réservoir fissurée de la pompe de graissage des becs - Remplacer les guillotines et les plaques d'usures	32	5

	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer tous les selles à sac - Remplacer les manchettes de remplissage / - Remplacer roulement inferieur de la machine / - Remplacer bloc de remplissage bec n°2 et n°5 - Remplacer tous les courroies de Cde turbines / - Contrôler les vérins et les flexibles et remplacer si nécessaire / 		
--	---	--	--

1.6. UTILITE



GAMMES	Nombre
Préventives	41
Priorité (6)	11
Priorité (5)	39
Priorité (4)	25
Priorité (3)	14
Priorité (2)	3
Priorité (1)	48

On a conclu d'après le courbe la priorité 1 le plus importants à cause

- ✚ Exécution des tâches très difficile dus à la complexité des installations
- ✚ Le service s'occupe de tous les installations d'usine suivantes : l'air de mécanisation, canon à air, circuit à eau, circuit fuel, groupe filtre dépoussiérage et circuit incendie
- ✚ Le seul secteur qui s'occupe des arrêts de tous les secteurs
- ✚ Réalisation des gammes d'entretien
- ✚ Coïncidence des arrêts de plus d'un secteur
- ✚ Coïncidence des arrêts avec les travaux quotidiens
- ✚ On extrait d'après le fichier EXCEL la gamme la plus durable pour les priorités (1)

Gamme	Tache	Durée	Main d'ouvre
priorités (1)	- Filtre à manche exhaure refroidisseur ligne 1 -Remplacement de la totalité des manches	120	6



Chapitre IV : modélisation du comportement mécanique et thermique du four



I. Introduction

Le ciment est le matériau le plus utilisé dans la vie quotidienne, à cause de l'augmentation de la population dans le monde. Ce qui conduit à l'augmentation de l'immobilier.

La société LAFARGE ciments du Maroc est une filiale de ciments française, qui est classée la 10^{ème} mondiale dans l'année 2011.

Nous avons effectué notre stage au sein du service maintenance mécanique. Le sujet qui nous a été confié se résume comme suit :

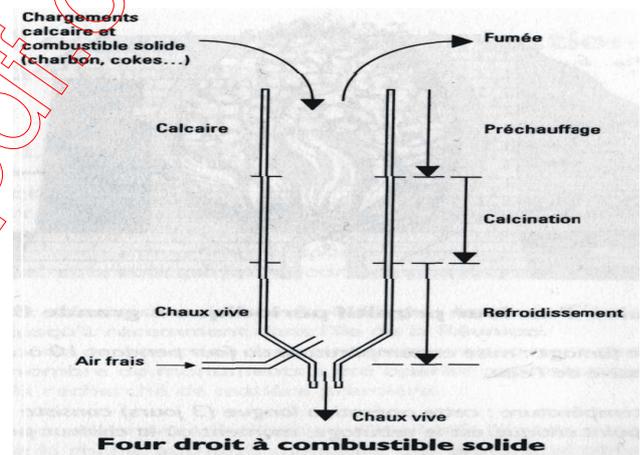
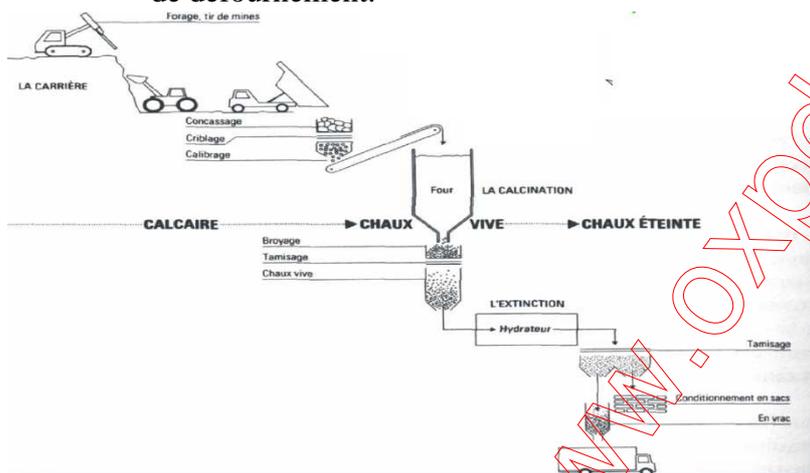
La modélisation du comportement mécanique et thermique du four rotatif.

Le but de ce sujet concerne la modalisation du four par les éléments finis.

Le projet réalisé s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour notre expérience professionnelle. En effet, notre formation s'inscrit précisément dans ce secteur (maintenance mécanique).

II. Historique de four

Première Technique utilisée c'est Le four vertical ou four droit, sur le modèle des fours primitifs, se présente généralement sous la forme d'un cylindre en acier (dim. Moy. : diam. 2m et H. 8m), chemisé intérieurement avec un matériau réfractaire, résistant à l'abrasion et à la corrosion. Il comporte des ventilateurs de tirage. La partie inférieure est munie d'une grille de défournement.



En 1897, apparaît le premier Four Rotatif, possède les caractéristiques de ceux utilisés dans l'industrie cimentière. Pour fabriquer de la chaux, il cuit le matériau entre 1000°C et 1450°C, suivant le type de chaux produite. Son principe est le suivant: Une Tuyère produit une flamme dans un gros cylindre en rotation, pour Un four à voie sèche équipé d'un refroidisseur à ballonnets (4 stations)

- ❑ Ø. L : 4.5m. 90m.
- ❑ Poids total : **3040 Tonnes.**

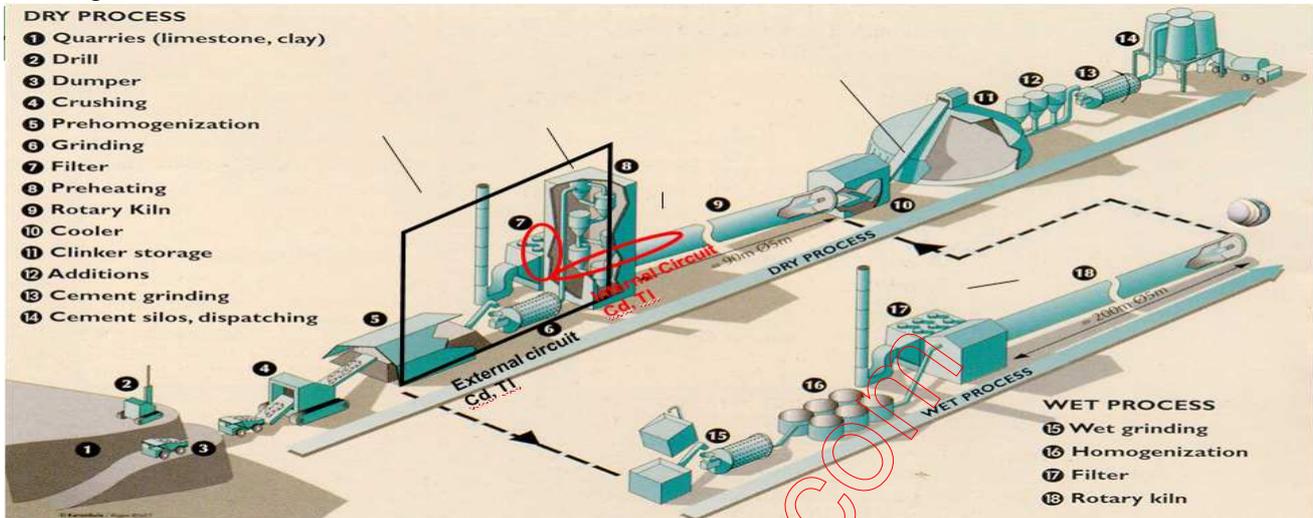


III. Structure du four 1

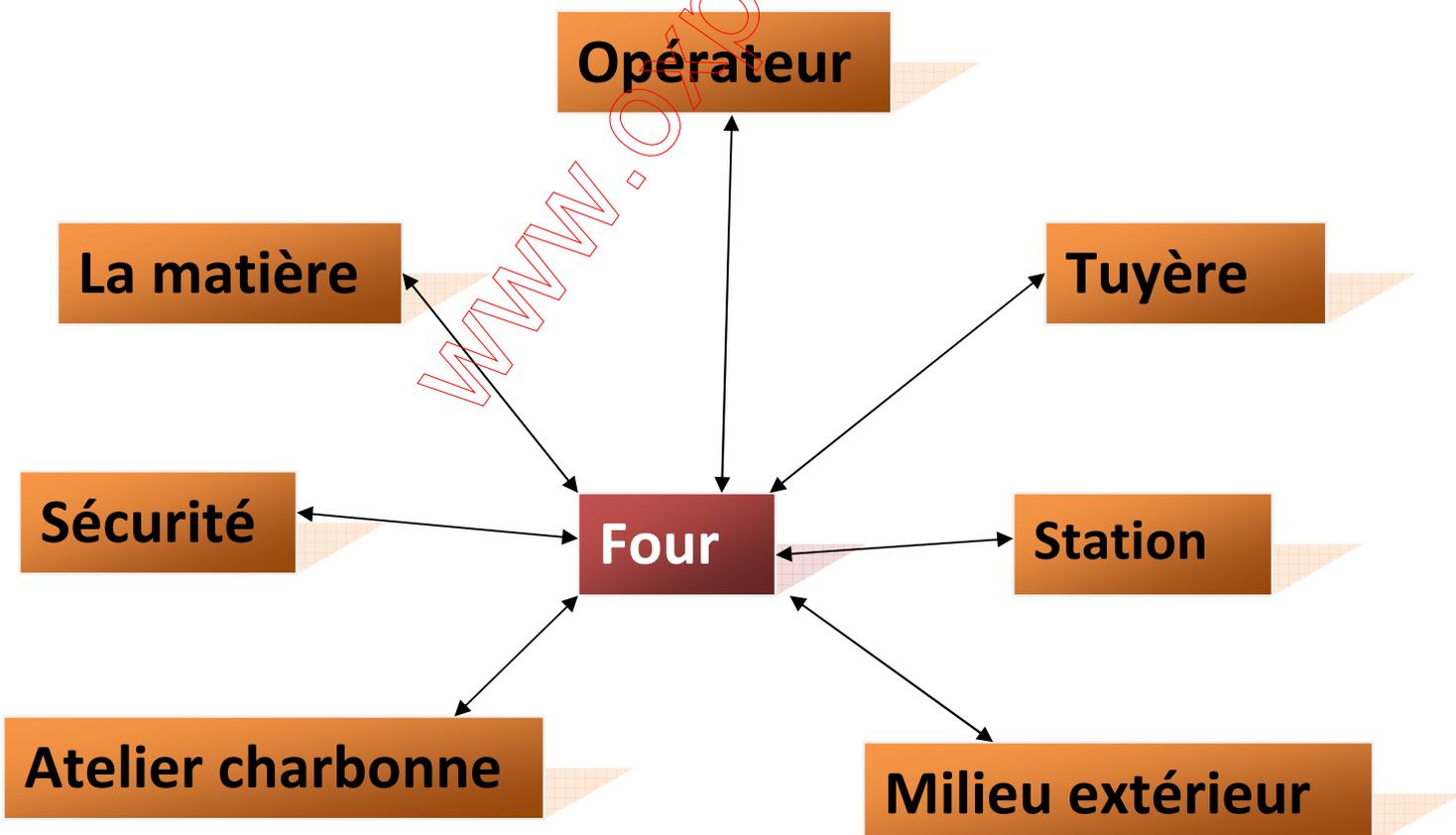
1. Présentation générale de four

Après le secteur de broyage cru la matière change les propriétés chimiques du à la température élevée. Cette opération est très importante car elle détermine le composant le plus important dans le ciment c'est le clinker.

Ligne de fabrication de ciment.



2. Graphe des interactions



1.1. Station du four

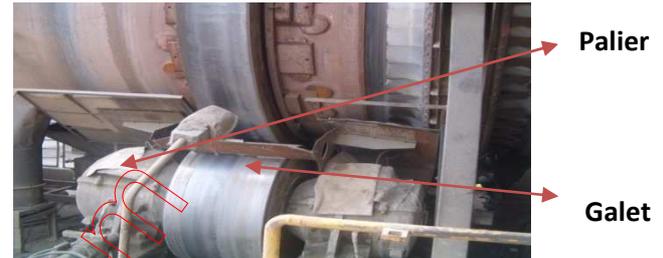
1.1.1. Support

- ✚ Support fixe de béton
- ✚ Soutenant le four rotatif
- ✚ Permet d'aligner le four
- ✚ L'hauteur de support plus important
Conduit un déplacement plus important
Qui résulte le problème d'alignement
- ✚ L'espacement des appuis peut varier de 25 à 30 m pour répartir les efforts.

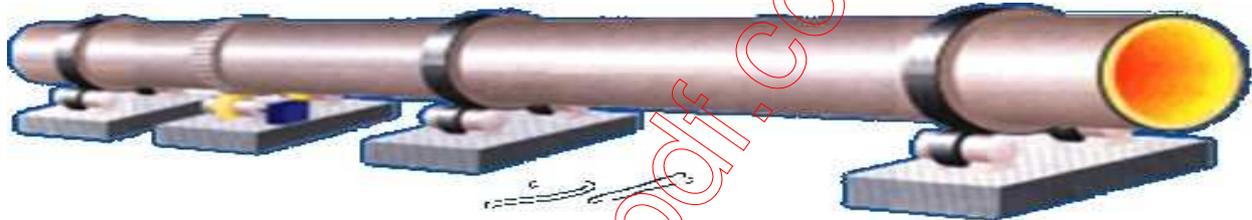


1.1.2. Palier

- ✚ Graisser l'arbre de galet pour faciliter la rotation à l'aide des godets
- ✚ Support stable de galet
- ✚ Contient un échangeur pour diminuer la température d'huile de graissage.



1.1.3. Les galets



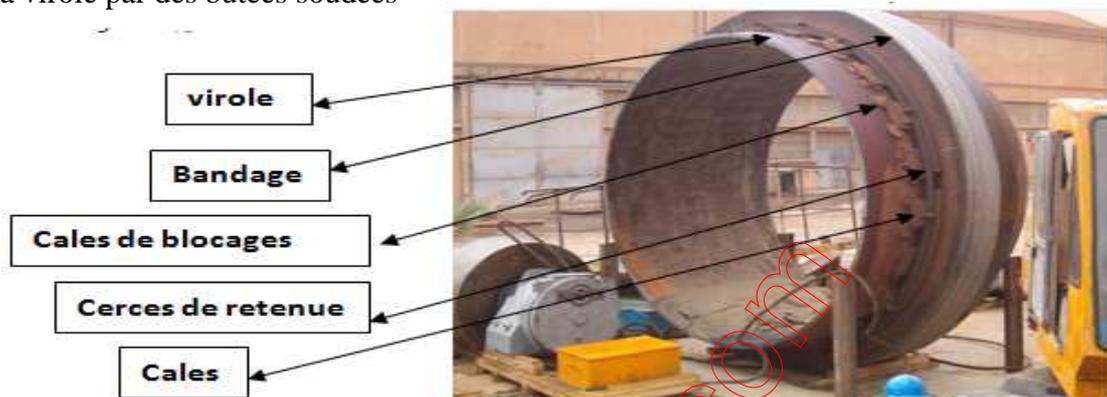
- ✚ Le four repose sur 6 galet pour transmettre le mouvement sur toute la longueur
- ✚ Le diamètre de galet joue un rôle très important sur l'alignement et le mouvement
- ✚ L'état de surface de galet détermine la durée de vie de bondage
- ✚ La surface du galet est lubrifiée par des plaques en graphite, afin de faciliter le mouvement longitudinal (montée/descente)
- ✚ Les galets tournent autour d'un axe supporté par des paliers solidaires d'un massif en béton



1.1.4. Les bandages

- ✚ Sont des anneaux d'acier qui entourent la virole
- ✚ La soutiennent suivant le diamètre du four
- ✚ Ils se déforment même à cause de :
 - ✓ la charge du four (briquetage + matière + virole)
 - ✓ la pression de contact du galet
- ✚ au niveau des bandages, la virole est renforcée (tôle jusqu'à 100mm d'épaisseur) pour limiter les déformations dues à la pression des galets.
- ✚ la largeur de bandage et de galet est calculée pour assurer la répartition de la charge et éviter :

- ✓ la déformation locale du bandage et du galet
- ✓ les fissures du bandage ou du galet
- ✓ l'ovalisation plastique sous la pression
- ✚ la virole est libre en rotation à l'intérieur du bandage car la température de la virole est plus élevée que celle du bandage. Donc la dilatation thermique de la virole étant plus importante. Le jeu est nécessaire pour absorber cette différence
- ✚ les bandage ne sont pas montés directement sur la virole mais sur des cales libres, liées à la virole par des butées soudées



- ✚ Le mouvement (montée/descente) de four répartir l'usure sur toute la surface du galet, sinon le bandage finirait par creuser un sillon dans le galet qu'il ne pourrait plus quitter

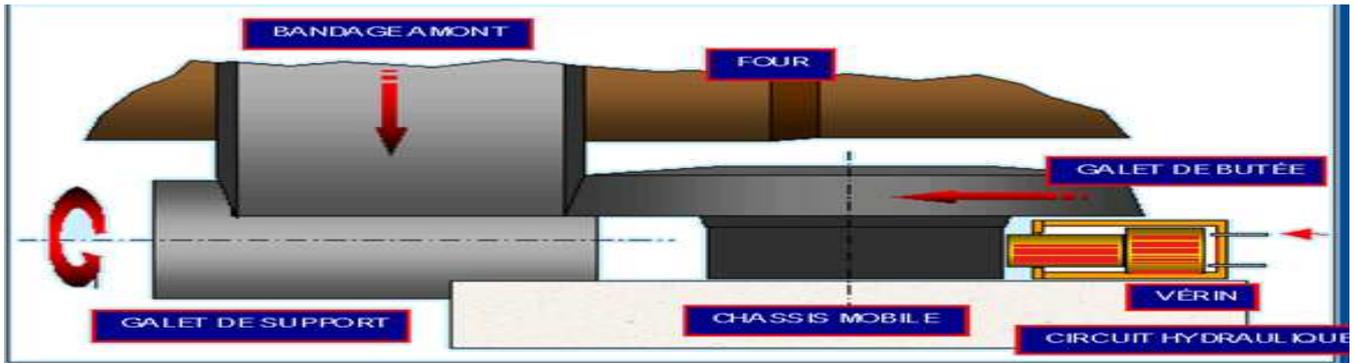
1.1.5. La virole



- ✚ Le four est un tube cylindrique tournant de son axe (1 à 4 tours/min)
- ✚ Il est incliné de 3% pour permettre à la matière de progresser vers l'aval, tout en se transformant en clinker
- ✚ L'enveloppe de ce tube est la virole. Elle est réalisée avec des tronçons de la tôle roulée de forte épaisseur 650 mm
- ✚ La virole est protégée intérieurement par un revêtement réfractaire la qualité de ce réfractaire est adaptée tout au long du four aux températures matière et gaz, de manière à assurer :
 - ✓ Une bonne isolation pour réduire les pertes calorifiques par les parois
 - ✓ Une protection thermique pour éviter les déformations importantes et la destruction de la virole, dues aux températures élevées.

1.1.6. Les mouvements

- ✚ La butée hydraulique est constituée d'un galet tournant autour d'un axe vertical qui appuie sur la face aval de bandage amont
- ✚ Le mouvement de remontée est donné par un vérin hydraulique qui pousse le châssis et le mouvement de descente est contrôlé par une fuite réglable sur le corps du vérin.



✚ Un mouvement longitudinal :

Descente sous son propre poids et remontée par la butée.

✚ Un mouvement de rotation autour de son axe :

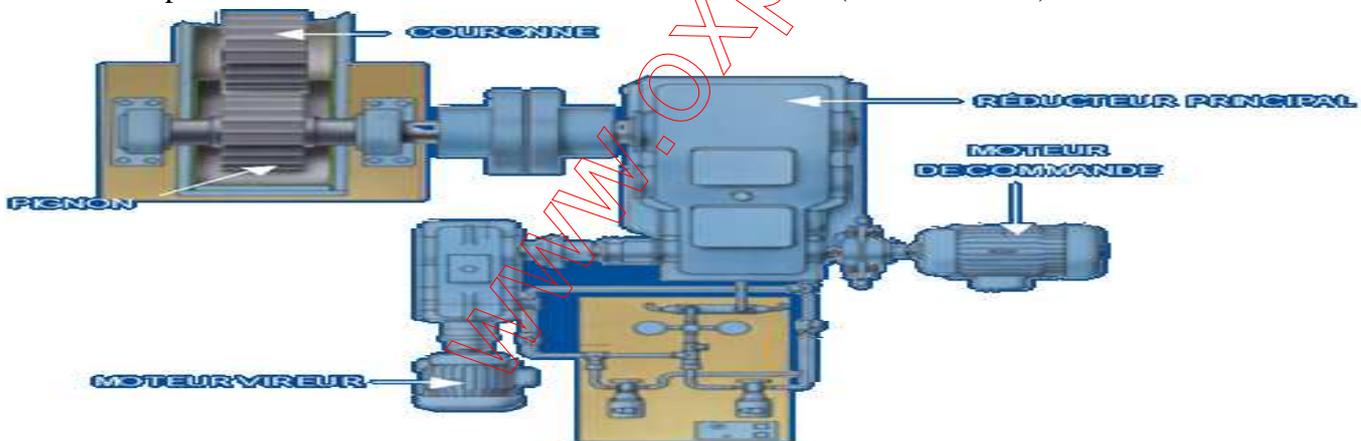
Pour assurer la rotation autour du four et réguler sa vitesse, il faut donc un dispositif d'entraînement

1. L'entraînement du four

L'entraînement du four est assuré par un moteur à vitesse variable. Le mouvement du moteur est transmis par l'intermédiaire d'un réducteur à pignon qui entraîne une couronne dentée, solidaire de la virole. La puissance consommée par le moteur pour faire tourner le four est 380kw

2. Equipement auxiliaire (le vireur)

S'il ya arrêt du four alors qu'il est en charge (incidents ou interventions d'entretien). Il faut pouvoir continuer à le faire tourner lentement (1 à 0.2 tour par minutes). Pour uniformiser la température de la virole et donc éviter les déformations (four en banane).



1.1.7. Les ventilateurs de zone

La température de la virole peut dépasser 300°C en raison de la conduction thermique pour favoriser le croustage dans la zone de clinkérisation et protéger la virole, un ventilateur hélicoïde est installé le long de la zone de cuisson.



1.1.8. Le groupe de secours

En cas de panne du courant électrique, l'arrêt brutal du four présente des risques majeurs pour l'installation ; le moteur du vireur doit donc à tout moment pouvoir être alimenté. Ceci est réalisé par un groupe électrogène de secours ou par un moteur diesel entraînant directement le four.

1.2.L'opérateur

L'opérateur surveille les tâches suivantes :

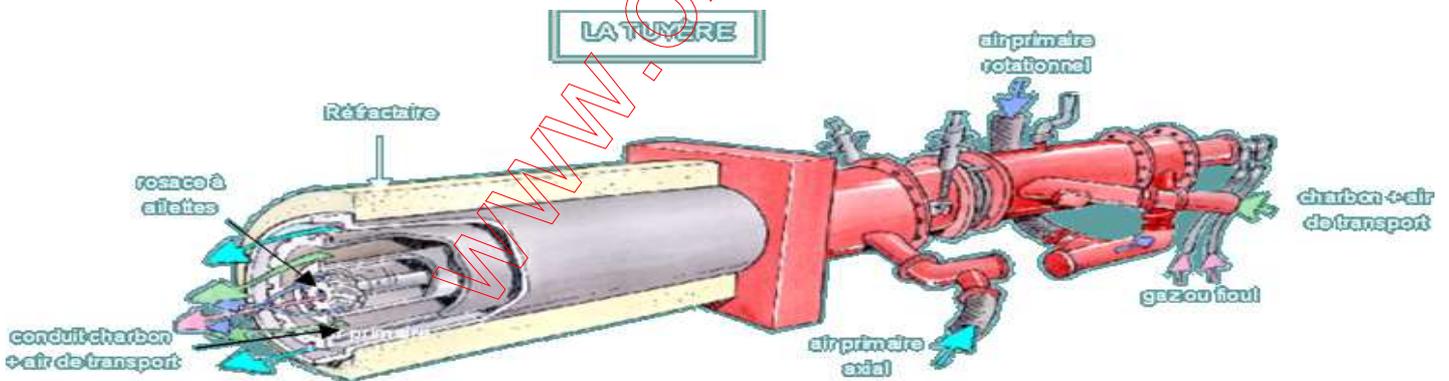
	Opération
Virole	Remplacement virole
	Réparation fissure virole (< 1 m)
	Réparation fissure virole (> 1 m)
	Remplacement joint
	Contrôle épaisseur
	Travaux sur anneaux internes
Bandage	Ajustement jeu bandage (calage)
	Remplacement cales
	Ajustement faux rond bandage
	Usinage bandage (en production)
	Remplacement bandage
	Contrôle US bandage
Galets	Remplacement galet (< 30 t)
	Remplacement galet (> 30 t)
	Usinage galet (en production)
	Réparation galet (soudage)
	Braquage galet (simple)
	Braquage galets (multiple)
	Remplacement palier / coussinet
	Remplacement butée de galet
	Remplacement huile de palier (à l'identique)
	Remplacement huile de palier (nouvelles caractéristiques)
	Nettoyage palier
	Contrôle par US arbre de galet
	Galet de butée
Remplacement palier de galet de butée	
Usinage galet (en production)	
Maintenance système hydraulique	
Reprise positions des capteurs de position	
Pignon / couronne	Maintenance carter
	Remplacement couronne ou pignon
	Retournement couronne
	Réglage pignon / couronne
	Maintenance système de lubrification
Maintenance attaches de couronne	

	Remplacement palier de pignon
Réducteur	Remplacement palier
	Remplacement internes
	Remplacement réducteur
	Alignement
	Maintenance système hydraulique
	Nettoyage réducteur et unité hydraulique
Réducteur auxiliaire	Maintenance, Alignement
Operations générales	Contrôle d'alignement four à chaud)
	Contrôle d'alignement four à froid (systématique)
	Contrôle d'alignement four à froid (problème)
	Pesage four
	Contrôle déformation virole à chaud
	Contrôle niveau chassis

1.3. La tuyère

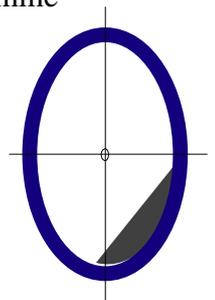
La tuyère est une source énergétique de pouvoirs calorifiques entre 5500 et 9700 Kcal. Les combustibles sont :

- ✓ Fuel oil
- ✓ Charbon
- ✓ Pneus usagés
- ✓ Les déchets d'olive

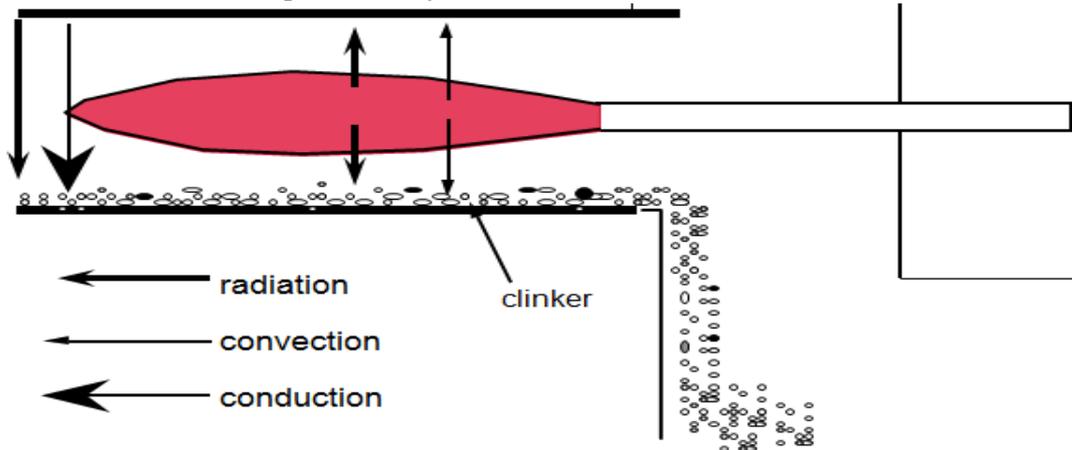


La tuyère comprend :

- ✚ Les conduits d'air intérieur et extérieur pour la combustion et la maîtrise de la flamme
- ✚ Le conduit pour le charbon et son air d'entraînement
- ✚ Le conduit fuel ou gaz ou encore certains déchets liquides ou solides
- Qualité d'une flamme
- Elle doit être centrée
- la flamme doit brûler dans l'air de combustion optimisation
- La tuyère doit être parallèle à l'axe du four



➤ Transfert thermique de la tuyère



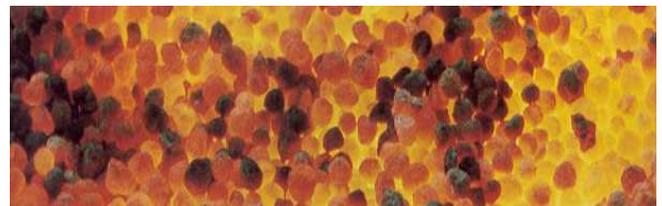
- ⚡ La radiation de l'acier
- ⚡ La convection entre la matière et la brique.
- ⚡ La conduction entre la brique et l'acier.

1.4. Atelier de charbon

Atelier de charbon c'est la zone de stockage de charbon il se compose de :

- Deux Tapis doseurs sur pesons
- Un broyeur à billes et d'un séparateur dynamique de première génération pour le réglage de la finesse et d'une vis bouchon en entrée pour assurer une meilleure étanchéité du broyeur
- Un cyclone pour le pré dépoussiérage des gaz
- Un filtre à manches verticales équipé d'un système de dé colmatage automatique par insufflation d'air comprimé, d'un clapet d'explosion

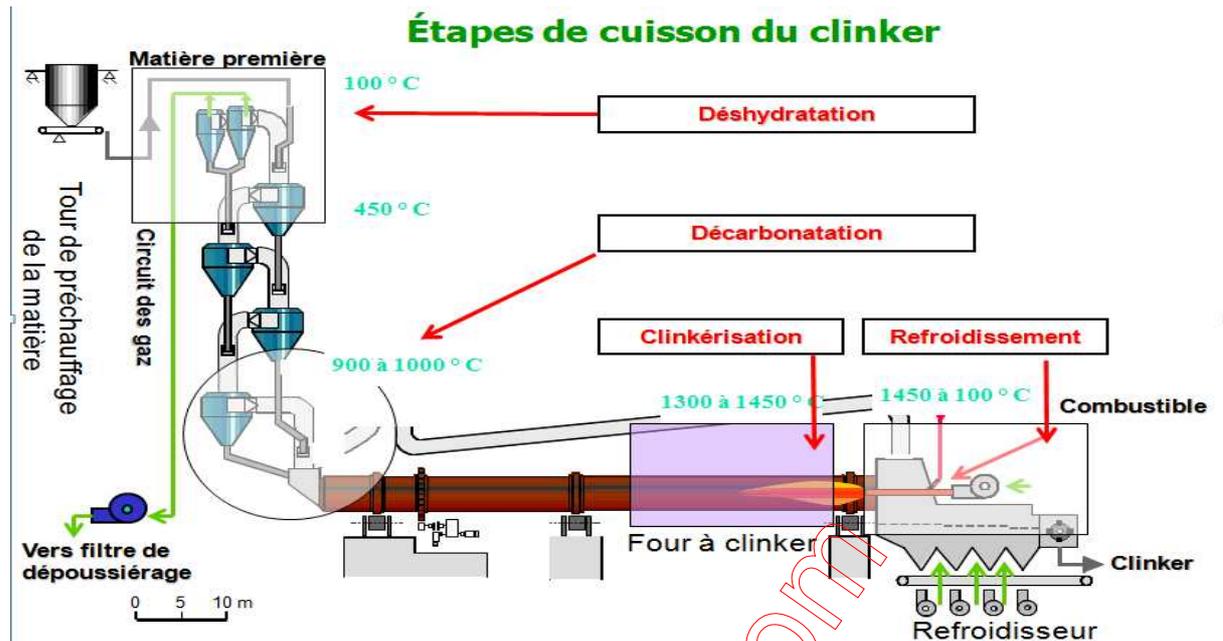
1.5. La matière



Le CLINKER

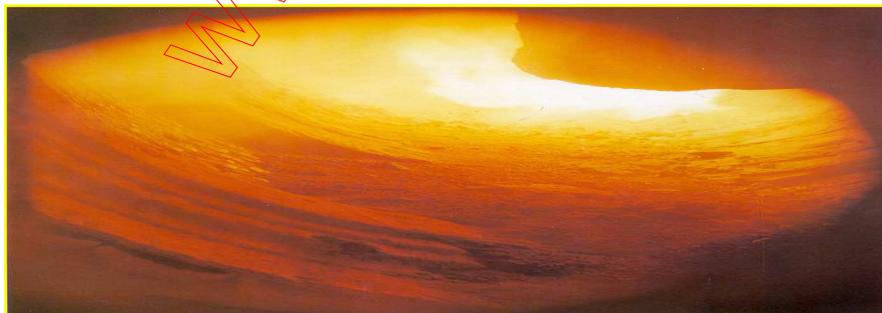
La clinkérisation est l'ensemble des réactions chimiques réalisées dans l'atelier de cuisson servant à transformer le cru en un produit, constitué de nouveaux minéraux synthétiques : Le CLINKER.

La transformation du cru en clinker s'effectue en 4 grandes étapes



- a) - Evaporation de l'eau à 100°C
- b) - Déshydratation de l'eau de constitution des argiles de 250 à 450°C
- c) - Décarbonatation du Carbonate de Magnésie de 450 à 620°C
- d) - Décarbonatation du Carbonate de Calcium de 820 à 850°C

$$\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
- e) - CLINKERISATION
 - 1) - Phase transitoire de 900 à 1200°C
 - 2) - Phase liquide de 1200 à 1338°C due aux éléments fondants : A, F, Magnésie et Alcalins (K et N)
 - 3) - clinkérisation à partir de 1420°C
- f) - Refroidissement
 - 1) - La trempé du clinker de 1400 à 600°C afin de fixer les propriétés acquises au cours de cuisson
 - 2) - Le refroidissement du clinker jusqu'à 100°C (manutention, sécurité, qualité)



Intérieur du FOUR

1.6.Sécurité

Les règles apprennent pour le permit de milieu confiné

- 1- Un milieu confiné est un espace fermé ou partiellement fermé, accessible par des personnes mais qui n'est pas prévu pour la contenance humaine et qui présente un risque de chute de matière ou d'ensevelissement.

- 2- Ne recourir à l'entrée dans un milieu confiné qu'en cas d'impossibilité d'effectuer le travail à l'extérieur.
- 3- Ne jamais laisser la personne seule dans un milieu confiné (surveillance et moyens de communication tels que talkie walkie, le téléphone portable et l'avertissement de la salle centrale).
- 4- Il est interdit d'utiliser des câbles dénudés ou présentant partie nues
- 5- Il est interdit de se brancher sur la prise de courant sans utiliser des fiches mâles
- 6- Les câbles doivent être munis de fil de terre
- 7- Eclairage 24V dans les enceintes confinées.

1.7. Milieux extérieurs

Le four n'est pas protégé contre la fluctuation de la météo (pluies, humidité), il produit :

- Variation des propriétés du matériau : couleur, l'état de surface...
- Oxydation (elle reste plus petite devant la durée d'usage)

3. L'arrêt de four

L'arrêt de four peut être volontaire (programmé) ou incident. Il y a 5 incidents matériels peuvent entraîner un arrêt du four

1. Panne électrique : il s'agit d'un incident électrique local ou général
2. Rupture mécanique : il peut s'agir
 - D'une rupture d'arbre
 - D'une rupture d'accouplement
 - D'un échauffement de palier
 - D'un bruit anormal réducteur
3. Surcharge moteur : four trop chaud, 'dur' mécanique le moteur ne peut plus fournir le couple demandé
4. Déformation virole : cette déformation due à des températures trop élevées de la virole (entre 450°C et 575°C) entraîne une déformation de l'axe du four et nécessite le passage du four sur virole
5. Chute de brique : le réfractaire ayant atteint une usure à cause de l'instabilité du croulage et les chocs thermiques.

Les incidents fonctionnels :

1. Arrêt alimentation farine : l'arrêt alimentation farine entraîne à très court terme par asservissement, l'arrêt du four et de tout l'atelier.
2. Incident refroidisseur : s'il y a un incident dans la grille le clinker n'évacue plus. Il doit être programmé l'arrêt dans les minutes suivantes
3. Anneau concrétions : la formation d'anneaux dans le four très importante dans la boîte à fumer provoque un manque de tirage.
4. Refroidissement zone : s'il y a un incuit dans le four il faut arrêter le four pour :
 - Eviter la descente des incuits dans le refroidisseur
 - Réchauffer la zone.
5. Incidents tour : un bourrage de cyclone, un incident sur les clapets, une chute de la réfractaire, peuvent entraîner un arrêt volontaire de la farine et du four

IV. Cahier de charge

Le deuxième projet attaque l'installation la plus importante dans l'usine c'est le four ce dernier permet de construire le composant principale dans le contenu du ciment c'est le clinker. Notre projet concerne la modélisation du comportement mécanique et thermique du four à froid et à chaud.

1. Problématique

Le four compose d'un ensemble de viroles ductiles à l'intérieure où il y a un isolant thermique c'est le brique et repose sur des supports où il y a des bandages pour facilité la rotation du four. Notre étude c'est la modélisation mécanique et thermique du four à froid et à chaud.

2. Objectif

C'est de vérifier le critère de VON MISES dans les deux cas (à froid et à chaud).

3. Travail demandé :

- ✚ Déterminer les efforts de réactions aux appuis
- ✚ Déterminer la flèche maximale
- ✚ Déterminer la contrainte de VON MISES
- ✚ Vérifier le facteur de sécurité
- ✚ Conclure et Comparer avec la réalité

V. Etude 1 : four rotatif cas statique à froid

Problème : réaliser une étude du four en cas statique de $D_{ext} = 4.4m$, $D_{int} = 3.75m$ et $L = 94.56m$ le matériau utilisée est l'acier ductile. On veut calculer les efforts de réaction dans les 4 appuis, la flèche maximale et la contrainte de VON MISES par RDM6 et par le logiciel ABAQUS.

1. Propriété de matériau

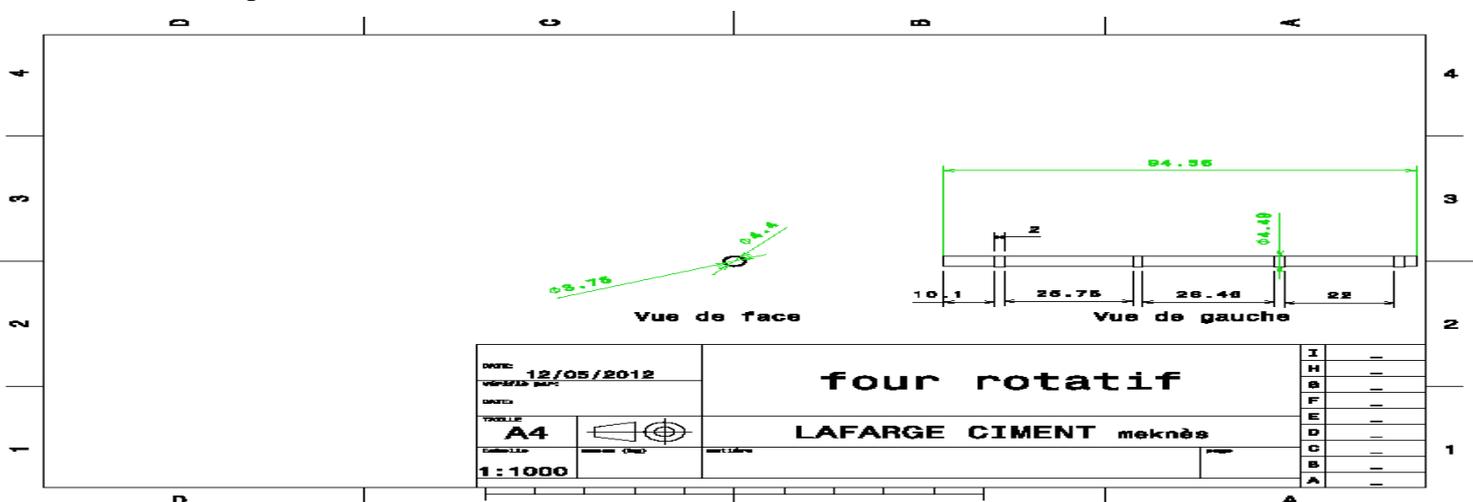
Le matériau utilisé dans la conception c'est l'acier A42CP

propriétés	
Module de YONG	210 GPA
Masse volumique	8000Kg/m ³
Coefficient de poisson	0.3
Limite élastique	250 MPA

Le matériau pour isolation thermique c'est la brique AL2O3 80%

propriétés	
Masse volumique	2200Kg/m ³

Donnés de problème : Dessin de définition



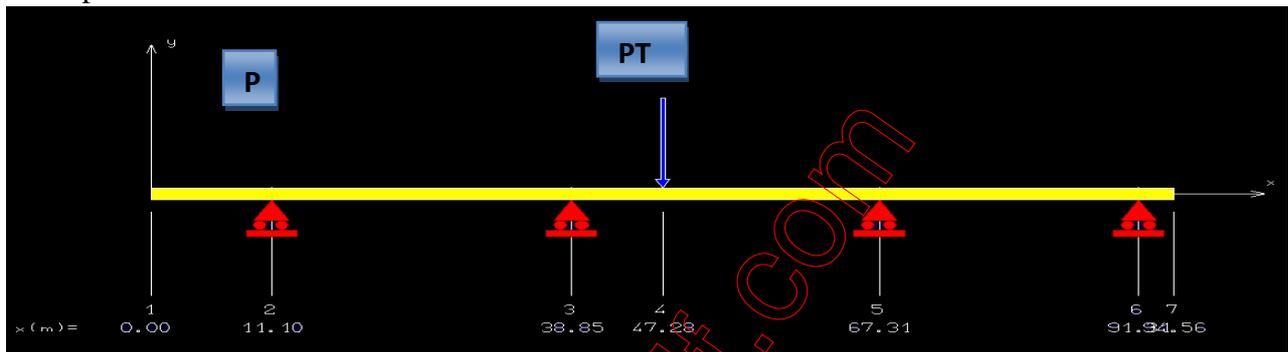
2. Hypothèses

Dans l'analyse :

- On néglige 3% de l'inclinaison du four qui serve la matière de progresser vers l'aval
- On néglige le mouvement longitudinal devant la rotation de four (aller-retour 3 fois par jour)
- Le four constituer par un ensemble des viroles, on le considère comme un milieu continu
- Le mouvement du four rotatif suivant un seul axe et on concéder les supports comme des appuis simples.

3. Calcule numérique : Calcule des efforts

Une poutre soumise à flexion



♦ Calcul du poids total qui égale au poids d'acier plus le poids de brique :

$PT = P_{\text{acier}} + P_{\text{brique}}$

$P_{\text{acier}} = m * g$

$= \rho * V * g$

$v = 393.4 \text{ m}^3$

$= 8000 * 393.4 * 10$

$= 31.47 \text{ EXP } 6 \text{ N}$

$P_{\text{brique}} = m * g$

$= \rho * V * g$

$v = 210.9 \text{ m}^3$

$= 2200 * 210.9 * 10$

$P_{\text{brique}} = 4.6 \text{ EXP } 6 \text{ N}$

avec : $v = \pi(R_{\text{ext}}^2 - R_{\text{int}}^2) * L$

$R_{\text{ext}} = 2.2 \text{ m}$; $R_{\text{int}} = 1.875 \text{ m}$; $L = 94.56 \text{ m}$

avec : $v = \pi(R_{\text{ext}}^2 - R_{\text{int}}^2) * L$

$R_{\text{ext}} = 1.875 \text{ m}$; $R_{\text{int}} = 1.675 \text{ m}$; $L = 94.56 \text{ m}$;

$PT = 36 \text{ EXP } 6 \text{ N}$

PT exercer à la distance $D = 47.28 \text{ m}$

3.1. Les efforts de contact

$P = m * g$

la masse de bondage : $m = 26000 \text{ kg}$

$P = 26 \text{ EXP } 4$

avec $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P$ sont les poids de chaque bondage

P_1 exercer à la distance $D_1 = 11.1 \text{ m}$

P_2 exercer à la distance $D_2 = 38.85 \text{ m}$

P_3 exercer à la distance $D_3 = 67.31 \text{ m}$

P_4 exercer à la distance $D_4 = 91.31 \text{ m}$

3.2. Résultats anticipés

Le four soumis à son propre poids donc il va fléchira vers le bas entre R_2 et R_3

Une concentration de contrainte entre R_2 et R_3

- ✚ La réaction en appuis R2 est plus grande que celle entre les appuis R1 ; R3 et R4
- ✚ La flèche maximale est entre R2 et R3
- ✚ Les fibres supérieures seront en tension et les fibres inférieures en compressions

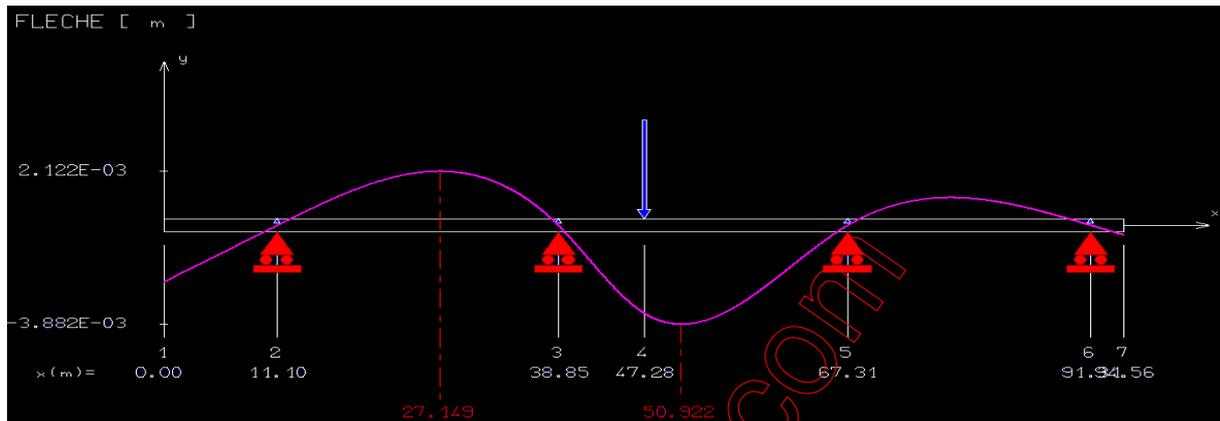
4. Résultats numérique

Les efforts réactions

À l'aide de RDM6 on a trouvé

$$R1=3.08 \times 10^6 \text{ N} \downarrow; R2=2.9 \times 10^7 \text{ N} \uparrow; R3=1.2 \times 10^7 \text{ N} \uparrow; R4=2.5 \times 10^6 \text{ N} \downarrow$$

La flèche maximale $V \downarrow$



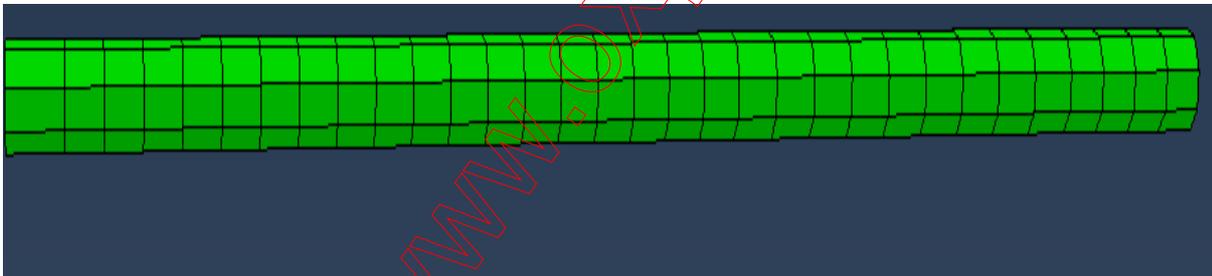
On conclut $V=3.882 \times 10^{-3} \text{ m}$ au point $X=50.922 \text{ m}$

Les résultats anticipés sont vérifiés

Par modélisation des éléments finis

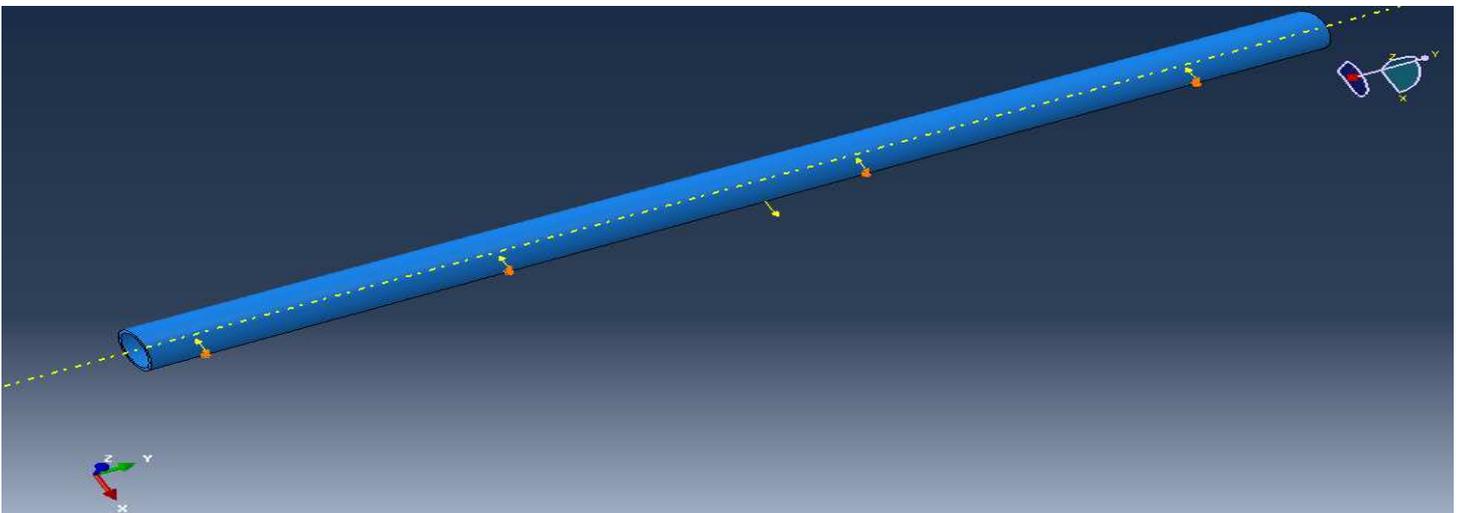
5. Maillage

Le maillage de la géométrie utilisée éléments quadrangles



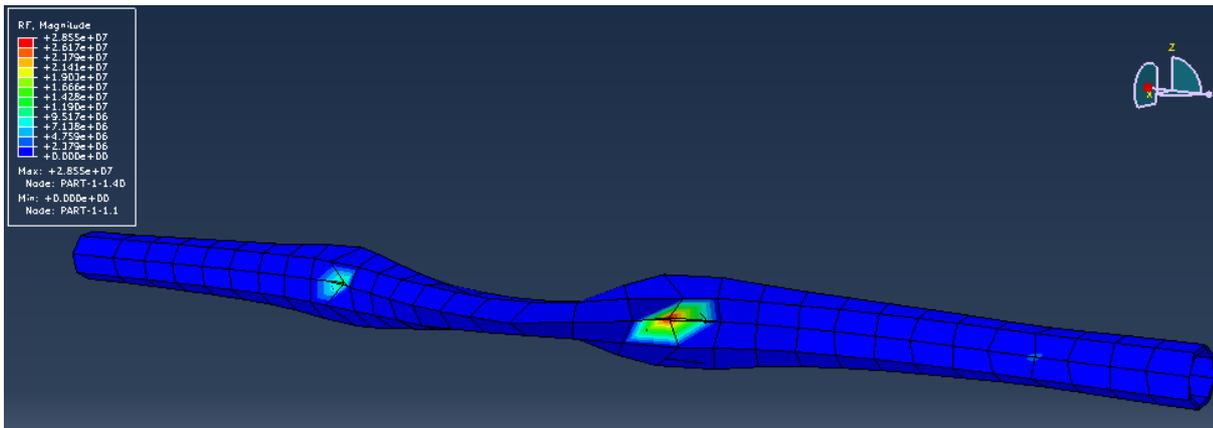
6. Condition aux frontières : supports

La modélisation des appuis se passe par le blocage des translations en X et Y



7. Résultat numériques

Les efforts de réactions



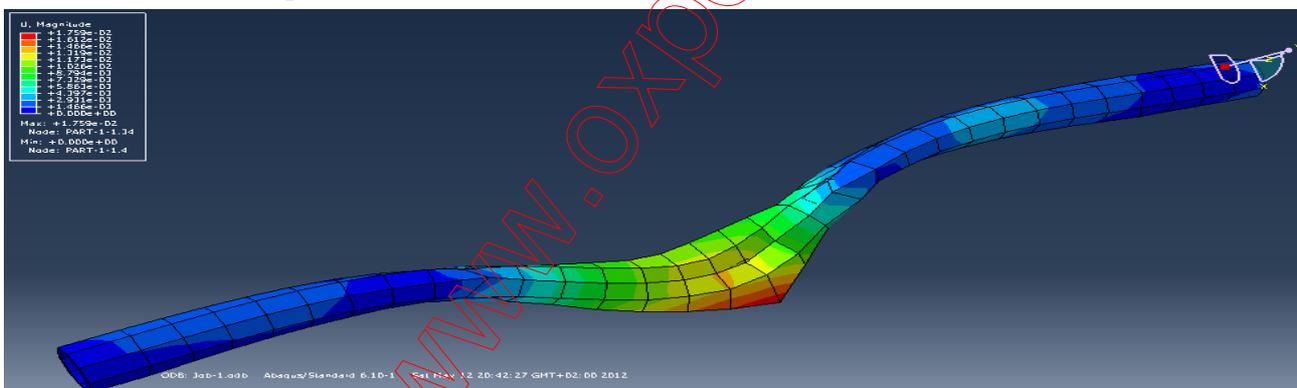
- $R1 = 4.759^{EXP6} \downarrow$
- $R2 = 2.855^{EXP7} \uparrow$
- $R3 = 1.66^{EXP7} \uparrow$
- $R4 = 2.079^{EXP6} \downarrow$

La flèche maximale v

On conclut $V = 1.759^{EXP-2} \text{ m}$ entre R2 et R3

La flèche vers le bas entre R2 et R3

Les résultats anticipés sont vérifiés



8. Contrainte de VON MISES

La contrainte maximale entre R2 et R3 égale 35MPA

La contrainte de VAN MISES est plus petite que la limite d'écoulement de 250 MPA

La zone critique entre R2 et R3

L'appui R2 et R3 soumit des contraintes mécaniques grandes

Donc le facteur de sécurité $F = \frac{250MPA}{35MPA} = 7$

VI. Etude 2 : four rotatif à chaud cas dynamique

1. Problème

Réaliser une étude pour le four cas dynamique de $D_{ext} = 4.4\text{m}$, $D_{int} = 3.75\text{m}$ et $L = 94.56\text{m}$ le matériau utilisée acier ductile. Le four en rotation à l'aide d'un moteur $P = 380\text{kw}$ de vitesse angulaire $\omega = 1000\text{tr/min}$ et le rapport de vitesse $1/28.7$

En thermique : il ya deux phénomène

- ✓ La conduction thermique

- ✓ Le rayonnement thermique
- ✓ Température ambiante $T=45^{\circ}\text{C}$

En veut calculer les efforts de réaction en 4 appuis et la flèche maximale et la contrainte de VON MISES par RDM6 et par logicielle ABAQUS et la température maximale par ABAQUS.

2. Hypothèses

On considérer les mêmes hypothèses de sujet 1 pour les deux conditions thermique et dynamique

3. Calcul numérique : calcul des efforts

- ◆ Calcul du poids total :

$$PT = P_{\text{acier}} + P_{\text{brique}} + P_{\text{matière}}$$

$$P_{\text{matière}} = m \cdot g = 140 \cdot 10^{\text{EXP}3} \cdot 10$$

$$P_{\text{matière}} = 1.4^{\text{EXP}6} \text{ N}$$

le poids d'acier et le poids de brique sont calculés dans le cas précédent

$$PT = 37.36^{\text{EXP}6} \text{ N}$$

- ◆ Calcule du couplement pour la commande de rotation du four :

Le couplement :

$$T1 = \frac{P}{W} = \frac{380 \cdot 1000 \cdot 60}{1000 \cdot 2 \cdot 0.035 \cdot \pi} = 103^{\text{EXP}3} \text{ N.m}$$

- ◆ Calcul du poids de croutage (la matière collé sur la brique) :

$$P_{\text{croutage}} = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

$$\text{avec : } v = \pi(R^{\text{ext}2} - R^{\text{int}2}) \cdot L$$

$$R_{\text{ext}} = 1.675 \text{ m} ; R_{\text{int}} = 1.375 \text{ m} ; L = 54 \text{ m} \quad \longleftrightarrow \quad v = 155 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{croutage}} = 1200 \cdot 155 \cdot 10 = 1.86^{\text{EXP}6} \text{ N}$$

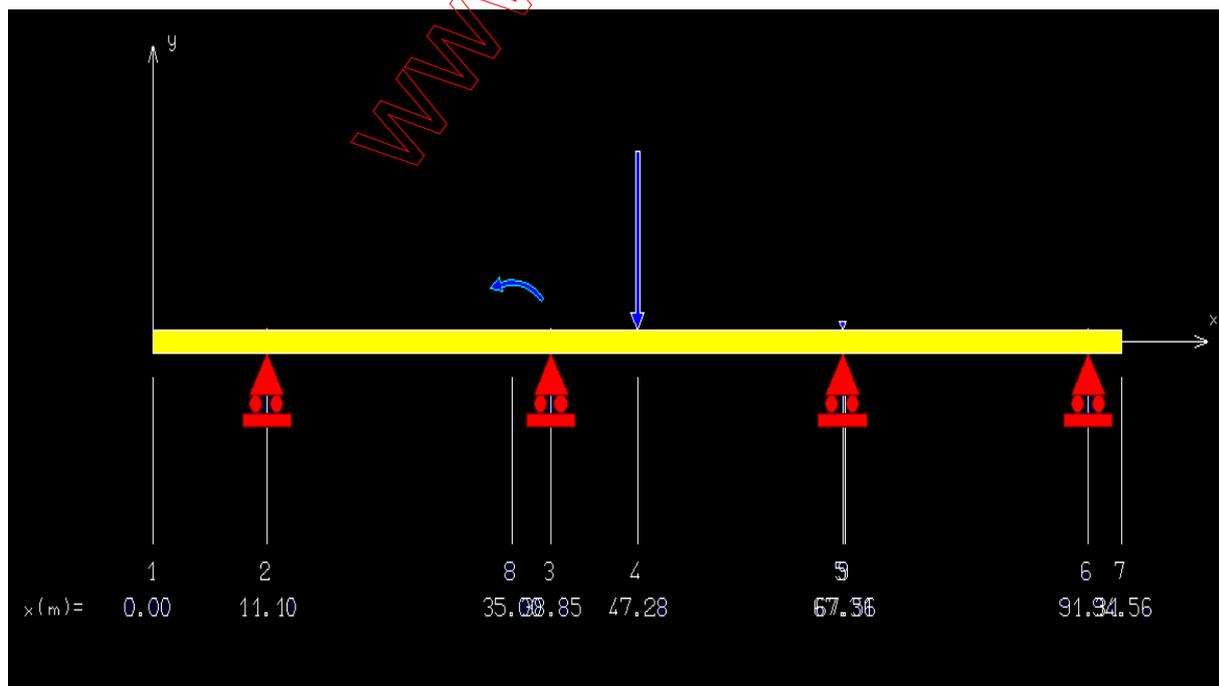
PT exercer à la distance $D = 47.28 \text{ m}$

T1 exercer à la distance $D' = 35 \text{ m}$

P croutage exercer à la distance $D'' = 67.56 \text{ m}$

4. Hypothèses

On considérer les mêmes hypothèses de sujet 1



5. Résultats anticipés

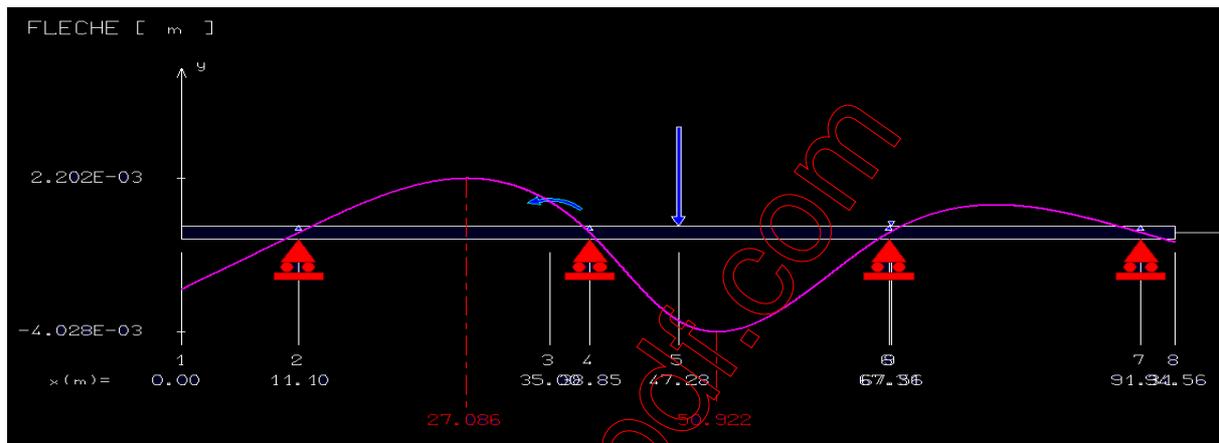
- ⚡ Le four soumet à son propre poids donc il va fléchir vers le bas entre R2 et R3
- ⚡ Une concentration de contrainte entre R2 et R3
- ⚡ La réaction en appuis R2 est plus grande que celle entre les appuis R1 ; R3 et R4
- ⚡ Augmentation de la réaction R3
- ⚡ La flèche maximale est entre R2 et R3
- ⚡ Les fibres supérieures seront en tension et les fibres inférieures seront en compressions

6. Résultats numérique

Les efforts réactions

À l'aide de RDM6 on a trouvé

$$R1=3.08 \times 10^6 \text{ N} \downarrow ; R2=2.9 \times 10^7 \text{ N} \uparrow ; R3=2.4 \times 10^7 \text{ N} \uparrow ; R4=2.5 \times 10^6 \text{ N} \downarrow$$



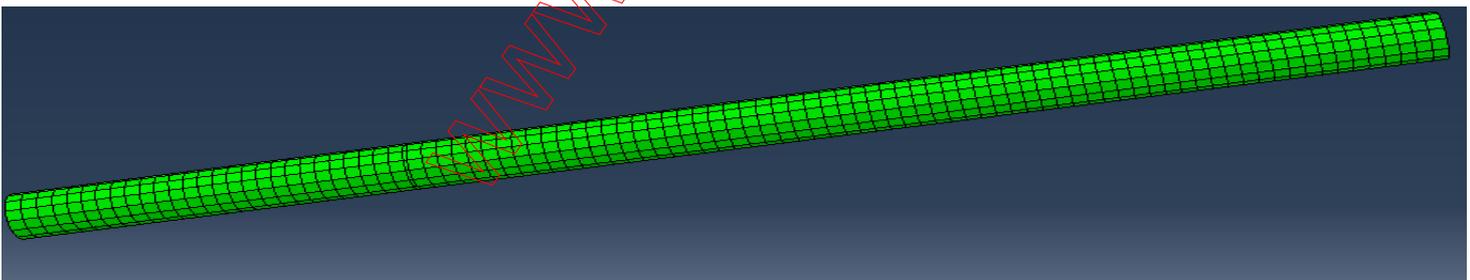
On conclut que $V=4.028 \times 10^{-3} \text{ m} \downarrow$ au point $X=50.922 \text{ m}$

Les résultats anticipés vérifiés

Par modélisation des éléments finis

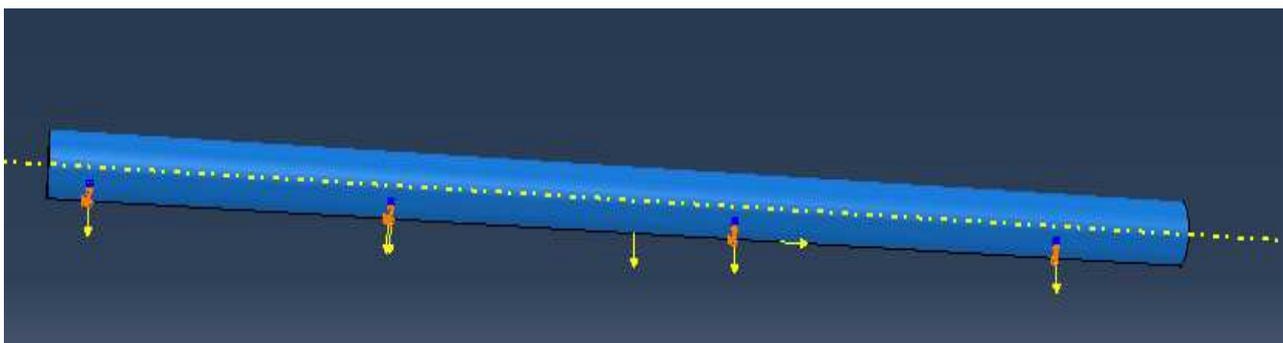
7. Maillage

Le maillage de la géométrie utilisée éléments quadrangles



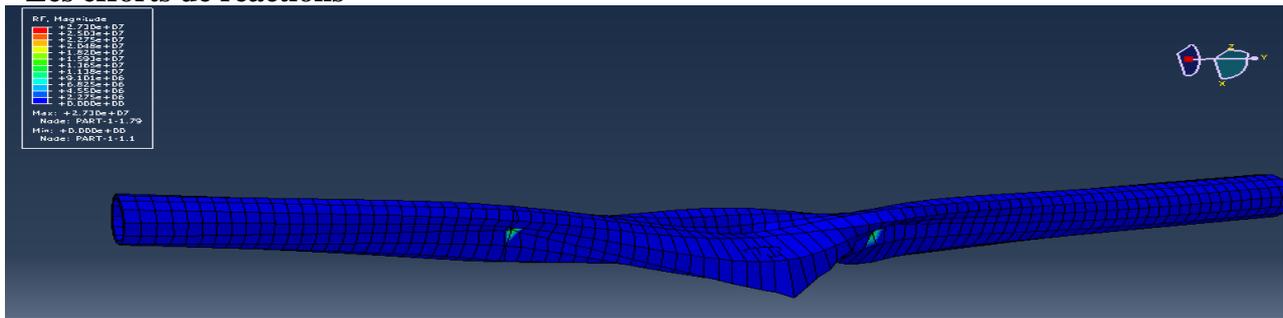
8. Condition aux frontières : supports

La modélisation des appuis se passe par le blocage des translations en X et Y



9. Résultat numériques

Les efforts de réactions



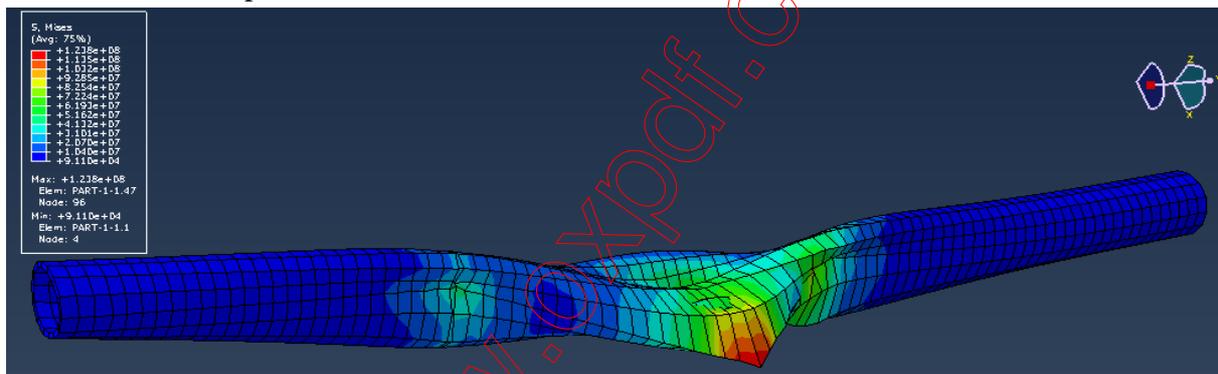
- $R1 = 4.73^{EXP} 6 \text{ N} \downarrow$
- $R2 = 2.8^{EXP} 7 \text{ N} \uparrow$
- $R3 = 2.13^{EXP} 7 \text{ N} \uparrow$
- $R4 = 2.38^{EXP} 6 \text{ N} \downarrow$

La flèche maximale v

On conclut $V = 9^{EXP} -2 \text{ m} \downarrow$ entre R2 et R3

La flèche vers le bas entre R2 et R3

Les résultats anticipés vérifiés



10. Contrainte de VON MISES

La contrainte maximale entre R2 et R3 égale 128MPa

La contrainte de VON MISES est plus petite que la limite d'écoulement de 250 MPa

La zone critique entre R2 et R3

L'appui R2 et R3 soumit des contraintes mécaniques grandes

Donc le facteur de sécurité $F = \frac{250MPa}{128MPa} = 2$

11. Propriété thermique du four

La conduction thermique

Le flux de chaleur

$$H1 = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = K * A * \frac{\Delta T}{L} \quad \text{avec}$$

K est la conductivité thermique $w/m^*k = 60 w/m^*k$

$\frac{\Delta T}{L}$: Le gradient de température k/m

A : la section de four = $2\pi * (REXT - RINT) * L$

Le rayonnement thermique

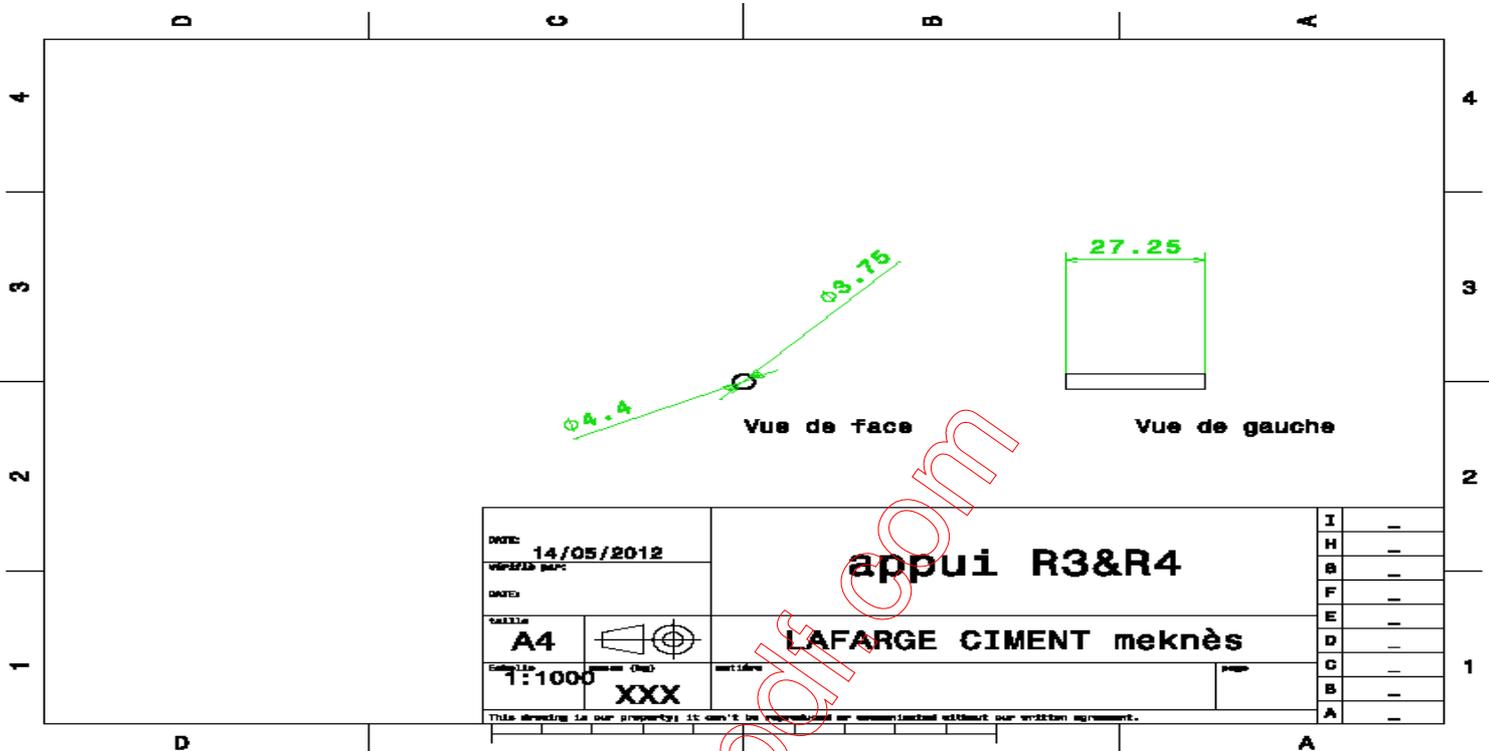
$$H2 = \epsilon * \sigma * A * T$$

ϵ : 0.95%

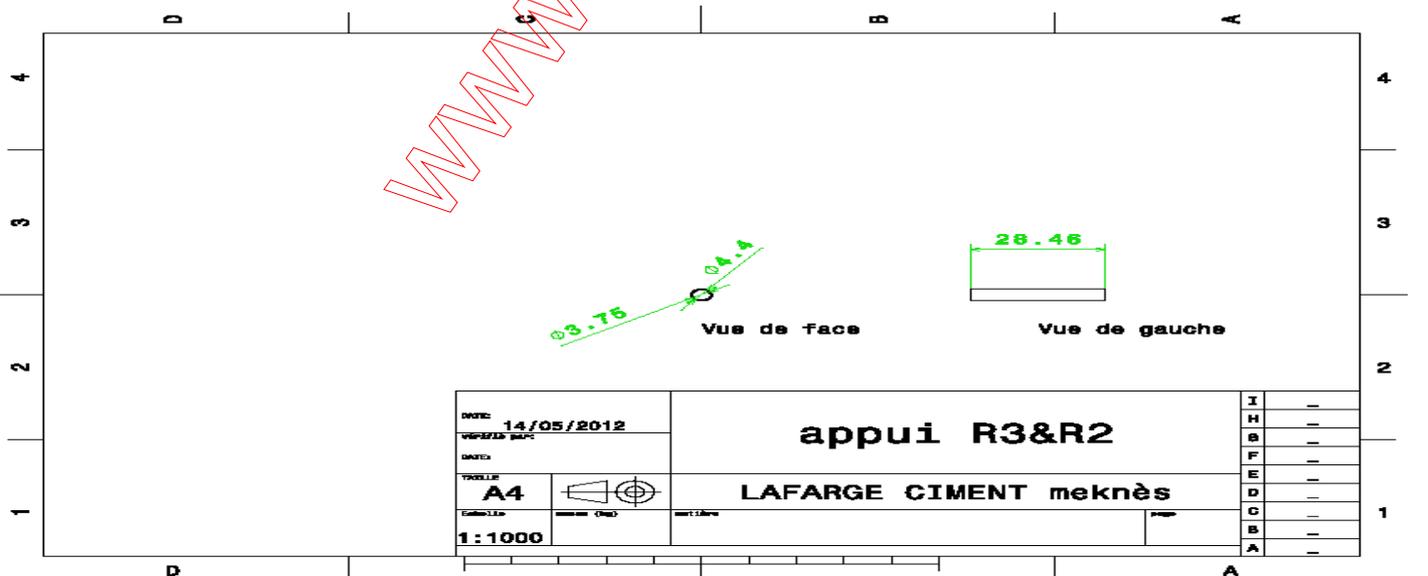
σ : constante de STEFAN = $5.67^{EXP} -8$

T : température d'émission de four
 Flux totale égale
 $H = H_1 + H_2$

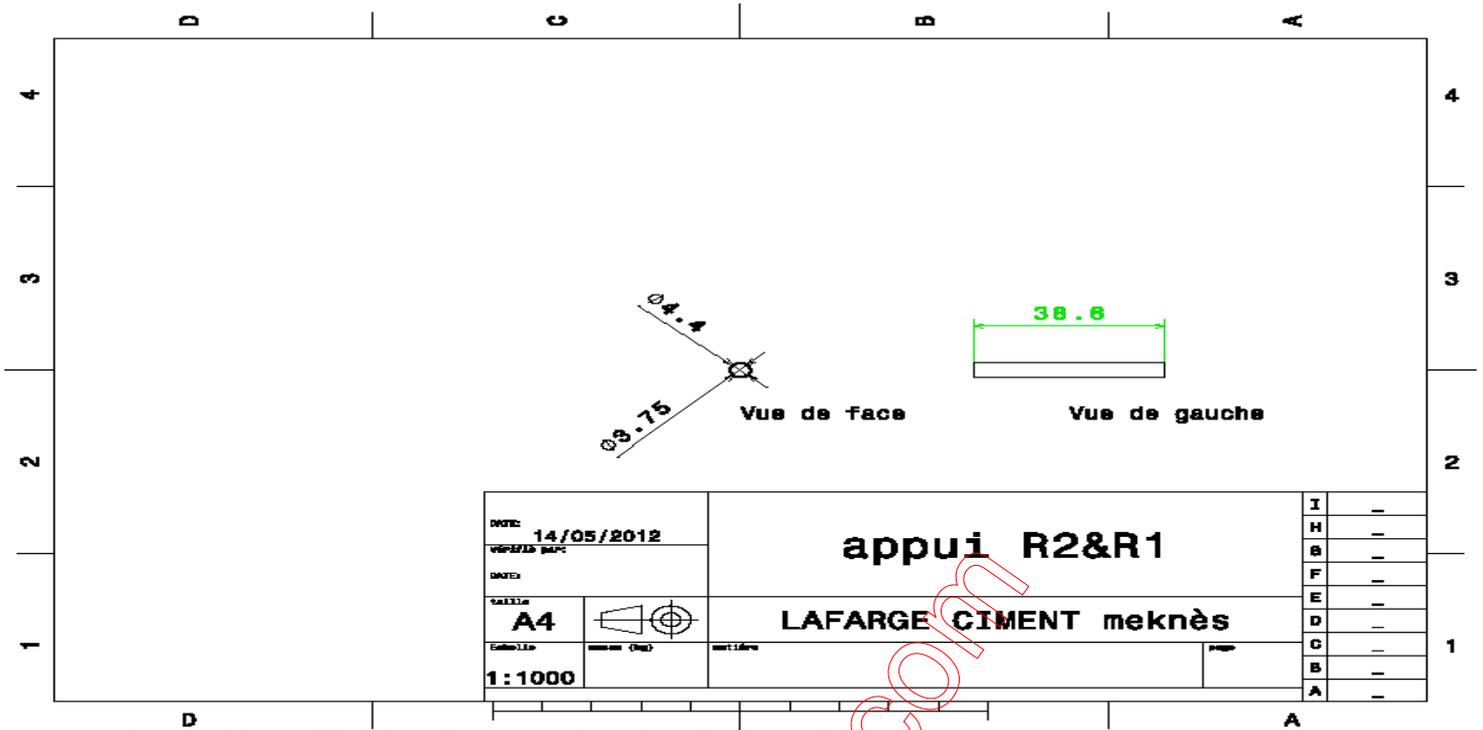
12. Données du problème



Le matériau utilisé dans la conception c'est l'acier A42CP
 La force appliquée à l'intérieure 300°C
 La condition frontière 300°C
 Température ambiante T=45°C



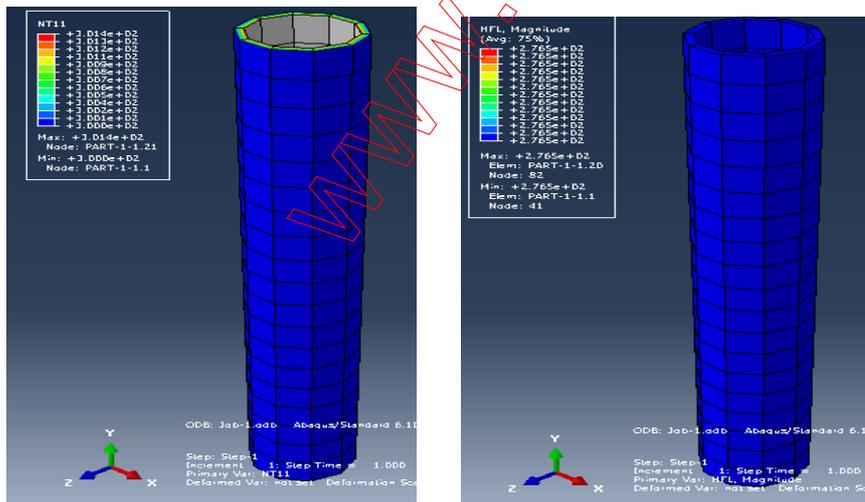
Le matériau utilisé dans la conception c'est l'acier A42CP
 La force appliquée à l'intérieure 196°C
 La condition frontière 196°C
 Température ambiante T=45°C



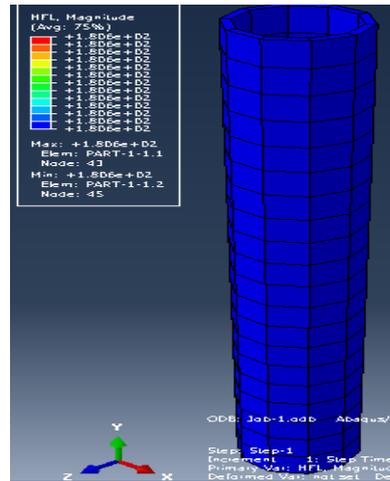
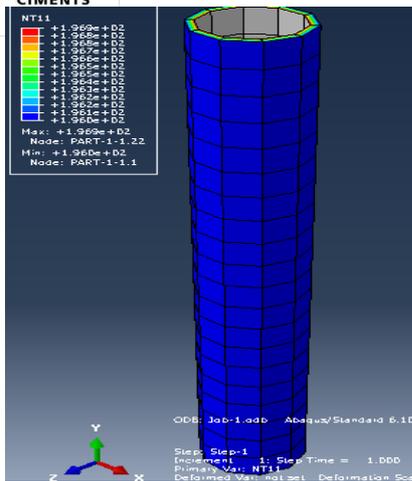
Le matériau utilisé dans la conception c'est l'acier A42CP
 La force appliquée à l'intérieure 222°C
 La condition frontière 222°C
 Température ambiante T=45°C

13. Le résultat par élément fini

La virole entre R3 et R4
 H max = 280 W
 T max = 301.4 °C



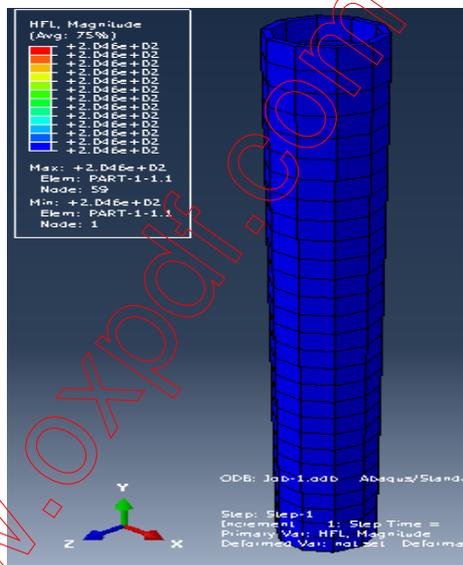
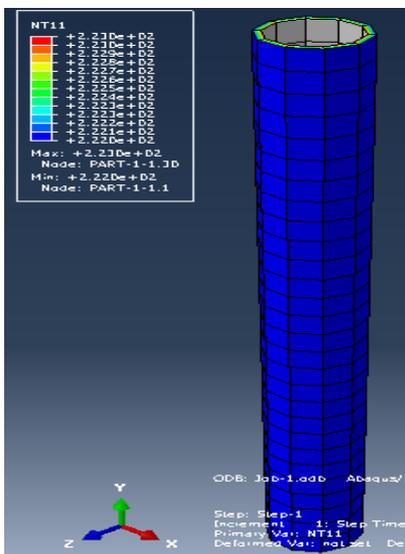
La virole entre R3 et R2
 H max = 180 W
 T max = 197 °C



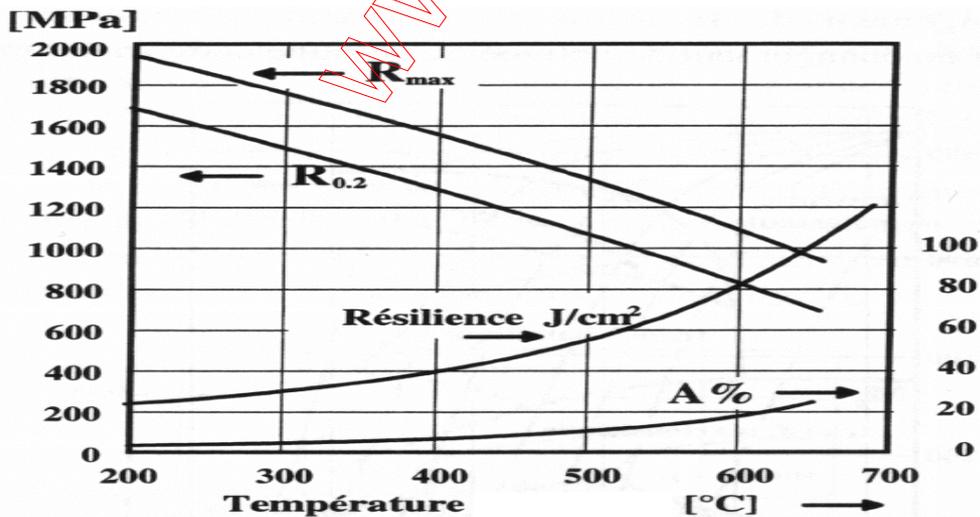
La virole entre R1 et R2

H max = 205 W

T max = 223 °C



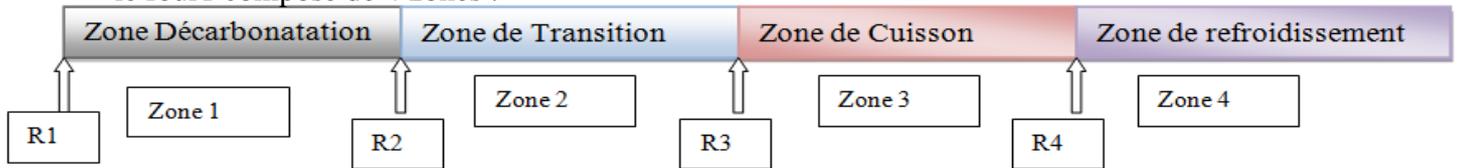
VII. Conclusion



Le diagramme montre l'évolution de la contrainte en fonction de la température.

Conclusion

le four1 compose de 4 zones :



Zone 1

- ✚ Absence de croutage
- ✚ Force mécanique due aux briquetages, glissement de la matière, et le bandage.
- ✚ La température est élevée mais ne doit pas dépassée 850°C à l'intérieur de four pour avoir le phénomène de décarbonations

Contraintes

- ✚ Mécanique et thermique

Résultats

- ✚ Pas de déformation plastique de virole $F = \frac{250MPA}{11MPA} = 22$
- ✚ La température de la virole reste loin de la température de déformation plastique de l'acier $T_{max} = 300^\circ C$

Remarque : la température de la déformation plastique de la virole $T = 400^\circ C$

Appui 1

- ✚ Charge mécanique
- ✚ Charge thermique

Zone 2

- ✚ Présence des couches du croutage
- ✚ Température relativement élevée
- ✚ Force mécanique due aux briquetages, glissement de la matière, et le bandage
- ✚ Concentration de contrainte mécanique

Contraintes

- ✚ Mécanique et thermique

Résultat

- ✚ Pas de déformation plastique de la virole du aux contraintes mécanique $F = \frac{250MPA}{128MAP} = 2$
- ✚ La température de la virole reste loin de la température de déformation de l'acier $T_{max} = 300^\circ C$

Appui 2

- ✚ Charge mécanique
- ✚ Charge thermique

Zone 3

- ✚ Croutage stable
- ✚ La zone la plus chaude du four
- ✚ Force mécanique due aux briquetages, glissement de la matière, poids du croutage, et le bandage
- ✚ Concentration de contrainte thermique

Contraintes

- ✚ Mécanique et thermique

Résultat

- ✚ Pas de déformation plastique de la virole due aux contraintes mécaniques $F = \frac{250MPA}{75MPA} = 3$

- ✚ Possibilité de déformation plastique de la virole due aux l'augmentation de la température

L'augmentation de la température de virole produit par :

- ✚ Réaction chimique de la matière causée l'usine de la brique
- ✚ La chute de la brique
- ✚ La sur-cuisson de la matière produit l'augmentation de la température par la conduction.

Appui 3

- ✚ Le point le plus critique car la température et la matière joue comme un rôle d'usinage sur l'état surface des pièces

Zone 4

- ✚ Absence du croutage
- ✚ Présence de clinker
- ✚ Force mécanique due aux briquetages, glissement de la matière, et le bandage
- ✚ La zone la plus proche au refroidisseur

Contraintes

- ✚ Mécanique et thermique

Résultat

- ✚ Possibilité de déformation de la virole à cause de l'augmentation de la virole

L'augmentation de la température de virole produit par :

- ✚ Le mal centrée de la flamme causé l'usine de la brique
- ✚ La chute de la brique
- ✚ La sur-cuisson de la matière produit l'augmentation de la température par la conduction.

Appui 4

- ✚ Charge mécanique
- ✚ Charge thermique

Ancien zone 3 fissure



Appuis 3 avant changement



Appuis 3 après changement

Conclusion générale

La période de notre stage au sein de LAFARGE CIMENT usine Meknès, nous a permis d'élargir nos connaissances concernant le monde industriel ainsi que les problèmes quotidiens de l'entreprise.

D'autant plus qu'on a eu de la chance au cours de notre stage de visiter les différents services de l'usine et d'apprendre de nouvelles choses telles que la supervision et le contrôle des cycles de marches de machines et des appareils de l'usine.

On a pu constater les similitudes des enseignements à l'FSTF avec ce qu'on a rencontré sur place concernant la maintenance, la mécanique, la fabrication, le thermique....

De plus ce stage nous a été bénéfique autant sur le plan personnel que professionnel qu'on a connu un secteur d'activité très important au Maroc telle que la fabrication de ciment.

Pour notre stage après discussions avec nos encadrants il semble que la première solution est la plus correcte car elle permet une régulation plus précise.

Annexe

www.oxpof.com

Détermination des heures et du nombre d'ouvrier

On a déterminé les heures et le nombre de mains d'œuvre nécessaire à l'exécution de ces tâches pour chaque secteur.

Les tableaux ci-dessous représentent le Calcul des heures requises pour les gammes préventives

CARRIERE Mr TAIBI

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
	Visite journalière en marche par mécanicien posté du CURVODUC	1*365=365	2	730
	Nettoyage journalier en marche du broyeur ATRITOR	1*365=365	1	365
GAMMES Préventives	Visite hebdomadaire des groupes électrogènes 175KVA-480KVA-KTTA9	2*48=96	1	96
	Nettoyage mensuel en marche du filtre à air compres. d'air Cde. du seu du PH1	0,5*12=6	1	6
	Nettoyage mensuel en marche du filtre à air compres. air de Cde du seu du PH2	0,5*12=6	1	6
	Visite des 50 H du groupe électrogène four 2	0,75	1	0,75
	Visite des 50 H du groupe électrogène 480 KVA	0,75	1	0,75
	Visite des 50 H du groupe électrogène N° 1	15	1	15
	Visite des 50 H du groupe électrogène N° 2	0,75	1	0,75
	Visite des 50 H du groupe électrogène N° 3	0,75	1	0,75
	Visite des 50 H du groupe électrogène 400v/5500v	75	1	75
	Visite des 50 H du groupe moto-pompe	0,75	1	0,75
	Entretien bimestriel à l'arrêt pompe graissage manège & treuil navettes PH1	8*24=384	2	768
	Entretien bimestriel à l'arrêt pompe graissage manège & treuil de navettes PH2	8*24=384	2	768
	Entretien trimestriel à l'arrêt du concasseur FCB	8*4=32	2	64
	Entretien trimestriel à l'arrêt du transporteur T0	4*4=16	2	32
	Entretien trimestriel à l'arrêt du transporteur T5	4*4=16	2	32
	Entretien trimestriel à l'arrêt du transporteur M1	4*4=16	2	32
	Entretien trimestriel à l'arrêt du transporteur escamotable	4*4=16	1	16
	Visite des 250 H du groupe électrogène four 2	4*36,5=292	2	584
	Visite des 250 H du groupe électrogène 480 KVA	4*36,5=292	2	584
	Visite des 250 H du groupe électrogène N° 1	4*36,5=292	2	584
	Visite des 250 H du groupe électrogène N° 2	4*36,5=292	2	584
	Visite des 250 H du groupe électrogène N° 3	4*36,5=292	2	584
Visite des 250 H du groupe électrogène 400v/5500v	4*36,5=292	2	584	
Entretien annuel à l'arrêt du réducteur de Cde du crible "ATMOS"	16	2	32	
Entretien Annuel à l'arrêt du transporteur Curvoduc	24	3	72	
Entretien annuel à l'arrêt du concasseur primaire	32	3	96	
Entretien annuel à l'arrêt du concasseur secondaire	20	3	60	
Visite spécifique à l'arrêt du réducteur de Cde Curvoduc	16	2	32	

6804,75

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	5	66
Priorité (5)	12	148
Priorité (4)	190	1818
Priorité (3)	93	2646
Priorité (2)	7	230
Priorité (1)	20	710

BC Mr FARAJI

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
GAMMES Préventives	Nettoyage bimensuel en marche des filtres à air préparation cru	4*24=96	1	96
	Entretien bimensuel à l'arrêt du transporteur à godets du gratteur BC1	8*24=192	2	384
	Entretien bimensuel à l'arrêt du transporteur à godets du gratteur à godets BC2	8*24=192	2	384
	Nettoyage bimensuel en marche des filtres à air supresseurs silos Homo cuisson	4*24=96	1	96
	Nettoyage bimensuel en marche des filtres à air surpr. silo poussières	4*24=96	1	96
	Nettoyage mensuel des reniflards du réducteur, galets & armoire hydraulique	2*12=24	1	24
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile du triple clapet BC1	1*12=12	1	12
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile graissage réduc. & relevage patins	4*12=48	2	96
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile Groupe de graissage des galets BC1	1*12=12	1	12
	Contrôle mensuel du fonctionnement du graissage centralisé BC1	3*12=36	1	36
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile groupe hydraulique suspens. galets	2*12=24	2	48
	Contrôle mensuel de la pression d'azote des accumulateurs BC1	1*12=12	2	24
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des buses d'injection d'eau BC1	1*12=12	1	12
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des reniflards réducteur, galets & armoire hydr. BC2	1*12=12	1	12
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile graissage réduc. & relevage patins	2*12=24	2	48
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile groupe de graissage des galets BC2	2*12=24	1	24
	Contrôle mensuel du fonctionnement du graissage centralisé BC2	3*12=36	1	36
	Contrôle mensuel de la pression d'azote des accumulateurs BC2	1*12=12	2	24
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des buses d'injection d'eau BC2	1*12=12	2	24
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du surpresseur d'air d'émulsion silo poussières	4*4=16	2	32
Nettoyage trimestriel à l'arrêt surpr. air transport poussières vers BC 1	4*4=16	2	32	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N1 BC1	5*3=15	3	45	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N2 BC1	5*3=15	3	45	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N3 BC1	5*3=15	3	45	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N1 BC2	5*3=15	3	45	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N2 BC2	5*3=15	3	45	
entretien quadrimestriel à l'arrêt de la chape du vérin galet N3 BC2	5*3=15	3	45	

Nettoyage semestriel à l'arrêt du réfrigérant d'huile du triple clapet BC1	4*2=8	1	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrigérant d'huile réducteur et relevage patins	3*2=6	2	12
Entretien semestriel à l'arrêt de l'élévateur BC1 ADF1	8*2=16	2	32
Nettoyage semestriel à l'arrêt du réfrig. huile grais.réduc. & relevage patins	2*2=4	2	8
Entretien semestriel à l'arrêt de l'élévateur BC2 ADF2	8*2=16	2	32
Entretien semestriel à l'arrêt de la trémie pesée ADF1	8*2=16	2	32
Entretien semestriel du radiateur d'huile compres. HIBON transport poussière	8*2=16	2	32
Entretien semestriel à l'arrêt de la trémie pesée ADF2	16*2=32	2	64
Entretien annuel à l'arrêt de la Cde broyeur BC1 ADF11	8	2	16
Nettoyage annuel à l'arrêt du réfrigérant d'huile groupe graissage galets BC1	1	1	1
Entretien annuel à l'arrêt de l'échantillonneur sortie BC1 ADF11	2	2	4
Entretien annuel à l'arrêt de la Cde broyeur BC2 ADF22	8	2	16
Nettoyage annuel à l'arrêt du réfrigérant d'huile groupe graissage galets BC2	2	2	4
Entretien annuel à l'arrêt du sas d'alimentation broyeur BC2 ADF21	24	2	48
Entretien annuel à l'arrêt de l'extracteur cru doser BC2 ADF21	56	3	168
Entretien annuel à l'arrêt de l'échantillonneur sortie BC2 ADF22	2	2	4
Contrôle annuel à l'arrêt boîte à presse - étoupe pompe IBAU pouss. BC1 ADF12	4	2	8
Entretien bisannuel à l'arrêt de l'accouplement de l'extracteur cru doser BC1	2	2	4
Entretien bisannuel à l'arrêt de l'accouplement extracteur de correction BC1	2	2	4
Entretien bisannuel du radiateur d'huile du compresseur de transport N°1 BC1	1	1	1
Entretien bisannuel à l'arrêt vanne tout ou rien aéro sortie silo pouss.BC1	4	2	8
Entretien bisannuel à l'arrêt de la vanne doseuse aéro sortie silo pouss. BC1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt vanne tout ou rien aéro sortie silo pouss.BC2	4	2	8
Entretien bisannuel à l'arrêt de la vanne doseuse aéro sortie silo pouss.BC2	8	2	16
Entretien trisannuel à l'arrêt de la mécanique du séparateur BC1	4	2	8
Entretien trisannuel à l'arrêt de la mécanique du séparateur BC2	8	2	16
Entretien trisannuel des fonds d'émulsion de la trémie pesée	16	3	48
Entretien trisannuel des fonds d'émulsion de la trémie pesée	16	2	32

2470

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	48	267
Priorité (5)	24	187
Priorité (4)	60	860
Priorité (3)	80	796
Priorité (2)	20	213
Priorité (1)	35	926

CUISSON MR BOUTAHAR

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
	Entretien hebdomadaire en marche de la tour de conditionnement F1	3*54=162	1	162
	Entretien hebdomadaire en marche de la tour de conditionnement Four2	3*54=162	1	162
	Entretien bimensuel à l'arrêt du broyeur LM 17-20D	3*24=72	2	144
GAMMES Préventives	Nettoyage mensuel à l'arrêt des filtres des buses de la tour conditionnement F1	4*12=48	2	96
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des filtres des buses de la tour conditionnement F2	4*12=48	2	96
	Entretien mensuel à l'arrêt de la chaîne à raclette sous trémie hall	4*12=48	2	96
	Contrôle mensuel pression d'azote accumulateurs grp.hydr.suspension galets CH3	2*12=24	1	24
	Nettoyage mensuel à l'arrêt filtre à huile du réducteur de Cde Broyeur Charbon 3	2*12=24	1	24
	Contrôle bimestriel du fonctionnement du graissage centralisé Refroidisseur F2	16*6=96	1	96
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du filtre à huile du réducteur Cde broyeur CH3	2*4=8	1	8
	Entretien trimestriel à l'arrêt des tampons butée balancier côté F1 broyeur CH3	4*4=12	3	36
	Nettoyage semestriel à l'arrêt du filtre à air Tuyère Four 2 ADF2	2*2=4	1	4
	Entretien semestriel à l'arrêt du refroidisseur Four 2 ADF2	144*2=288	5	1440
	Entretien semestriel à l'arrêt du ventilateur V1 ligne 2 ADF2	16*2=32	2	64
	Entretien semestriel à l'arrêt du ventilateur V2 ligne 2 ADF2	16*2=32	2	64
	Entretien semestriel à l'arrêt du ventilateur V3 ligne 2 ADF2	16*2=32	2	64
	Entretien semestriel à l'arrêt du broyeur charbon 3 ADF1	32*2=64	4	256
	Entretien semestriel à l'arrêt de la trainasse Four 2 ADF2	24*2=48	3	144
	Entretien semestriel à l'arrêt des clapets échangeur amont et préca ligne 1 ADF1	40*2=80	2	160
	Entretien semestriel à l'arrêt du ballon air lift ligne 1 ADF1	16*2=32	3	96
	Entretien semestriel à l'arrêt du joint amont four1 ADF1	40*2=80	2	160
	Entretien semestriel à l'arrêt de la tuyère Four 1 ADF1	2*2=4	1	4
Entretien semestriel à l'arrêt du refroidisseur à couloirs Four 1 ADF1	100*2=200	5	1000	
Entretien semestriel à l'arrêt des clapets échangeur amont ligne 2 ADF2	40*2=80	2	160	
Entretien semestriel à l'arrêt de la trainasse Four1 ADF1	40*2=80	3	240	
Entretien semestriel à l'arrêt du ballon air lift ligne 2 ADF2	16*2=32	3	96	
Entretien semestriel à l'arrêt du joint aval four 2 ADF2	40*2=80	2	160	
Entretien semestriel à l'arrêt de la tuyère Four 2 ADF2	40*2=80	3	240	
Nettoyage semestriel à l'arrêt du réfrig. huile graissage réduc. Cde Broyeur CH3	4*2=8	3	24	
Entretien semestriel à l'arrêt du joint amont four2 ADF2	40*2=80	2	160	
Entretien annuel à l'arrêt du volet alimen. tour F1 ou vers silo H1 ADF11	8	2	16	
Entretien annuel à l'arrêt du clapet C4 ADF12	16	2	32	
Entretien annuel à l'arrêt du sas sous trémie préca 60T ADF11	24	2	48	

Entretien annuel à l'arrêt de la trémie charbon préca four 1 ADF11	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt de la tour de conditionnement F1 ADF12	8	2	16
Entretien annuel à l'arrêt de la trémie charbon Four 1 ADF12	16	2	32
Remplacement annuel des filtres à huile centrale hydr.Refrigerateur F1 ADF11	8	2	16
Entretien annuel à l'arrêt du volet d'aiguillage Ballon d'air-lift ADF22	8	2	16
Entretien annuel à l'arrêt du clapet C4 ADF22	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt de la tour de conditionnement F2 ADF22	8	2	16
Entretien annuel à l'arrêt du sas sous trémie charbon F2 ADF21	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt du sas sous vis sous filtre CH3 ADF22	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt du sas d'alimentation dosage four 2 ADF22	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt trappe à casque N°1 chambre 1 refroidisseur F2 ADF21	8	2	16
Entretien annuel à l'arrêt de la trémie charbon Four 2 ADF21	16	2	32
Entretien annuel à l'arrêt trappe à casque N°2 chambre 2 refroidisseur F2 ADF22	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt de la vanne d'alimentation farine	16	2	32
Entretien bisannuel à l'arrêt du sas sous trémie charbon four1	16	2	32
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur EVS Four 1	24	2	48
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V1 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V7 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V2 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V4 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V3 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V6 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V5 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V8 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt de la vanne d'alimentation farine F2	16	2	32
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur V9 refroidisseur Four 1	8	2	16
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur de tirage broyeur ch3	16	4	64
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur final Four2	24	2	48
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur préchauffeur F2	32	3	96
Entretien trisannuel à l'arrêt de l' d'alimentation farine ligne 2	32	4	128
Entretien trisannuel à l'arrêt de l' d'alimentation farine ligne 1	32	4	128
Entretien trisannuel à l'arrêt du sas sous vis d'alimentation farine	32	2	64
Entretien trisannuel à l'arrêt du dévouteur de la trémie préca 60T	32	3	96
Entretien trisannuel à l'arrêt du doseur pfister préca four1	16	2	32
Contrôle trisannuel de la butée hydraulique appuis N°1 F1	48	4	192
Entretien trisannuel à l'arrêt du doseur pfister Four 1	16	2	32
Contrôle trisannuel de la butée hydraulique appuis N°2 Four 1	48	4	192
Entretien trisannuel à l'arrêt du dévouteur de la trémie charbon F2	32	3	96
Entretien trisannuel à l'arrêt du séparateur broyeur charbon 3	16	4	64
Entretien trisannuel à l'arrêt du doseur pfister Four 2	16	2	32
Contrôle trisannuel de la butée hydraulique F2	48	4	192
Entretien trisannuel à l'arrêt du groupe de commande Four2	40	4	160
Entretien trisannuel à l'arrêt trappe à casque N°3 chambre 3 du refroidisseur F2	8	2	16

Entretien trisannuel à l'arrêt trappe à casque N°5 chambre 4 refroidisseur F2	8	2	16
Entretien trisannuel à l'arrêt trappe à casque N°4 chambre 4 refroidisseur F2	8	2	16

6948

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	44	377
Priorité (5)	6	94
Priorité (4)	22	321
Priorité (3)	70	940
Priorité (2)	14	83
Priorité (1)	108	3429

**BKS MR
AQRAOU**

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
	Entretien de l' sous filtre broyeur BK5	12	6	72
	Entretien à l'arrêt de l'accouplement flexacier	14	4	56
GAMMES Préventives	Nettoyage hebdomadaire en marche des filtres des aéroglossières BK3	1,5	1	1,5
	Nettoyage hebdomadaire à l'arrêt du filtre d'aspiration compress d'expédition BK3	1	2	2
	Nettoyage hebdomadaire en marche des filtres des aéroglossières BK4	1,5	1	1,5
	Nettoyage hebdomadaire à l'arrêt du filtre d'aspiration compress d'expédition BK4	1	2	2
	Nettoyage hebdomadaire en marche des filtres des aéroglossières BK5	1,5	1	1,5
	Nettoyage hebdomadaire à l'arrêt du filtre d'aspiration compress d'expédition BK5	1	2	2
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile graissage palier entrée BK3	1	2	2
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre à huile graissage palier sortie BK3	1	2	2
	Entretien mensuel des équipements pneumex	10	4	40
	Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur BK3	8	3	24
	Nettoyage trimestriel des filtres d'huile de graissage hamais	1,5	2	3
	Nettoyage trimestriel des compresseurs	3	2	6
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du filtre à huile du graissage réducteur	1	2	2
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du filtre à huile graissage hamais BK 4	1,5	2	3
	Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur BK4	8	3	24
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt filtre à huile grp.graissage réducteur Cde BK4	1	2	2
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du compresseur AERZEN BK3	1	2	2
	Entretien trimestriel de la vanne de mise à l'air libre	2	2	4
	Nettoyage trimestriel à l'arrêt du compresseur VM75 transport BK4	1	2	2
	Contrôle trimestriel de la boîte à presse - étoupe pompe IBAU BK4	3	2	6

Nettoyage trimestriel à l'arrêt filtre huile Grp.Hydr.& graiss.patins entrée BK5	3	2	6
Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur d'alimentation BK5	8	3	24
Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur sortie broyeur BK5	8	3	24
Nettoyage trimestriel à l'arrêt filtre huile Grp.Hyd. & Graiss.patins sortie BK5	3	2	6
Contrôle trimestriel boîte à presse - étoupe pompe IBAU BK 5	3	2	6
Nettoyage trimestriel à l'arrêt du compresseur de transport BK5	1	2	2
Nettoyage trimestriel à l'arrêt du filtre à huile groupe hyd. graiss.sépar. BK5	1,5	2	3
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrigérant huile grp.graissage réducteur Cde BK4	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrig. huile Grp.Hyd. & graiss.patins entrée BK5	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt du réfrigérant d'huile séparateur dynamique BK5	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrig. huile Grp.Hydr & Graiss.patins sortie BK5	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt du radiateur d'huile compresseur VM75 transp.BK4	1	2	2
Nettoyage semestriel du réfrigérant d'huile du graissage séparateur BK4	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrigérant d'huile graissage palier entrée BK3	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt réfrigérant d'huile graissage palier sortie BK3	3	2	6
Nettoyage semestriel à l'arrêt du réfrigérant d'huile du graisse. réd. Cde BK3	3	2	6
Remplacement annuel filtre et douilles de l'accoup. compresseur AERZEN BK3	4	2	8
Entretien annuel à l'arrêt de l'échantillonneur trémie tampon BK3	2	2	4
Entretien annuel à l'arrêt de l'échantillonneur BK4	2	2	4
Remplacement annuel à l'arrêt filtre aspir. et douilles accoup. Compres. BK5	4	2	8
Entretien annuel à l'arrêt de l'échantillonneur BK5	1,5	2	3
Remplacement annuel filtre à air et douilles de l'accouplement compresseur BK4	4	2	8
Entretien bisannuel à l'arrêt du ventilateur de tirage séparateur BK5	8	3	24
Entretien trisannuel à l'arrêt du Transporteur Sthim alimentation trémie BKs	12	4	48
Révision trisannuelle des 20 000 heures du compresseur AERZEN BK3	72	4	288
Entretien trisannuel à l'arrêt du séparateur BK4	72	4	288
Révision trisannuelle des 20 000 heures du compresseur VM75 transport BK4	72	4	288

1352,5

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	274	6445
Priorité (5)	21	382
Priorité (4)	70	1537
Priorité (3)	100	6430
Priorité (2)	13	1429
Priorité (1)	37	11082

ENSACHAGE MR LAGROUH

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
	Nettoyage bimensuel en marche des compresseurs ou surpresseur	8*24=192	1	192
	Nettoyage bimensuel en marche des filtres à air	8*24=192	1	192
	Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur HAVER 1	5*4=20	2	40
	Entretien trimestriel à l'arrêt de l'élévateur HAVER 2	5*4=20	2	40
GAMMES Préventives	Entretien semestriel à l'arrêt de la tuyauterie d'expédition ligne BK3	8*2=16	2	32
	Entretien semestriel à l'arrêt de la tuyauterie d'expédition ligne BK4	8*2=16	2	32
	Entretien semestriel à l'arrêt de la tuyauterie d'expédition ligne BK5	8*2=16	2	32
	Entretien annuel de l'ensacheuse HAVER 1	5*1=5	2	10
	Entretien annuel de l'ensacheuse HAVER 2	5*1=5	2	10
	Entretien trisannuel à l'arrêt du sas d'alimentation HAVER 3	6	4	24
	Entretien trisannuel à l'arrêt du sas d'alimentation du HAVER 1	6	4	24
	Entretien trisannuel à l'arrêt du sas d'alimentation de la HAVER2	6	4	24

652

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	9	68,5
Priorité (5)	55	259
Priorité (4)	165	914
Priorité (3)	138	103,5
Priorité (2)	30	659
Priorité (1)	9	36,5

UTILITE MR KHADRAOUI

GAMMES	TACHES	DUREE (h)	MAIN D'ŒUVRE (nb)	HEURE REQUISE
	Nettoyage hebdomadaire filtres à air et radiateurs des compres.air comprimé ADF1	16*48=786	2	1536
GAMMES Préventives	Entretien à l'arrêt du groupe motopompe	120	4	480
	Entretien en marche du groupe motopompe (régime essai)	8	2	16
	Contrôle de l'état du réservoir de l'appareil à gaz	1	1	1
	Entretien du compresseur d'air de mécanisation N° 1 ADF1	16*4=64	2	128
	Révision de 20 000 heures du compresseur d'air de mécanisation N° 1 ADF2	32	4	128
	Entretien du compresseur d'air de mécanisation N° 2 ADF1	16*4=64	2	128
	Révision de 20 000 heures du compresseur d'air de mécanisation N° 2 ADF2	32	4	128
	Révision de 20 000 heures du compresseur d'air de mécanisation N° 9 ADF2	32	4	128
	Entretien du compresseur d'air de mécanisation N° 9 ADF2	8*4=32	2	64
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des filtres des pompes de transfert ADF1	16*12=192	2	384
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre avant débitmètre portique four 2 ADF2	24	1	24
	Nettoyage mensuel à l'arrêt des filtres des pompes de transfert ADF2	48	2	96
	Nettoyage mensuel à l'arrêt du filtre avant débitmètre portique four 2	24	1	24
	Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage charbon N°3 ADF1	60*2=120	6	720
	Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage trémie charbon F2 ADF2	32*2=64	4	256
Entretien semestriel à l'arrêt filtre trémie tampon vis d'alim. charb. F2 ADF2	16*2=32	2	64	
Nettoyage semestriel à l'arrêt des filtres des pps de transfert Tuyère F2 ADF2	4*2=8	2	16	
Entretien semestriel à l'arrêt filtre à manche refroidisseur ligne 1 ADF1	40*2=80	6	480	
Entretien semestriel à l'arrêt filtre de dépoussiérage trémie tampon préca ADF1	8*2=16	2	32	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage trémie pesée ADF1	16*2=32	2	64	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de le trémie charbon préca Four 1 ADF1	16*2=32	2	64	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage N°1 côté atelier ADF1	40*2=80	6	480	
Entretien semestriel à l'arrêt filtre ppe. Moller transport charbon ADF1	16*2=32	2	64	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage N°2 côté BC1 ADF1	40*2=80	6	480	
Nettoyage semestriel à l'arrêt filtres des pompes de transfert Tuyère F1 ADF1	4*2=8	2	16	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage trémie pesée ADF2	16*2=32	2	64	
Entretien semestriel à l'arrêt du filtre dépoussiérage amont four 2 ADF2	80*2=160	8	1280	
Expertise annuel d'une manche à l'arrêt du filtre N°1 côté atelier ADF11	3	2	6	
Entretien annuel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage air lift Four1 ADF11	16	2	32	
Expertise annuel à l'arrêt d'une manche filtre dépoussiérage N°2 côté BC1 ADF11	3	2	6	
Entretien annuel à l'arrêt filtre dépoussiérage de la trémie tampon four1 ADF11	8	2	16	
Entretien annuel à l'arrêt filtre de dépoussiérage trémie charbon four 1 ADF11	16	2	32	
Expertise annuel à l'arrêt d'une manche filtre refroidisseur ligne 1 ADF11	3	2	6	

Entretien annuel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage Broyeur BK4	40	4	160
Entretien annuel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage séparateur côté four	40	4	160
Entretien annuel à l'arrêt du filtre dépoussiérage séparateur côté hall	40	4	160
Entretien annuel à l'arrêt du filtre dépoussiérage séparateur BK3	40	4	160
Expertise annuel à l'arrêt d'une manche du filtre amont four 2 Hybride ADF21	3	2	6
Entretien annuel à l'arrêt du filtre dépoussiérage broyeur BK3	40	4	160
Entretien annuel à l'arrêt du filtre dépoussiérage BK5	40	4	160
Entretien annuel à l'arrêt du filtre de dépoussiérage séparateur BK5	80	8	640

9049

De même on a calculé les heures requises pour les gammes de priorité de (6) jusqu'à (1)

GAMMES	Nombre	Heures requise(h)
Priorité (6)	11	252
Priorité (5)	39	559
Priorité (4)	25	211
Priorité (3)	14	2245
Priorité (2)	3	616
Priorité (1)	48	7749

www.oxpdf.com