



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès
Faculté de Sciences et techniques de Fès-Saïss
Département de génie mécanique



Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du :

Master Sciences et Techniques
Spécialité : Ingénierie Mécanique

Thème :

**Fiabilisation des modules de lubrification et conception d'un
mécanisme de levage pour une porte d'alignement**

Lieu : SONASID Nador

Présenté par :

- Hamza BOUALAM
- Houssam KETTANI

Encadré par :

- M. Bilal HARRAS (Professeur département génie mécanique)
- M. Fouad MAGOURI (Ingénieur responsable du service maintenance)

Soutenu le 16/06/2014 devant le jury :

- Pr Bilal HARRAS (FSTF)
- Pr Ahmed EL KHALFI (FSTF)
- Pr Abdlouahab JABRI (FSTF)

Dédicace

" Et dit ô mon Seigneur, accroît mes connaissances ! " Tā-hā 114

Ce modeste travail est dédié à :

Nos familles qu'ils trouvent ici le résultat de longues années de sacrifice, de soutien, et d'amour divin.

Nos professeurs de la fst qu'ils trouvent ici la fierté d'un savoir bien acquis, et d'un sentiment profond de reconnaissance.

Résumé

Ce mémoire résume l'ensemble des travaux qu'on a pu effectué durant notre stage de PFE. Nous avons mis en place des plans de maintenance optimisés pour certains modules de lubrifications de la chaine de laminage, en se basant sur une étude approfondie sur son fonctionnement ainsi sur ses causes de défaillances. La méthodologie appliquée, avait pour but aussi d'augmenter la fiabilité de ces équipements.

Dans la dernière partie du stage, nous avons proposé des conceptions pour une certaine porte d'alignement qui allait être installé dans un nouveau projet en cours.

Introduction Générale

La maintenance est devenue de nos jours l'un des axes stratégiques de développement pour les entreprises industrielles. Elle constitue aussi un enjeu économique considérable pour tous ceux qui souhaitent disposer d'un outil de production fiable et performant.

Elle a pour principal objectif d'éviter les arrêts inopinés qui peuvent causer un préjudice économique considérable pour l'entreprise (coût, délai, qualité...). Ainsi, le besoin d'un outil aussi efficace et rentable que celui de la maintenance préventive se fait de plus en plus sentir, afin d'éviter les arrêts et les pertes de production. En effet, seule une stratégie basée sur la fiabilité est capable d'améliorer la disponibilité des équipements.

*Ce sont généralement ces mesures, à caractère prospectif, anti-panne, qui permettent d'éviter l'occurrence des arrêts et garantissent ainsi la sécurité du personnel, la durabilité et la fiabilité des installations. C'est dans cette perspective que **sonasid** projette de mettre en place la maintenance basée sur la fiabilité,*

A cet effet, il nous a été demandé de fiabiliser le système de lubrification de certaines cages de laminage. Pour appréhender le travail, nous avons adopté une démarche méthodologique de la façon suivante :

Nous allons commencer par une étude globale sur le système de lubrification, ainsi qu'une description bien détaillée de ses composantes, afin de comprendre le fonctionnement et les différents mécanismes.

Maintenant que nous avons préparé le terrain, nous allons élaborer le plan de maintenance basé sur la fiabilité. Pour ce faire nous allons commencer par une analyse des pannes et identification des pannes majeures, en se servant de la méthode Pareto pour délimiter les équipements névralgiques, pour lesquels nous établirons un plan d'action basée sur les résultats de la méthode why-why. Ainsi qu'un plan maintenance basée sur la fiabilité par des actions amélioratives ou/et préventives en se basant sur les résultats de l'AMDEC, les préconisations des constructeurs, le retour d'expérience et la compétence du personnel.

Sommaire

Présentation de la SO.NA.SID	8
1. Fiche technique de SONASID :	9
2. Création de la société et son historique :	10
3. Organigramme de la société :	12
4. Les sites de productions :	13
4.1. Site Nador :	14
4.2. Certification Qualité, Sécurité et Environnement :	14
4.3. Base de production :	15
4.4. Processus de fabrication.....	16
5. Service Maintenance Mécanique	18
5.1. La démarche 5S	18
5.2. Description du service Maintenance Mécanique :	19
5.3. Problématique	19
Etude du Module de Lubrification.....	20
1. Fonctionnement :	21
2. Schémas explicatifs :	21
3. Analyse fonctionnelle :	22
3.1. Analyse fonctionnelle externe :	23
3.2. Analyse fonctionnelle (CriNiFlex)	24

3.2. Analyse fonctionnelle interne :	24
Optimisation du plan de maintenance.....	25
• Introduction :.....	26
1. Démarche Pareto :.....	26
1.1. Pareto des pannes au niveau des cages du laminoir.....	26
1.2. Pareto au niveau des modules de lubrification :.....	27
2. Etude AMDEC :	28
2.1. Introduction :.....	28
2.2. Analyse et amélioration des taches de maintenance :.....	29
3. Plan d'action :.....	31
3.1. Pompes de lubrifications :.....	31
3.2. L'échangeur thermique :	36
3.3. Les gicleurs et la tuyauterie :.....	39
4. Plan d'action basé sur l'analyse des huiles :.....	39
4.1. Effets de la pollution de l'huile.....	39
4.2. Objectifs visés par l'analyse de l'huile.....	39
4.3. Résultat/Action.....	40
5. Plan de maintenance optimisé.....	43
5.1. Plan de maintenance prédictive.....	43
5.2. Maintenance systématique.....	44
5.3. Pièces de rechange.....	45
Implantation des convoyeurs à rouleaux dans la nouvelle zone de déroulage	46
1. Problématique.....	47
2. Objectif :	48
3. Analyse fonctionnelle :	49
4. Première solution.....	49
5. Deuxième solution.....	54
ANNEXE.....	59
Historique des pannes au niveau des cages.....	59
Historique des pannes au niveau des cages.....	61
Analyse d'huile de la cage 12 (la cage la plus critique)	62

Liste des figures

Figure 1: organigramme de SONASID	12
Figure 2: plate forme de SONASID	13
Figure 3: Rond à béton et fil machine	15
Figure 4: Processus de production à la SONASID	16
Figure 5: cage de laminage	19
Figure 6: plan isométrique du module de lubrification.....	21
Figure 7: circuit de lubrification.....	22
Figure 8: analyse fonctionnelle externe	23
Figure 9:Analyse fonctionnelle interne du circuit de lubrification.....	24
Figure 10: Graphe Pareto des pannes au niveau des cages de laminage	27
Figure 11: Dessin CATIA (plan isométrique) de la tuyauterie pour la pompe.....	32
Figure 12: Plan de détails de la tuyauterie des pompes des cages 1 à 7	33
Figure 13: Les différentes caractéristiques géométriques de la pompe	35
Figure 14: machine de déroulage Eurolls	47
Figure 15: support d'alignement	47
Figure 16: Implantation des machines Eurolls	48
Figure 17: bac à botte (convoyeur à rouleaux)	48
Figure 18: Dessin d'ensemble de la porte	50
Figure 19: Dessin de définition de la glissière	51
Figure 20: Dessin de définition de la porte	51
Figure 21: : dessin de définition du support de la glissière.....	52
Figure 22: vue éclatée	52
Figure 23: plan de définition du mécanisme 1.....	53
Figure 24: mécanisme de levage de la porte.....	54
Figure 25: plan de définition du mécanisme 2.....	56

Liste des tableaux

Tableau 1: critères, niveaux et flexibilité des organes du module.....	24
Tableau 2: fréquence des pannes au niveau des cages	26
Tableau 3: fréquence des pannes au niveau des modules de lubrification	28
Tableau 4: Graphe Pareto des pannes au niveau des modules de lubrification	28
Tableau 5: Tableau AMDEC du système de lubrification	30
Tableau 6: Analyse Why Why pour l'échangeur thermique	37
Tableau 7: Résultat d'analyse d'huile pour le train dégrossisseur.....	40
Tableau 8:Résultat d'analyse d'huile pour le train intermédiaire.....	42

Premier Chapitre

*Présentation de la
SO.NA.SID*

1. Fiche technique de SONASID :

Raison sociale	: SONASID
Direction générale	: <i>Twin center 18ème étage ; tour A. Casablanca.</i>
Siège social	: <i>Route Nationale N°2- El Aruit Nador.</i>
Statut juridique	: <i>Société anonyme.</i>
Capital social	: <i>390 000 000 DHS.</i>
Date de création	: <i>9 - Décembre - 1974.</i>
Identification fiscale	: <i>5370451</i>
C.N.S.S	: <i>1560772</i>
Registre de commerce	: <i>3555</i>
Patente	: <i>57715500</i>
Téléphone	: <i>05 36 60 95 00</i>
Fax	: <i>05 36 60 94 40</i>
Site Internet	: www.sonasid.ma
Nature d'activité	: <i>Fabrication et commercialisation des Ronds à béton, fils Machines et laminés marchands et fabrication des billettes.</i>
Secteur d'Activité	: <i>Bâtiment & Matériaux de Construction.</i>
Classement	: <i>Leader de la sidérurgie au Maroc.</i>
Concurrence	: <i>Extérieur, SOMETAL, MIS, UNIVERS ACIER.</i>
Chiffre d'affaire	: <i>4727 millions de dirhams en 2005.</i>

2. Création de la société et son historique :

SONASID : la société nationale de sidérurgie est une société anonyme créée en **Décembre 1974** au capital de **390.000.000 DHs** par l'État marocaine, afin de devenir le fleuron de l'industrie sidérurgique nationale qui puisse répondre au besoin national en rond à béton et en fil machine, destinés principalement aux secteurs de l'Habitat, du Bâtiment et des travaux de construction.

La production a démarré en mars 1984 avec le laminoir de Nador, situé à 18 km au sud de la ville. Sa capacité de production s'élève à 600 000 t par an de ronds à béton et fil machine. En 1996, SONASID introduit 35% de son capital en bourse et en 1997, l'Etat cède 62% du capital à un consortium d'investisseurs institutionnels pilotés par la SNI.

L'existence de la SONASID dans le marché de la sidérurgie au Maroc a été marquée par plusieurs événements, les plus importants étant :

- **1974** :— Création de la SONASID par l'Etat.
- **1984** : Démarrage de la production du laminoir de Nador.
- **1991** : Libéralisation des importations.
- **1996** : Introduction de 35% du capital en bourse.
- **1997** : Cession par l'Etat de 62% du Capital de SONASID à un consortium d'investisseurs institutionnels pilotés par la SNI.
- **1998** : Acquisition de Longo métal Industries.
- **1999** : Acquisition de Longoméтал Armatures.
- **2000** : Lancement des travaux de réalisation du laminoir de Jorf lasfar.
- **2001** : - Certification ISO 9002 du site de Nador.
- Certification NM des produits FeE400 non soudable et FeE500 soudable
- **2002** : - Démarrage du nouveau laminoir de Jorf Lasfar, et lancement du projet d'aciérie électrique à Jorf Lasfar.

- **2003 :**— - Certification ISO 9001 version 2000.
- Lancement de la TPM à Nador et à Jorf Lasfar, et signature des principaux marchés relatifs à l'aciérie électrique.
- **2004 :** - Certification NM (Normes Marocaines) du rond à béton de Jorf Lasfar.
- **2005 :** - Mise en service de l'aciérie électrique de Jorf Lasfar
- Certification de conformité au référentiel NM 00.5.801 Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail
- Certification NM ISO 14001 du Système de Management de l'Environnement
- Augmentation de la participation de la SONASID dans le capital de Longométal Armatures à 92%
- **2006 :** - Réussite du 1er audit de suivi certification QSE intégré et certification NM des produits FeE400 NS et FeE500S produits par les 2 sites SONASID.
- Rapprochement entre Arcelor et Mittal Steel qui a donné naissance au Groupe Arcelor Mittal, N°1 de l'acier.
- Mise en place d'un nouveau marquage conforme à la révision des normes
- NM 01.4.096 et NM 01.4.007 pour garantir une traçabilité des produits fabriqués par SONASID.
- Arcelor, SNI et les autres actionnaires de référence ont transféré leurs participations respectives dans le capital de SONASID à une société holding NSI « Nouvelles Sidérurgies Industrielles ».
- SNI, Arcelor et les actionnaires de référence SONASID (MAMDA-MCMA, Axa Assurances Maroc, RMA-Watanya, CIMR et Attijariwafa bank) ont conclu un partenariat stratégique pour le développement de SONASID.
- Certificat de conformité aux référentiels NM 00.5.801 du Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail et NM ISO 14001 du Système du Management de l'Environnement.
- 1er Prix de la Sécurité au Travail et premier prix d'Encouragement Qualité dans la catégorie Grandes Entreprises Industrielles.
- **2007 :** Réalisation du projet CTI du Site Nador (changement du système de transport des couronnes).
- Réussite du 2ème audit de suivi de certification QSE intégrée.

- Certificat de conformité aux référentiels NM ISO 9001, NM ISO 14001 et NM 00.5.801.
- Publication des comptes en normes IFRS.
- Conclusion du partenariat SONASID /Nareva pour la création du parc éolien de 50 MW.
- Journée internationale Santé & Sécurité avec ArcelorMittal.

3. Organigramme de la société :

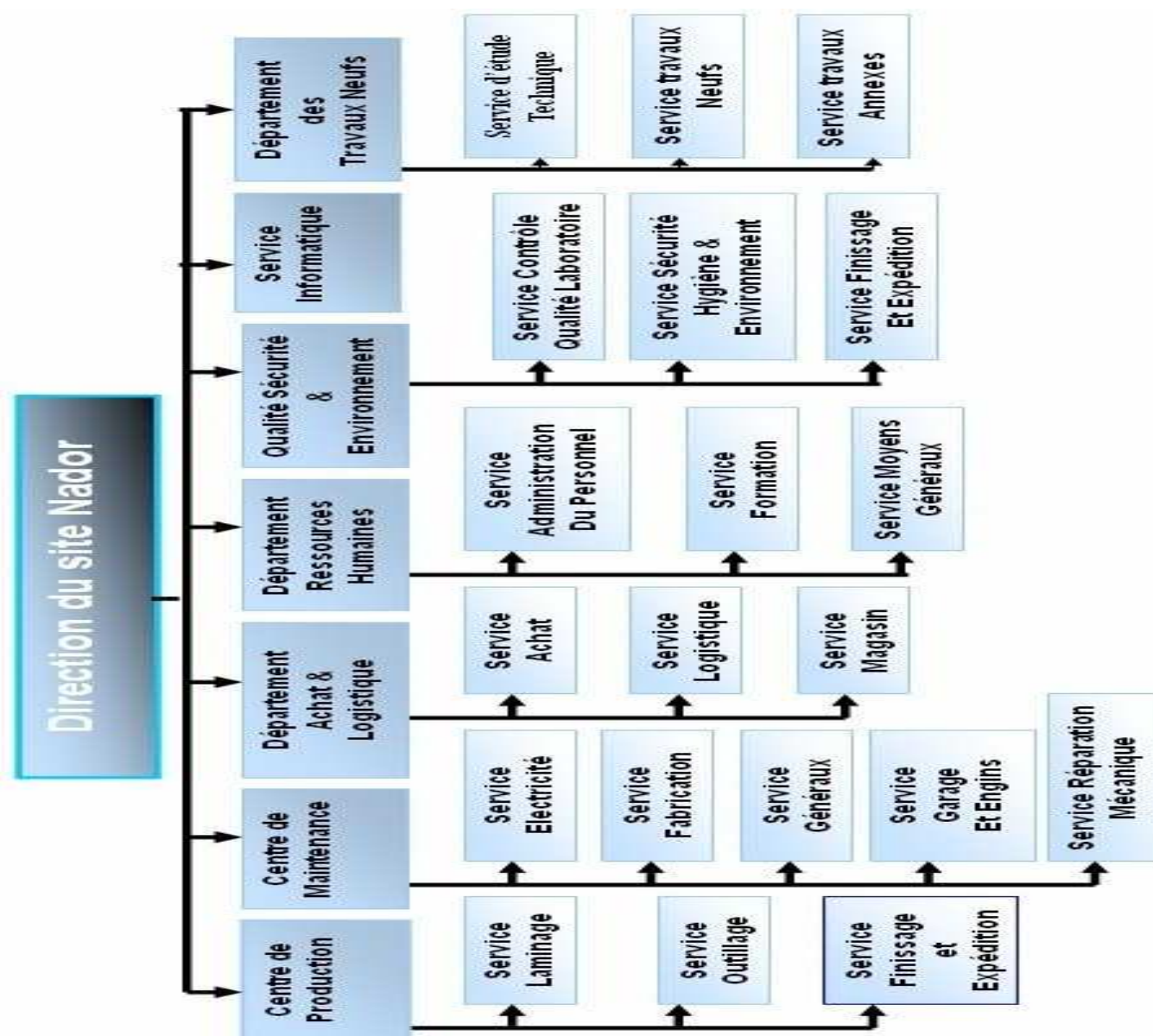


Figure 1: organigramme de SONASID

4. Les sites de productions :

Actuellement, **SONASID** dispose de trois sites de production, et d'une plate forme pour les ventes.

Le Site de Nador dont la production est en mesure d'atteindre 600.000T/an de ronds à béton et de fils machines (FM).

Le Site de Jorf Lasfar possède un laminoir conçu pour une capacité de production de 300.000 T/AN de produits finis, dont 80.000 Tonnes de laminés marchands (LM) permettant à la SONASID outre le renforcement de la capacité de production, la diversification de sa gamme des produits finis.

L'aciérie de Jorf Lasfar qui peut transformer annuellement un million de tonne de ferraille en billettes d'acier.

Plate forme de Casablanca.

Ces trois sites sont dirigés par la direction générale sise à Casablanca :

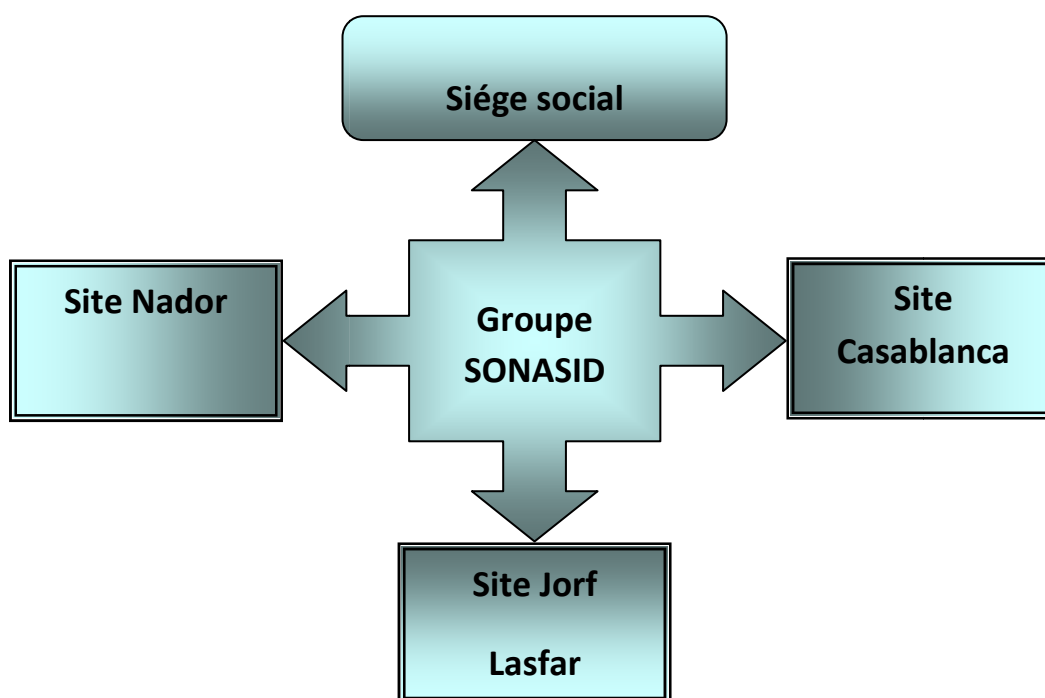


Figure 2: plate forme de SONASID

4.1. Site Nador :



Démarrage	❖ Mars 1984
Type	❖ Train à fil à deux veines de haute précision, conçu par MORGAN Construction & Co (USA) et construit par DAVY Mc KEE (Royaume Uni)
Capacité nominale	❖ 600 000 t/an
Capacité maximale	❖ 120 t /h.
Vitesse de laminage	❖ 75 m/s pour le rond de 5,5 mm.
Situation	❖ 18 Km de la ville de Nador
Effectif	❖ 450 personnes.

4.2. Certification Qualité, Sécurité et Environnement :

Dans le cadre de ses axes de développement stratégique, SONASID a entamé une démarche intégrée qui a abouti à la certification QSE selon les référentiels NM ISO 9001, NM00.5.801 (OHSAS 18001) et NM ISO 14001 en décembre 2005 et certification produits (droit d'usage de la marque NM).

Produits :

- **Le rond à béton lisse (RAB):** c'est un acier laminé à chaud et utilisé pour constituer les armatures des Constructions en béton armé conformément à la norme Marocaine et à la norme Française. Diamètre 5.5 à 25 mm.
- **Le rond non soudable à haute adhérence:** c'est un rond nervure a haute limite d'élasticité, utiliser pour constituer les armatures passives des constructions en béton armé. Diamètre : 6 à 40 mm.
- **Le rond à béton soudable cranté à froid :** c'est un élément constitutif nervure a haute limite d'élasticité, lamine a chaud, réputé soudable, et utilise pour constituer les panneaux de treillis soudés. Diamètre : 6 et 9 mm
- **Le rond à béton soudable à haute adhérence :** c'est un rond a béton nervure a haute limite d'élasticité, lamine a chaud, réputé soudable, et utilise pour constitue les armatures passives des Constructions en béton armé. Diamètre : 6 et 25 mm.

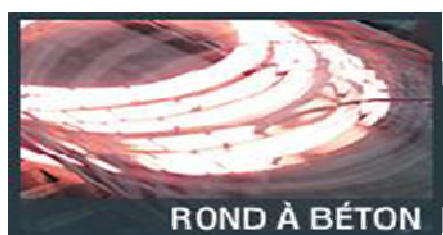


Figure 3: Rond à béton et fil machine

4.3. Base de production :

➤ La matière première :



Les billettes d'acier 50% importées de l'étranger et 50% de l'intérieure, forment la matière première de cette industrie, les billettes de dimension 140mm*140mm *13m de long et pèse 2 tonnes.

4.4. Processus de fabrication :

Le schéma suivant montre le processus de la production au sein de la SONASID :

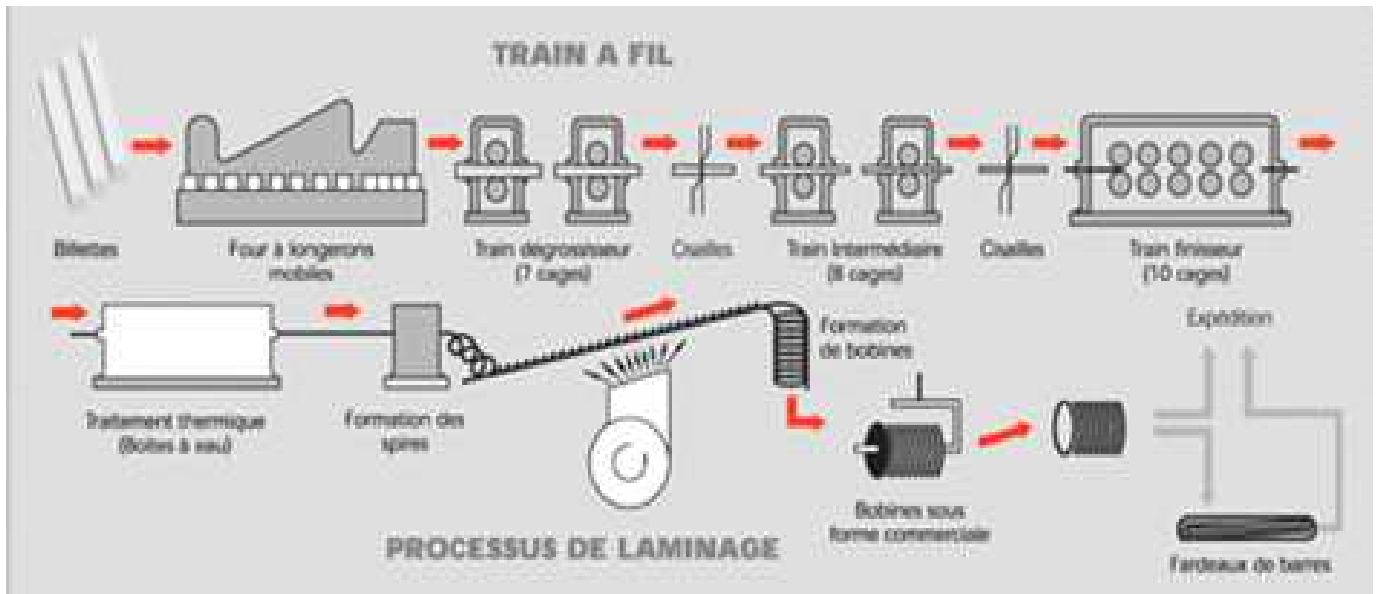


Figure 4: Processus de production à la SONASID

1) L'entrée des billettes dans un four à 1200 C° à l'aide d'un convoyeur à rouleaux afin de les échauffer pour environ 1h30min et faciliter leur laminage.



2) Laminage de la billette dans un train dégrossisseur composé de 7 cages, chacune a pour mission la transformation des billettes en une forme bien précise afin de réduire sa section.



3) Passage de la billette par un train intermédiaire composé de 8 cages pour la même mission que celle du train dégrossisseur.



4) La cisaille ébouteuse sert à ébouter le fil et couper son bout avant et celui d'arrière (parce qu'ils sont déformés et froids)



5) Passage du fil par un train finisseur de 10 cages pour avoir un fil d'une section bien définie.



6) La mise en spire des fils qui passent par un convoyeur qui contient 5 ventilateurs, jusqu'à l'arrivée à un mandrin qui les transforment en bobines qui seront transférées par un chariot de transfert afin d'être élevées par un crochet



7) Compacter et ligaturer les couronnes par une machine spécialisée appelée compacteuse, puis le pesage et étiquetage de ces couronnes.



8) Stockage et commercialisation du fil sous forme de couronnes ou barres selon les commandes des clients.



5. Service Maintenance Mécanique

5.1. La démarche 5S

L'environnement économique actuel se révèle de plus en plus sévère et il est devenu primordial de rendre plus fiable les installations et réduire les coûts de maintenance. D'autre part, face à des exigences clients de plus en plus exigeants en terme de qualité des produits, la recherche du zéro défaut constitue désormais une voie de développement prioritaire. De même, pour l'amélioration des conditions de travail. Des progrès en terme de sécurité et d'ergonomie sont requis.

La méthode 5S répond parfaitement à toutes ces attentes. En effet, c'est une démarche qui vise l'amélioration de la performance globale de l'entreprise. L'ensemble du système permet par ailleurs :

- D'améliorer les conditions de travail et le moral du personnel (il est plus agréable de travailler dans un lieu propre et bien rangé) ;
- De réduire les dépenses en temps et en énergie ;
- De réduire les risques d'accidents et/ou sanitaires ;
- D'améliorer la qualité de la production.
- Améliorer la gestion de la production.

5.2. Description du service Maintenance Mécanique :

Dans la contribution au bon déroulement des travaux, le laminoir dispose de plusieurs services, dont celui de la maintenance mécanique. Ce dernier assure le bon fonctionnement de tous les équipements et les maintient en marche, à l'aide d'une équipe spécialisée coordonnant avec perfection, le travail entre eux, ainsi qu'avec les autres services du laminoir.

5.3. Problématique

Comme il a été préalablement expliqué, la billette suit un cheminement très précis avant sa transformation finale. Toutefois, un ensemble de modules de lubrifications assurent le bon fonctionnement des réducteurs des cages de laminage.

Il faut savoir, qu'en se basant sur des études réalisées, les arbres du réducteurs représentent les composants les plus critiques, compte tenu du temps qu'il faut mobiliser pour effectuer son changement (environ 5 mois.), les dépenses pour recourir à des pièces de rechanges pour son système de lubrification qui, par ailleurs n'existent plus sur le marché (nouvelle génération des pompes hydrauliques). Bref, un enjeu considérable pour la société, qui devrait avant toute chose l'éviter, en fiabilisant et en optimisant son système de maintenance de manière à contourner toute panne en vue. Notre sujet donc, va se reporter sur une étude du circuit de lubrification du réducteur.

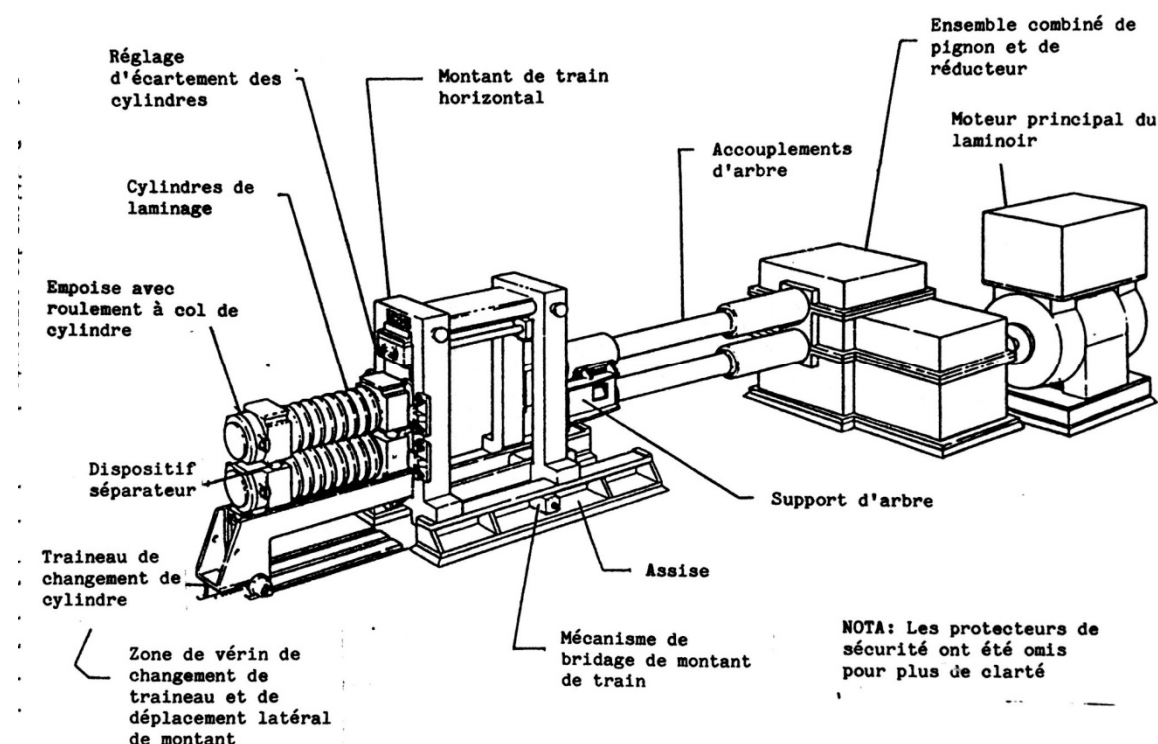


Figure 5: cage de laminage

Deuxième Chapitre

*Etude du Module de
Lubrification*

1. Fonctionnement :

L'huile suit un chemin précis avant d'atteindre son objectif. En premier lieu, elle est contenue dans le réducteur, puis, à l'aide d'une pompe, elle est refoulée dans la tuyauterie et traverse un filtre qui assure son nettoyage des impuretés. Une circulation bien contrôlée par des détecteurs (Manocontact, thermomètre et le nanomètre), afin de bien conditionner le fonctionnement de la pompe. Ensuite, L'huile est refroidie aussitôt, en circulant dans des tubes serpentins à l'intérieur de l'échangeur thermique, refroidit aussitôt, avant qu'elle n'atteigne les gicleurs pour arroser, et lubrifier tous les composants du réducteurs (pignons, roulements,...).

Une fois son rôle terminé, l'huile rechute dans le réducteur pour un cycle fermé, dans le circuit de lubrification.

2. Schémas explicatifs :

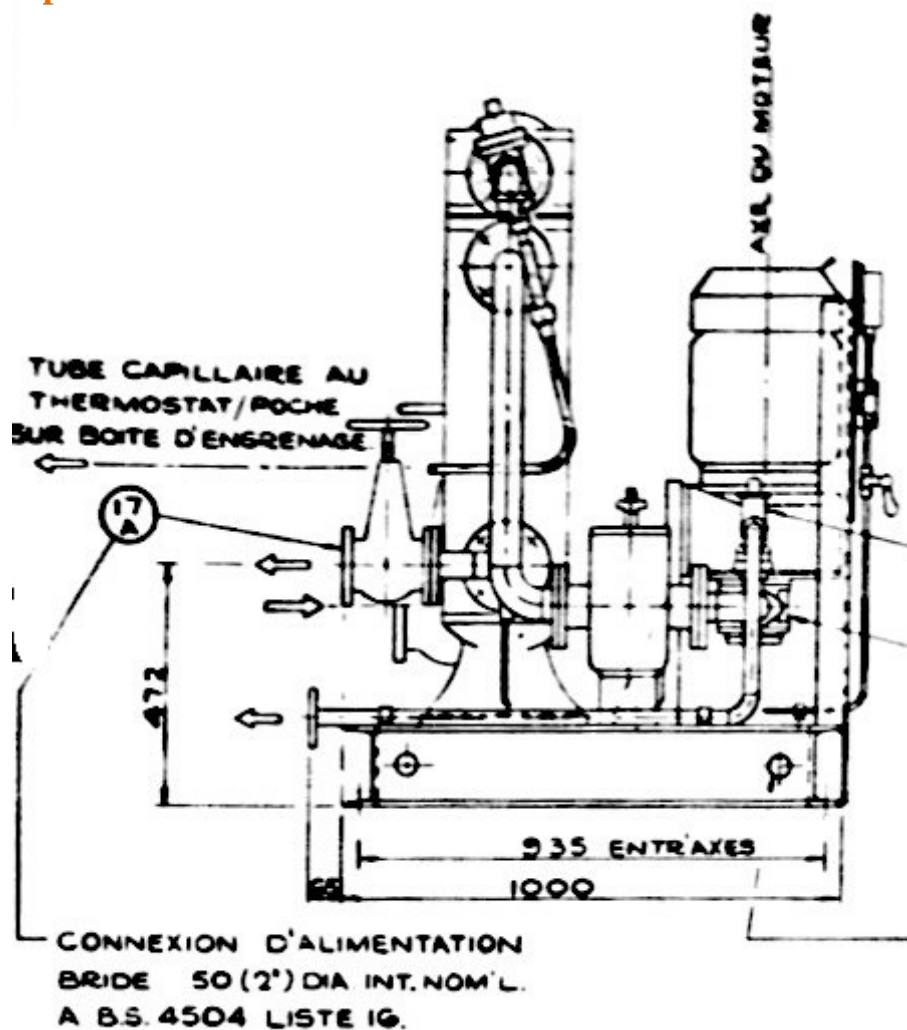


Figure 6: plan isométrique du module de lubrification

Le circuit de lubrification est illustré dans le schéma simplifié ci-dessous :

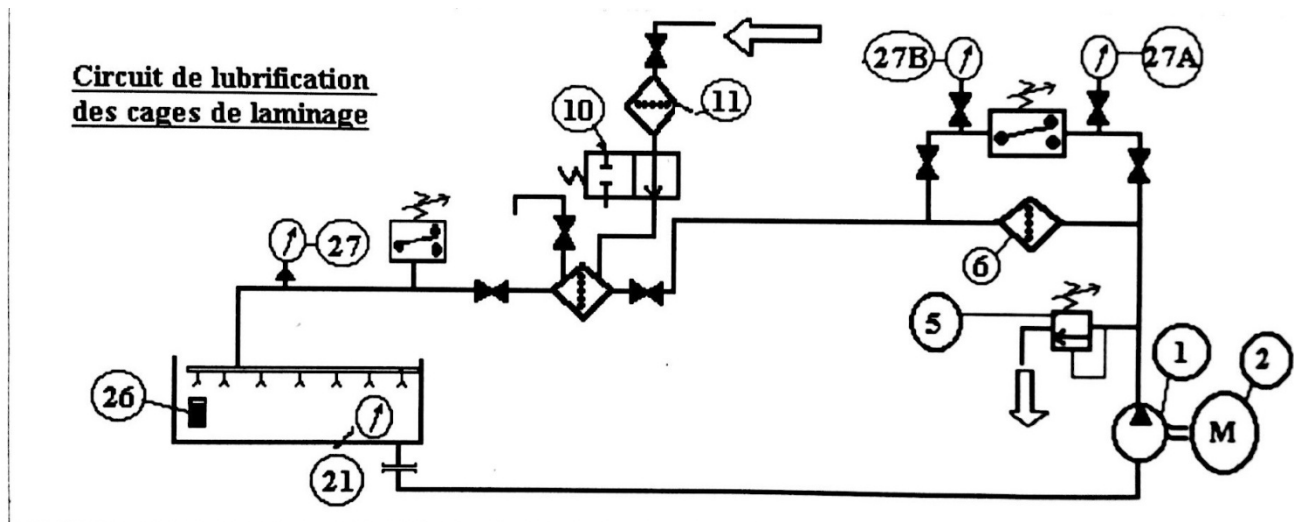


Figure 7: circuit de lubrification

- | | |
|---|---|
| 1 : Pompe | 10 : Régulateur du débit d'eau |
| 2 : Moteur électrique | 11 : Filtre d'eau |
| 5 : Soupape | 27 : pression d'huile dans le réducteur |
| 6 : Filtre d'huile | 26 : Niveau d'huile du réducteur |
| 21 : Température d'huile dans le réducteur | |
| 27A & 27B : Manomètre de pression (pression d'aspiration et de refoulement d'huile de la pompe) | |

3. Analyse fonctionnelle :

L'aboutissement de l'analyse fonctionnelle est une représentation schématique qui met en évidence tous les composants essentiels de l'équipement avec leurs fonctions et leurs liaisons.

On peut distinguer deux types d'analyses qui peuvent être menés sur un équipement : l'analyse fonctionnelle externe qui permet de déterminer tous les fonctions interagissent avec le milieu extérieur, et l'analyse interne qui décompose le mécanisme de l'équipement étudié en fonctions élémentaires.

Cette étude est essentielle pour le bon déroulement de l'étude AMDEC.

3.1. Analyse fonctionnelle externe :

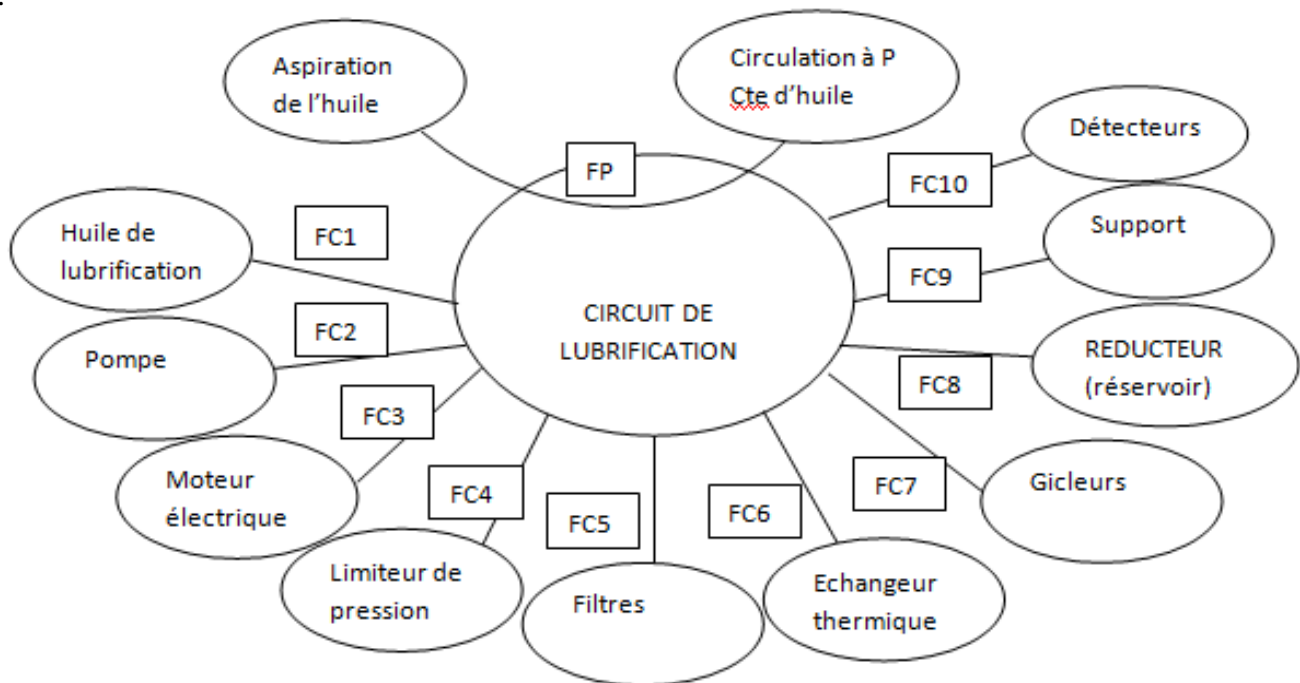


Figure 8: analyse fonctionnelle externe

FP : lubrifier le système interne du réducteur

FC1 : Caractéristiques (viscosités, températures,...)

FC2 : circuler l'huile à pression constante (3 bar)

FC3 : Transmettre la puissance mécanique aux arbres, 3KW à 960tr/min

FC4 : Protection des circuits contre les surpressions (3 bar maximum)

FC5 : S'assurer du bon état d'huile, ainsi que, sa filtration (82 l/min)

FC6 : Refroidissement d'un débit d'huile de 82l/min de 48 à 40°C avec de l'eau à 30°C

FC7 : arroser le lubrifiant

FC8 : stocker l'huile de lubrification

FC9 : maintenir la pompe en position de fonctionnement

FC10 : Conditionner le fonctionnement de la pompe (température externe, vibrations, saletés,...)

3.2. Analyse fonctionnelle (CriNiFlex)

Le tableau ci-dessus permet de rassembler les données techniques nécessaires sur les différents composants, Critère, Niveau, et flexibilité.

	Critère	Niveau	Flexibilité
Moteur	Rotation Puissance	960 tr/min 3 kW	***** *****
Pompe	Circulation Débit	3 bar 82 L/min	± 0.7 bar *****
Huile MOBILGEAR 636	Température	38 °C	± 2 °C
Gicleurs	Débit pression	3.5 L/min 1 bar	***** *****

Tableau 1: critères, niveaux et flexibilité des organes du module

3.2. Analyse fonctionnelle interne :

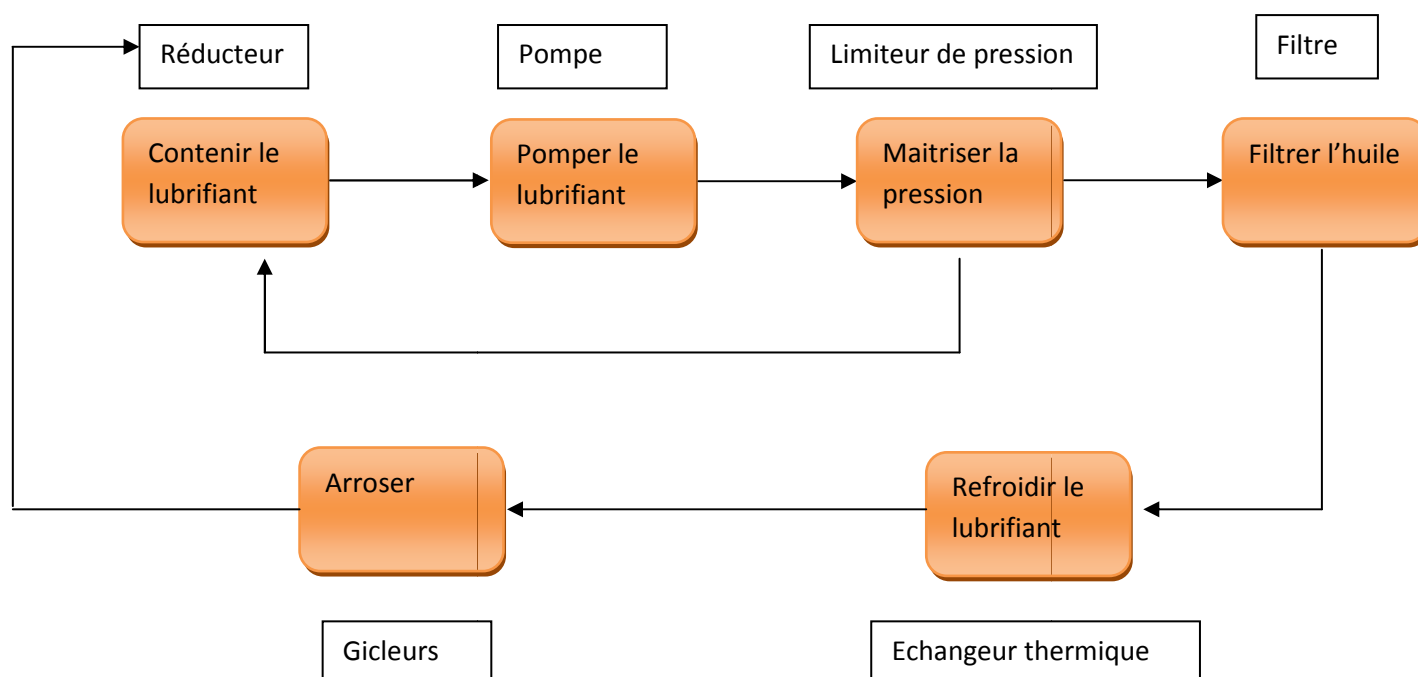


Figure 9:Analyse fonctionnelle interne du circuit de lubrification

Troisième chapitre

*Optimisation du plan
de maintenance*

• Introduction :

L'ensemble des équipements du laminoir disposent de plans de maintenance renseignés et élaborés par le bureau de méthode. Néanmoins les équipements ont subi des modifications techniques, les conditions d'utilisations ont changé, les sous-traitants ont changé ou pourraient changer. L'élaboration du plan de maintenance pour quelques équipements et son optimisation est alors indispensable. Cette optimisation doit nous permettre de déterminer les tâches critiques à réaliser qui ont un impact sur la durée de vie de ces équipements, l'arbre du réducteur en premier lieu.

La méthodologie retenue, la mieux adaptée pour aboutir à un résultat optimisée et efficace, est l'application d'une étude AMDEC détaillée, précédée par une analyse fonctionnelle de l'équipement étudié, puis un Pareto qui déterminera les pannes à traiter, pour finalement, aboutir à un plan de maintenance et/ou à des projets de modifications techniques.

1. Démarche Pareto :

1.1. Pareto des pannes au niveau des cages du laminoir :

Au début on va effectuer un relevé des pannes sur les 15 cages du train dégrossisseur et l'intermédiaire, pour pouvoir préciser celles qui tombent en pannes fréquemment.

Le tableau ci-dessous montre le résultat obtenu :

Cage	Fréquence	fréquence %	fréquence cumulée
#12	18	18,37	18,37
#13	12	12,24	30,61
#3	9	9,18	39,80
#4	9	9,18	48,98
#5	8	8,16	57,14
#2	7	7,14	64,29
#8	6	6,12	70,41
#10	6	6,12	76,53
#6	5	5,10	81,63
#7	5	5,10	86,73
#1	4	4,08	90,82
#11	3	3,06	93,88
#9	2	2,04	95,92
#14	2	2,04	97,96
#15	2	2,04	100,00

Tableau 2: fréquence des pannes au niveau des cages

➤ Représentation graphique :

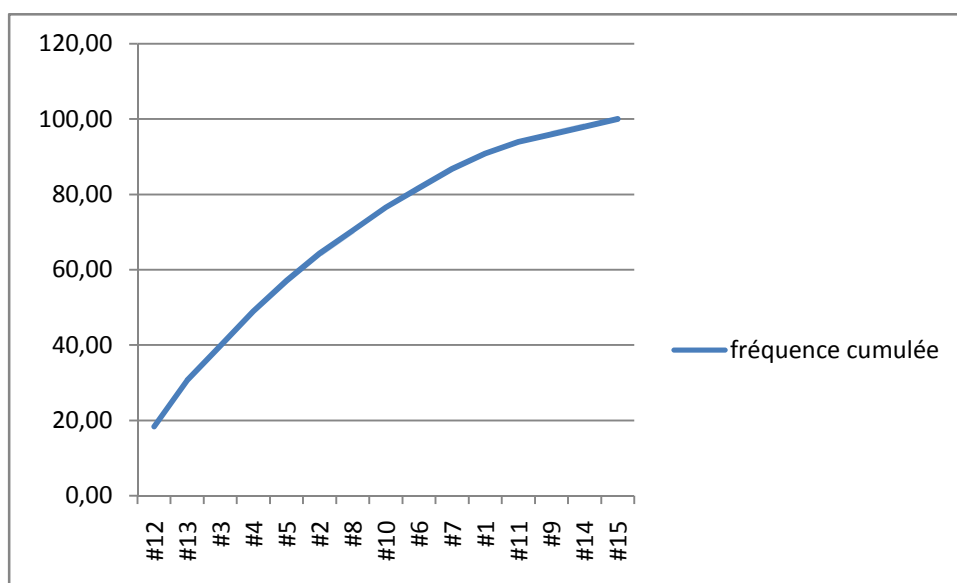


Figure 10: Graphe Pareto des pannes au niveau des cages de laminage

On peut voir que les cages 12 et 13 représentent à eux seuls un taux de panne de 30%, qui est très élevé. On aura donc à focaliser notre étude sur ces cages.

1.2. Pareto au niveau des modules de lubrification :

Afin d’approfondir plus les recherches, on va recenser les pannes au niveau du système de lubrification qui causent des dégâts critiques pour les cages, ce qui nous permettra d’élaborer un plan de maintenance efficace.

Le tableau ** (annexe) montre l’ensemble des pannes détectées au niveau des modules de lubrifications entre 2003 et 2013

On peut en déduire la fréquence de répétition de ces pannes sur les cages, le tableau suivant montre le résultat obtenu :

cage	fréquence	Fréquence%	fréquence cumulé
#12	6	15,38	15,38
#3	5	12,82	28,21
#2	3	7,69	35,90
#4	3	7,69	43,59
#7	3	7,69	51,28
#9	3	7,69	58,97
#13	3	7,69	66,67
#6	2	5,13	71,79

#8	2	5,13	76,92
#10	2	5,13	82,05
#11	2	5,13	87,18
#14	2	5,13	92,31
#15	2	5,13	97,44
#5	1	2,56	100,00

Tableau 3: fréquence des pannes au niveau des modules de lubrification

➤ Représentation graphique :

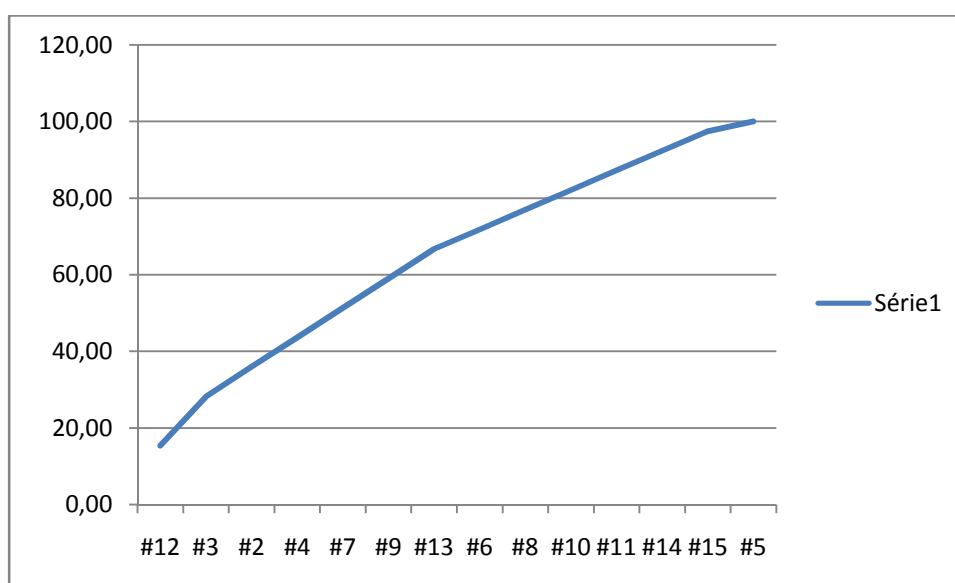


Tableau 4: Graphe Pareto des pannes au niveau des modules de lubrification

On constate que les cages 12 et 3 ont une fréquence élevée de défaillance par rapport à leurs systèmes de lubrifications. Des pannes qui ont se 3 causes : fuites d'huiles, l'échangeur thermique ou bien la pompe de lubrification.

2. Etude AMDEC :

2.1. Introduction :

L'objectif d'une AMDEC est d'analyser, de manière exhaustive, l'ensemble des défaillances réelles ou potentielles pouvant intervenir sur les équipements, afin d'en tirer des actions correctives qui permettront de prévenir ces défaillances ou de limiter leurs conséquences.

La méthode AMDEC consiste à :

- * Déterminer les modes de défaillances associés à chaque fonction interne ou externe de l'équipement.
- * Déterminer les effets sur la chaîne de production et les causes de ces modes de défaillances susceptibles de se présenter.

- * Évaluer la criticité de chaque défaillance.
- * Prendre des mesures pour diminuer la criticité des modes de défaillances.

2.2. Analyse et amélioration des taches de maintenance :

L'analyse de la tache porte essentiellement sur :

- Le mode de défaillance et le critère qui rend l'intervention indispensable
- La Criticité de la tache

Criticité	Effets	Ct
Très critique	La non réalisation de la tache entraine la perte de l'équipement	4
Critique	La non réalisation de la tache entraine l'arrêt du fonctionnement de l'équipement	3
Peu critique	La non réalisation de la tache entraine la dégradation des performances de l'équipement	2
Non critique	La non réalisation de la tache n'a pas d'effet sur l'équipement	1

- Sa fréquence :

Criticité	Effets	Ct
Très critique	L'équipement a une fréquence de panne très élevée	4
Critique	L'équipement a une fréquence de panne moyenne	3
Peu critique	L'équipement a une fréquence de panne rare	2
Non critique	L'équipement a une fréquence de panne presque nulle	1

- Sa détectivité :

Très critique	Pas de signe avant l'apparition de la défaillance	3
Critique	Détection par outils	2
Peu critique	Détection visuel (fuite) Détection auditif (bruit) Détection par touchée (température)	1

- Sa durée de réalisation
- Son interaction avec les autres taches.

En ce qui concerne l'amélioration, 6 possibilités sont envisageables :

- La réduction de la périodicité de la tache.
- L'augmentation de la périodicité de la tache : Détente
- La réduction de la périodicité de la tache : Resserrage
- Le passage du correctif à la préventive systématique : Addition.
- Le passage du préventif au correctif : Suppression.
- Le passage de la préventive systématique au préventif conditionnel (MC)

Sous équipement	Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	F	G	D	C
Circuit de lubrification	Réservoir d'huile	Stocker l'huile de lubrif	baisse de niveau	Fuites	Faible débit, Arrêt machine	1	2	1	2
	Moteur	Créer un couple mécanique	Pas de rotation, vibration	défaut au niveau de guidage ou fixation défaillance de la pompe	Faible débit, Arrêt machine	1	3	1	3
	Pompe	Générer le débit d'huile	Débit faible, fuites	Frottement, Vieillessement, saleté d'huile	Faible débit, Arrêt machine	2	4	3	24
	Limiteur de pression	Protection du circuit contre la surpression,	Pression > 3.7 bar	Vieillessement	Arrêt machine	1	4	1	4
	Filtre	filtrer le lubrifiant	Saleté de l'élément	Présence d'impureté	Usure de pompe	2	2	1	4
	Distributeur	Distribuer l'énergie hydraulique	Chute de pression	Vieillessement	Chute de pression	1	2	1	2
	Gicleurs	lubrifier les pignons	usure, saleté, angle d'arrosage inadéquat	Saleté de lubrifiant	Usure de pignons	1	3	4	12
	La tuyauterie	transférer le lubrifiant	Inflexibilité, fuites	Frottement, Vieillessement	Chute de pression	4	3	1	12
	Echangeur thermique	Refroidir le lubrifiant	Hausse de la température	Saleté du circuit d'eau	Sur chauffage de lubrifiant	3	3	2	18
	Détecteurs	Montrer l'état du système	Absence de signal	Vieillessement	Manque d'information	1	1	1	1

Tableau 5: Tableau AMDEC du système de lubrification

➤ Interprétation du tableau AMDEC :

Le tableau regroupe l'ensemble des éléments du circuit de lubrification, et fait correspondre à chacun un indice de criticité qui lui a été calculé. Le résultat montre que, La pompe se distingue avec un indice de 24 comme étant le plus élevé, suivi de l'échangeur thermique 18, puis on retrouve la tuyauterie et les gicleurs 12. Ainsi, les actions correctives vont se porter essentiellement sur ces composants, on cherchera donc, à élaborer et proposer des solutions adéquates aux problèmes liés à chaque équipement.

3. Plan d'action :

3.1. Pompes de lubrifications :

Le système de lubrification actuellement installé, dans les trains dégrossisseurs (pompes H5) et intermédiaire (pompes H7), utilise un ancien modèle de pompe à engrenage qui au fil des années de service, commence à montrer des signes de fatigues. Pour faire face à ce problème, la société se voit dans l'obligation d'acquérir une nouvelle génération des pompes, du coup, certains facteurs s'imposent afin d'assurer cette import, à savoir le prix d'achat et son installation.

➤ Prix d'achat :

Il faut savoir que le prix de revient pour avoir le même modèle de pompe de lubrification actuellement en service est assez élevé, comparé aux offres reçus par certains fournisseurs, cela dû, au changement que l'industrie s'impose dans le cadre du commerce. Ainsi pour suivre ce changement, nous avons proposé après consultation des offres, un nouveau modèle qui va représenter un gain pour la société. Le résultat est représenté dans le tableau suivant :

	Nouvelles pompes	Anciennes pompes
7 Pompes 5H	$7 * 24\ 339 = 170\ 373$ DHs	$7 * 52\ 325 = 366\ 275$ DHs
8 Pompes 7H	$8 * 21\ 814 = 174\ 512$ DHs	$8 * 46\ 877 = 375\ 016$ DHs
TOTAL	344 885 DHs	741 291 DHs

On constate donc, que l'adaptation de la nouvelle génération des pompes de lubrifications représente un gain de **396 406 DHs** pour l'entreprise.

➤ Installation des pompes :

Une fois les pompes seront disponibles, il va falloir qu'elles soient installées convenablement et sans ambiguïtés. Pour cela, en se basant sur un schéma représentant les dimensions de la pompe (Fig 13), nous avons élaboré un plan isométrique des deux tuyauteries d'aspiration et de refoulement qui seront attachées à la pompe

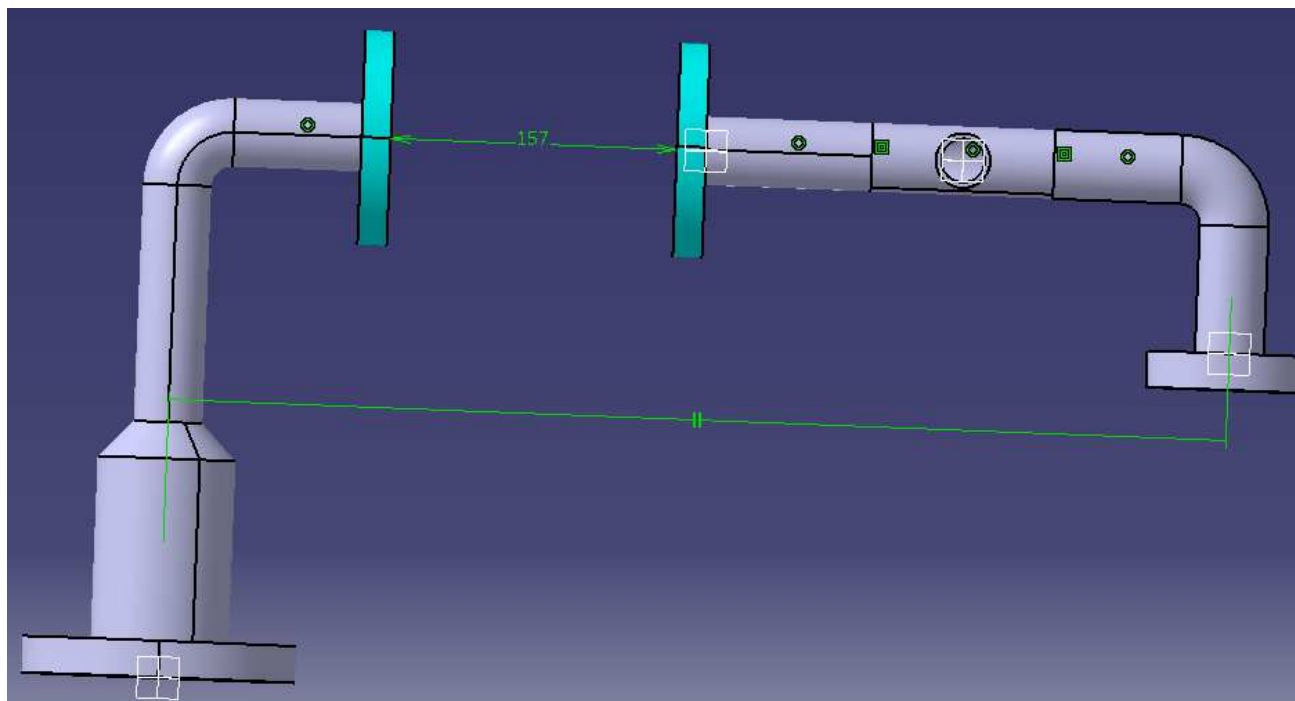


Figure 11: Dessin CATIA (plan isométrique) de la tuyauterie pour la pompe

Le schéma ci-dessus, est une représentation de la tuyauterie qui va être confectionnée afin de pouvoir installer facilement les nouvelles pompes de lubrifications. Cependant, il a été nécessaire de prendre en considération un certain critère important, qui pourrait faciliter par la suite l'entretien et la maintenance de l'équipement qui est de changer la position horizontale de la pompe et son moteur, par verticale et éviter par la même occasion l'encombrement.

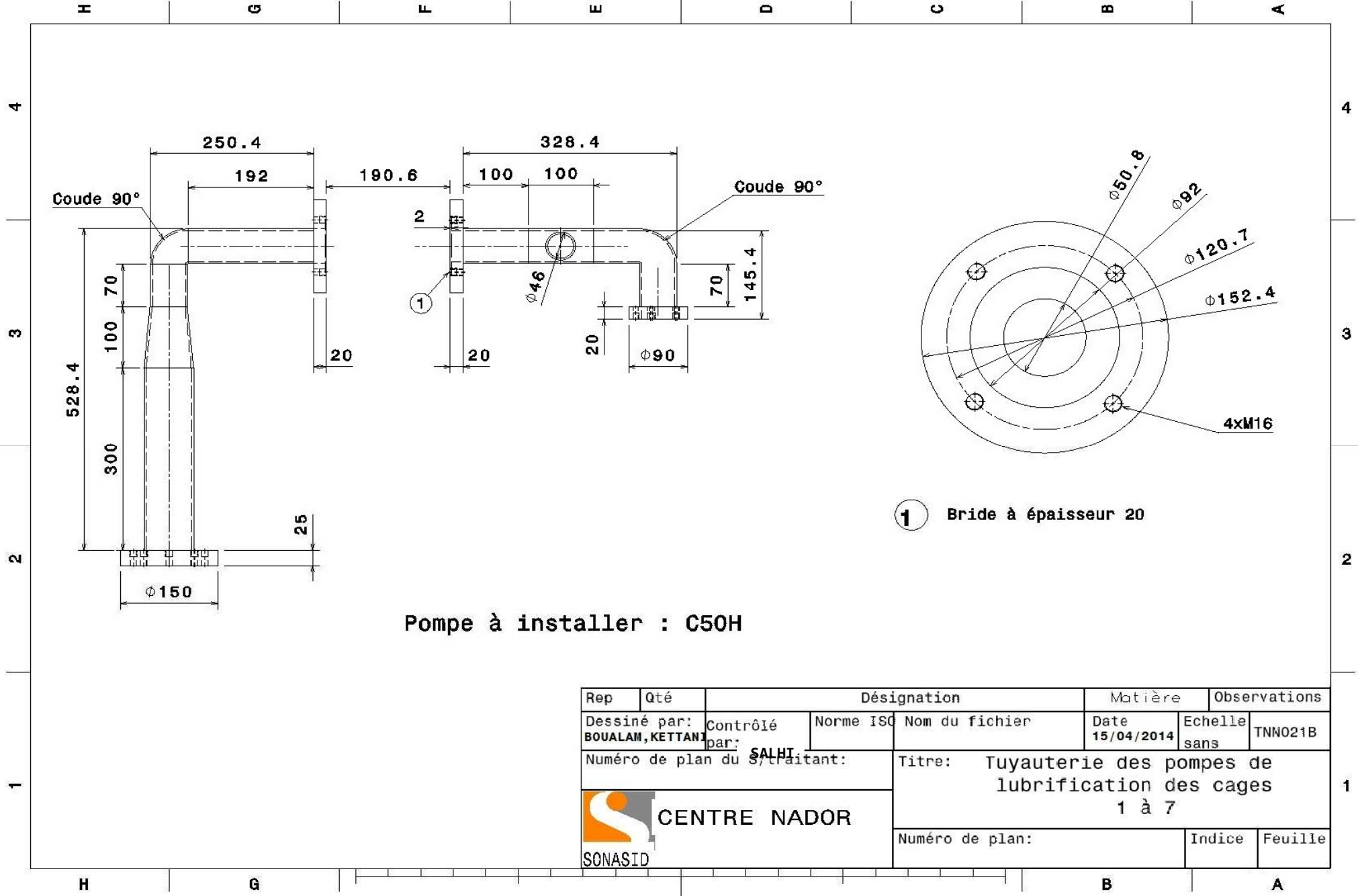
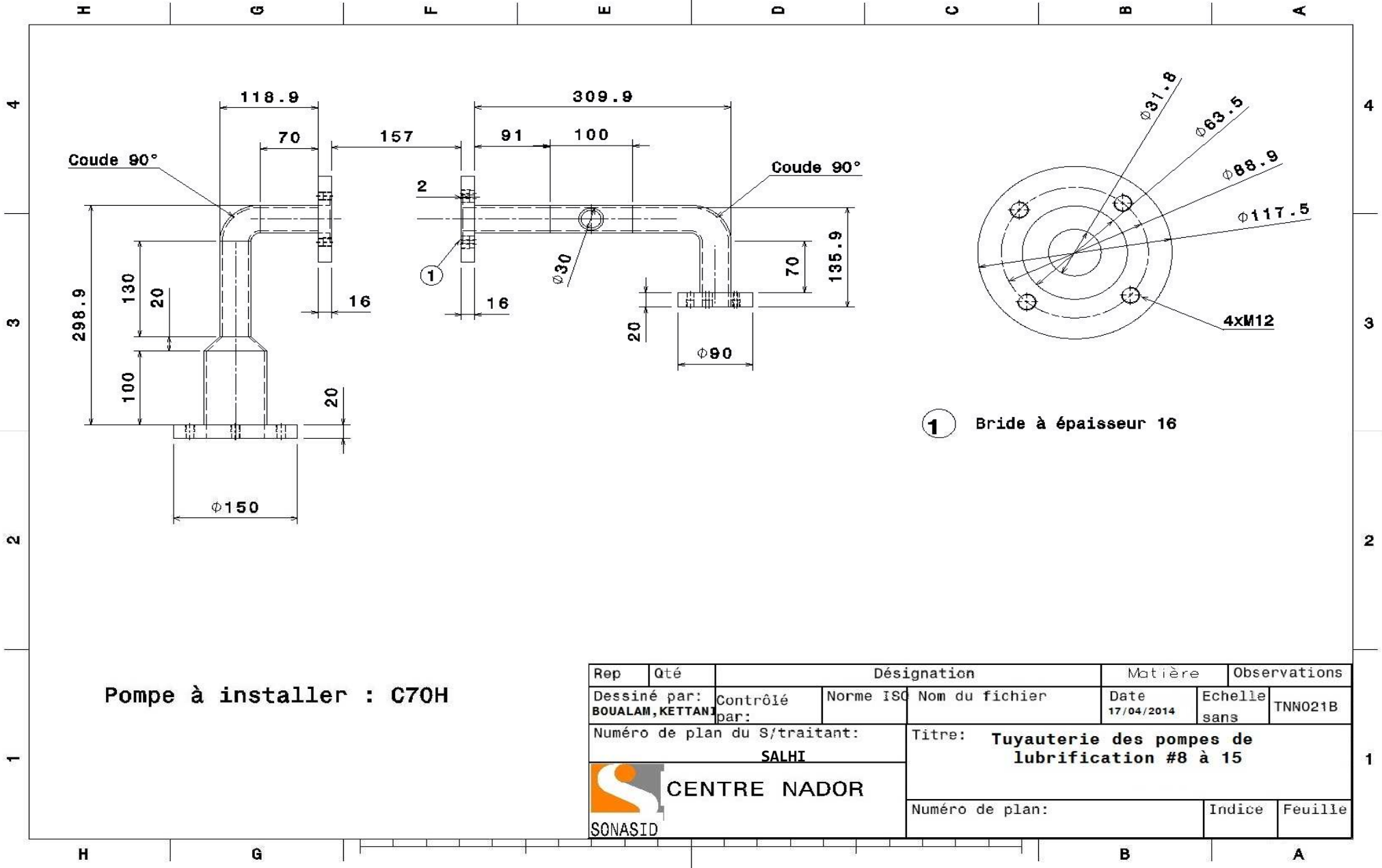

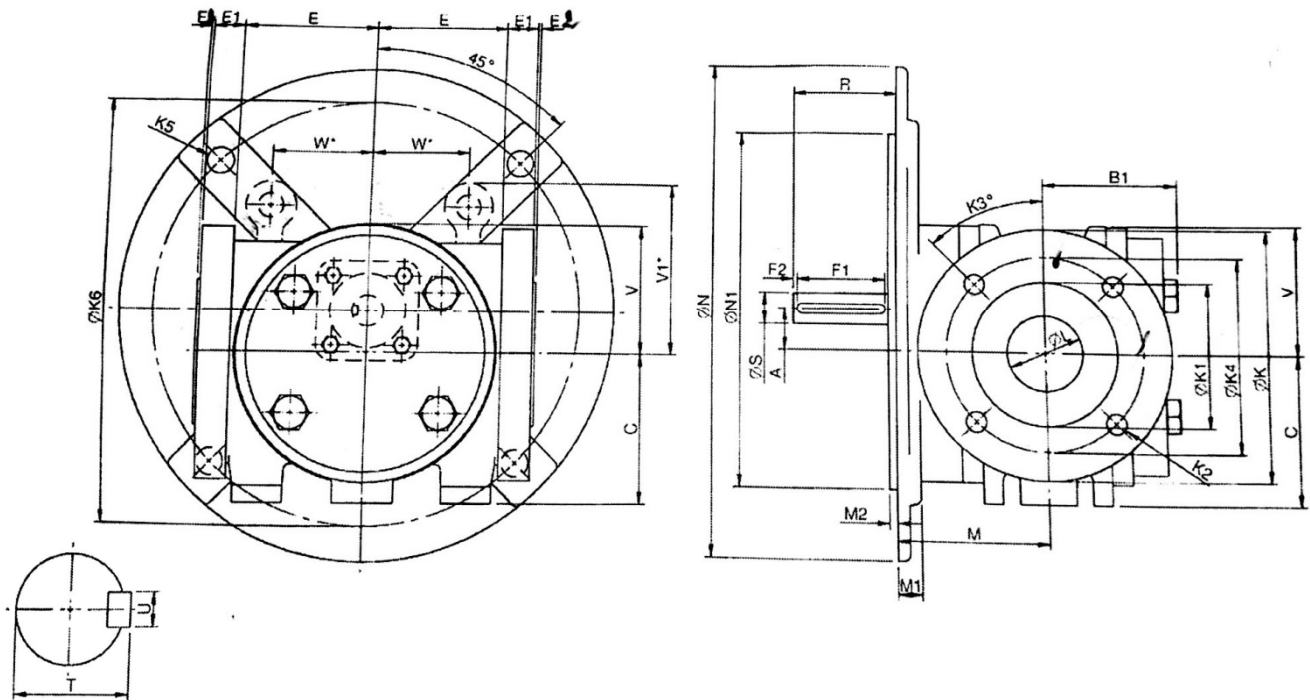


Figure 12: Plan de détails de la tuyauterie des pompes des cages 1 à 7



Rep	Qté	Désignation		Matière	Observations	
Dessiné par: BOUALAM, KETTAN	Contrôlé par:	Norme ISO	Nom du fichier	Date 17/04/2014	Echelle sans	TNN021B
Numéro de plan du S/traitant: SALHI			Titre: Tuyauterie des pompes de lubrification #8 à 15			
 CENTRE NADOR			Numéro de plan:		Indice	Feuille



Pump Size	Pump Details																Shaft Details				
	Flange Size	A	B1	C	D	E	E1	E2	F	øK	øK1	K2	K3°	øK4	eL	V	eS	T	U	F1	F2
C90H	1	14.1	55	65	127	50	14.3	1.5	101.6	108	50.8	4 x M12	45°	79.4	25.4	47.6	11 (kg)	12.5	4	20	2
C70H	1.25	18.1	60	70	147	62.5	16	1.5	114.3	117.5	63.5	4 x M12	45°	88.9	31.8	60.3	14 (kg)	16	5	45	2
C60H	1.5	21.2	68	75	154	67.6	16	1.5	127	127	73	4 x M12	45°	98.6	38.1	65.6	16 (kg)	19	5	45	2
C50H	2	25.4	82	90	184	76.2	19.1	1.5	139.7	152.4	92	4 x M16	45°	120.7	50.8	77.7	19 (kg)	21.5	6	45	2
C40H	2.5	31.8	93	100	212	99.3	21	1.5	165.1	177.8	104.7	4 x M16	45°	139.7	63.5	88.9	22 (kg)	25	6	55	2
C30H	3.5	42.3	121	120	264.2	118.1	30.3	1.5	203.2	215.9	139.7	8 x M16	22.5°	177.8	88.9	115.6	31 (kg)	35	10	55	2
C25H	4	50.8	140	142.2	318	148	28	1.5	228.6	228.6	156.9	8 x M16	22.5°	190.5	101.6	139.7	35 (kg)	38	10	60	2
20H																					
15H																					

Pump Size	Flange Details								Eyebolt	Net	Gross	
	M	M1	M2	øN	øN1	K5	K6	R				
C90H	67	12	3.5	160	110	4 x 9	130	34.7	n/a	n/a	9	14
C70H	76.7	12	3.5	200	130	4 x 11	165	37.6	n/a	n/a	11.5	18.5
C60H	74.5	12	4	250	180	4 x 13.5	215	52.5	n/a	n/a	17.5	24.5
C50H	91.2	16	4	250	180	4 x 13.5	215	48.5	n/a	n/a	20	26
C40H	107.6	20	4	300	230	4 x 13.5	265	57.2	65.1	62.5	35.5	43.5
C30H	128	20	5	400	300	4 x 17.5	350	74.2	94	70	78	98
C25H	157.5	20	5	450	350	4 x 18	400	81.5	102	96	114.5	153.5
20H												
15H												

Figure 13: Les différentes caractéristiques géométriques de la pompe

3.2. L'échangeur thermique :

L'échangeur thermique joue un rôle important dans le circuit de lubrification, en refroidissant d'une manière continue l'huile. Toutefois il a été constaté que son indice de criticité est important nécessitant ainsi une optimisation de son plan de maintenance, mais avant, nous avons procédé à une analyse WHY-WHY. Le tableau montre le résultat obtenu.

L'analyse WHY WHY nous permet de déterminer certaines recommandations importantes dans l'amélioration du plan de maintenance de l'échangeur thermique à savoir :

- Contrôler la qualité de l'eau de l'eau.
- Serrer de la périodicité de maintenance.

Unit	utilité	Equipement	Echangeur thermique	Repère	
Cause de l'arrêt/panne	Entassement du calcaire sur la tuyauterie interne				
Fréquence de l'anomalie	Répétitive	8	1ère Survenance	10/11/2006	
Quelle est l'action finale?	Nettoyage du circuit interne				
Description de l'anomalie (du phénomène) observé (Que se passe t-il ?)					
° l'entassement du calcaire sur la tuyauterie interne de l'échangeur mène à une hausse de la température de l'huile ce qui change l'état de ce dernier, par conséquent, on a une mauvaise lubrification du réducteur					
Pièces de rechange consommées	No				
Pourquoi l'action sus citée a été prise ?		Réponse	Action		
Pourquoi 1	la température de l'huile est haute?	l'échangeur est sale	serrage de la périodicité de maintenance		
Pourquoi 2	l'échangeur est sale?	l'eau contient plusieurs corps (sable, calcaire...)	Contrôler la qualité de l'eau		
Pourquoi 3					
Pourquoi 4					
Root Cause in the following items					
1	Problème de design/Fabrication		Non		
2	Mauvaise condition de service		Oui		
3	Insuffisance en maintenance		Oui		
4	Usure/dégradation normal au vue de la durée/condition de service		Oui		
Recommandations					
1/ contrôler la qualité de l'eau					
2/serrage de la périodicité de maintenance					
3/Contrôler le débit d'écoulement d'eau en amont et en aval de l'échangeur					

Tableau 6: Analyse Why Why pour l'échangeur thermique



BON DE TRAVAUX PREVENTIF

BT 3202-10 Prog N° 3/ 2014 HST SYS 081 749

Equipement : MODULE LUBRIF. CAGE N°06

Unités en service :



Service: RMN - RMN **Qualification:**

Type travail : Inspection-Nettoyage

Fréquence : 12 Sem Temps estimé : 2 H Nbre Personnes : 2

Début trav : 17/03/2014 Délai : 2 Sem Date limite : 31/03/2014

Réf manuel : 1K91A21290 Code plan :

Zone: Zone-TRAIN DEGROSSISSEUR

C.Coût: **Code Utilisateur :**

Pièces de rechange et consommables

NoOP	Cde_MGP	Désignation	Qté
* Planification *			
10	22	34	46

Outillage spécial

Outillage standard
Brosse en nylon

Procédures spéciales de sécurité

Respecter les procédures de sécurité

Date Retour BT au BMN:

14 AVR 2014

Réf Doc Env:

DESCRIPTION DES TRAVAUX

01/ DEMONTER LE COUVERCLE SUPERIEUR DE L'ECHANGEUR ET LA BRIDE DE VIDANGE INFERIEURE.

02/ NETTOYER LES TUBES AVEC UNE BROSE EN NYLON

03/ DEMONTER ET CONTROLER LES CLAPETS ET SIEGE DE LA VANNE REGULATRICE DU DEBIT D'EAU ET CHANGER TOUTES PIECES USEES

FAIT
O N
K
X

Conclusion

Afin de confirmer les résultats de la méthode why-why, nous avons exécuté le bon de travail ci-dessus, nous avons alors constaté que :

- La température de l'eau T= 30 °C
- Présence de calcaire et de sable dans la tuyauterie interne.
- Pendant le nettoyage, les tuyaux dégagent un gaz blanc avec une odeur forte (réaction des produits chimiques avec le calcaire).

Il faut donc contrôler la qualité de l'eau de refroidissement (au sein du service de traitement des eaux) dans le but de maintenir l'échangeur thermique en bonne état de fonctionnement.

Selon la méthode why-why et les remarques ci-dessus, et selon l'avis technique des responsables, la fréquence de nettoyage est alors diminué (6 mois au lieu de 4 mois).

3.3. Les gicleurs et la tuyauterie :

Etant donné la gravité que peut causer la défaillance des gicleurs ou la tuyauterie sur le bon fonctionnement du moteur, il est préférable d'accorder plus de soin à ses équipements et faire en sorte à ce qu'ils soient bien entretenus pendant leur période de maintenance.

4. Plan d'action basé sur l'analyse des huiles :

• Introduction

L'huile étant en contact avec toutes les pièces en mouvement du moteur, elle fournit de nombreuses informations sur l'état de la machine. L'analyse de l'huile utilisée peut par ailleurs, révéler des éventuelles anomalies dans le fonctionnement du matériel.

L'objectif est de mettre en évidence ce qui pourra constituer une source de pollution pour l'huile.

4.1. Effets de la pollution de l'huile



4.2. Objectifs visés par l'analyse de l'huile

L'objectif sera de déceler les principales anomalies afin de donner au Responsable de Maintenance des informations précises sur l'état de la machine, et cela en recherchant dans le lubrifiant :

- Tous les phénomènes de pollution.
- Tous les phénomènes de contamination
- L'ensemble des métaux provenant de l'usure
- Le type d'usure
- Pour les moteurs : l'étude de la qualité de la combustion
- Dans certains cas et notamment lorsque les vidanges sont espacées, l'état du lubrifiant

4.3. Résultat/Action

Le train dégrossisseur :

Equipements	Lubrifiant utilisé	Capacité du réducteur en litre	Date de la dernière vidange	Résultats d'analyse Mars 2014	Actions	Réf_BD
Cage N° 01	Mobilgear 636/600XP680	850	26/10/2009	Augmentation de l'indice d'acide. Présence d'usure(teneur en fer maintenue)	Suivi de l'état d'huile & de l'équipement (Prochaine analyse)	Ras
Cage N° 02	Mobilgear 636/600XP680	850	28/11/2011	RAS	RAS	Ras
Cage N° 03	Mobilgear 636/600XP680	850	18/12/2008	Présence d'usure(teneur en fer élevé.102ppm)	Suivi de l'état d'huile & de l'équipement (Prochaine analyse)	Ras
Cage N° 04	Mobilgear 636/600XP680	850	18/12/2010	Présence d'usure(teneur en fer très élevé.elle passe de 213ppm à 272ppm)	Contrôler l'état de reniflard.	83611
					Controler l'état de l'échangeur	
					Vidanger le réducteur et rincer avec de l'huile (vacuoline 525)	
					Contrôle interne du réducteur	
					Remplissage d'huile neuve (noter la quantité et le type)	
Prélever un autre échantillon pour analyse après un mois						
Cage N° 05	Mobilgear 636/600XP680	550	29/11/2007	Augmentation de l'indice d'acide;Présence d'usure(teneur en fer 290ppm)	Contrôler l'état de reniflard.	83612
					Controler l'état de l'échangeur	
					Vidanger le réducteur et rincer avec de l'huile (vacuoline 525)	
					Contrôle interne du réducteur	
					Remplissage d'huile neuve (noter la quantité et le type)	
Prélever un autre échantillon pour analyse après un mois						
Cage N° 06	Mobilgear 636/600XP680	550	25/08/2004	Augmentation de l'indice d'acide. Présence d'usure(teneur en fer élevée)	Suivi de l'état d'huile & de l'équipement (Prochaine analyse)	Ras
Cage N° 07	Mobilgear 636/600XP680	550	09/02/2006	Présence d'usure(teneur en fer 78 ppm)	Suivi de l'état d'huile & de l'équipement (Prochaine analyse)	Ras

Tableau 7: Résultat d'analyse d'huile pour le train dégrossisseur

Le train intermédiaire :

Cage N° 08	Mobilgear 630/ 600XP220	290	01/04/2011	Présence d'eau; Augmentation de l'indice d'acide;Présence d'usure(teneur en fer passe de 47ppm à 160ppm)	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Contrôle interne du réducteur Filtration de l'huile à 10µ Appoint d'huile si nécessaire (noter qté et type d'huile rajoutée)	83613
Cage N° 09	Mobilgear 630/ 600XP220	270	01/08/2001	Augmentation de l'indice d'acide;Présence d'usure(teneur en fer & du cuivre)	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Contrôle interne du réducteur Filtration de l'huile à 10µ Appoint d'huile si nécessaire (noter qté et type d'huile rajoutée)	83614
Cage N° 10	Mobilgear 630/ 600XP220	290	07/04/2011	Produit contaminé avec de l'eau 10%;;Présence d'usure(teneur en fer 428ppm)	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Vidanger le réducteur et rincer avec de l'huile (vacuoline 525) Contrôle interne du réducteur Remplissage d'huile neuve (noter la quantité et le type) Prélever un autre échantillon pour analyse après un mois	83615
Cage N° 11	Mobilgear 630/ 600XP220	270	29/10/2009	Présence d'eau;Présence d'usure(teneur en fer 230ppm)	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Contrôle interne du réducteur Filtration de l'huile à 10µ Appoint d'huile si nécessaire (noter qté et type d'huile rajoutée)	83616
Cage N° 12	Mobilgear 630/ 600XP220	230	26/11/2012	Produit contaminé avec de l'eau 0,2%; Présence d'usure(teneur en fer & de cuivre élevée)	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Vidanger le réducteur et rincer avec de l'huile (vacuoline 525) Contrôle interne du réducteur Remplissage d'huile neuve (noter la quantité et le type) Prélever un autre échantillon pour analyse après un mois	83617
Cage N° 13	Mobilgear 630/ 600XP220	220	09/02/2006	Produit contaminé avec de l'eau 4,573%	Contrôler l'état de reniflard. Contrôler l'état de l'échangeur Contrôle interne du réducteur Filtration de l'huile à 10µ	83618

Cage N° 14	Mobilgear 630/ 600XP220	220	02/01/2005	Produit contaminé avec de l'eau; Présence d'usure(teneur en fer 74ppm)	Appoint d'huile si nécessaire (noter qté et type d'huile rajoutée)	83619
					Contrôler l'état de reniflard.	
					Controler l'état de l'échangeur	
					Contrôle interne du réducteur	
					Filtration de l'huile à 10µ	
Appoint d'huile si nécessaire (noter qté et type d'huile rajoutée)						
Cage N° 15	Mobilgear 630/ 600XP220	170	21/01/2011	La viscosité de l'échantillon ne correspond pas à une ISO VG 220;Présence d'usure(teneur en fer 498ppm & en cuivre 177ppm)	Contrôler l'état de reniflard.	83620
					Controler l'état de l'échangeur	
					Vidanger le réducteur et rincer avec de l'huile (vacuoline 525)	
					Contrôle interne du réducteur	
					Remplissage d'huile neuve (noter la quantité et le type)	
Prélever un autre échantillon pour analyse après un mois						

Tableau 8:Résultat d'analyse d'huile pour le train intermédiaire

Conclusions

- Les tableaux ci-dessus sont remplis à partir des résultats de l'analyse des huiles fournis par OILIBYA, cette dernière révèle les différents insolubles présents dans l'huile qui reflètent l'état du réducteur.(voir annexe)
- Les résultats obtenus par la méthode Pareto concordent avec les résultats de l'analyse des huiles, ce qui nous mène à donner la priorité aux cages marquées en rouges dans le tableau ci-dessus.
- Afin de maintenir les modules de lubrifications en bonne état de fonctionnement il faut tout d'abord vidanger les réservoirs d'huiles qui sont marqués en rouge, ce qui permettra un fonctionnement aisé pour les nouvelles pompes de lubrifications.
- Dans ce qui précède nous avons pris des actions correctives (installation des nouvelles pompes, vidange des réservoirs), on établira par la suite un plan de maintenance préventive, avec la liste des pièces de rechange.

5. Plan de maintenance optimisé

5.1. Plan de maintenance prédictive

Plan de maintenance	MAINTENANCE PREDICTIVE		
Equipement	Modules de lubrification	Nombre d'équipement en service	15
Repère géographique	1K91A21290	Nbre d'équipement en STBY	
		Nbre d'équipement de rechange	4

N°	Opération	Temps estimé	Nbr d'opérateurs	Fréquence
1	Nettoyer les deux filtres d'huiles (s'assurer aussi de la présence des joints autour des filtres).	2 h	2	4 semaines
2	Nettoyer le filtre d'eau.			
3	Contrôler le bon fonctionnement du régulateur du débit d'eau.			
4	Vérifier la pression de la sortie de la pompe : > ou = 2 Bar si non ajuster par la soupape.			
5	Vérifier la pression après filtre > ou = 1,8 BAR.			
6	Vérifier la température d'huile dans le réducteur $36C < T < 40C$.			
7	Vérifier le niveau d'huile du réducteur 2/3.			
8	Contrôler la pression d'huile dans le réducteur : $P > ou = 1,5 BAR$.			
9	Remplacer les thermomètres et les manomètres défectueux.			
10	Éliminer les fuites d'huiles apparentes.			
11	Éliminer les défauts signalés sur tableau électrique des cages.			
12	Nettoyer le module complètement, vérifier s'il n'y a pas de bruit anormal et signaler tout défauts constatés.			

5.2. Maintenance systématique

Plan de maintenance	MAINTENANCE SYSTEMATIQUE		
Equipement	Modules de lubrification	Nombre d'équipement en service	15
Repère géographique	1K91A21290	Nbre d'équipement en STBY	
		Nbre d'équipement de rechange	4

Eléments (composants et tâches)	Périodicité
Changement des roulements	18mois
Changement grilles de filtre	12 mois
Changement des joints d'étanchéité	8mois
Révision de la pompe	10 ans
Renouvellement de la pompe	15 ans
Renouvellement du palier en céramique inferieure	5ans
Changement de la garniture mécanique	3ans

5.3. Pièces de rechange

Plan de maintenance		PIECES DE RECHANGE	
Equipement	Modules de lubrification	Nombre d'équipement en service	15
Repère géographique	1K91A21290	Nbre d'équipement en STBY	
Matricules		Nbre d'équipement de rechange	4

N°	Pièce	Quantité	Stand by
01	Pompe DAVID BROWN type 5h reload gear pumps Exécution à bride N° de série K882898	7	2
02	Accouplement élastique sans pignon DAVID BROWN pour pompe 5H	7	7
03	Roulement 30BC02	7	7
04	Joint d'étanchéité pour le couvercle (arrêts d'huile)	7	0
05	Pompe DAVID BROWN type 7h reload gear pumps Exécution à bride N° de série K896915	7	2
06	Accouplement élastique sans pignon DAVID BROWN pour pompe 7H	7	7
07	Roulement 20BC02	7	7
08	Joint d'étanchéité pour le couvercle (arrêts d'huile)	7	0

Quatrième chapitre (travail supplémentaire)

*Implantation des
convoyeurs à rouleaux
dans la nouvelle zone
de déroulage*

1. Problématique

Vue la demande excessive des barres de fer, la SONASID a implanté de nouvelles machines de déroulage des bobines.



Figure 14: machine de déroulage Eurolls

Après l'obtention des barres, elles sont alors mises sur des supports sur lesquelles elles sont alignées et ligaturées.



Figure 15: support d'alignement

L'objectif de ce nouveau projet est de modifier ces convoyeurs, de tel manière à ce qu'ils puissent transporter la botte jusqu'à la sortie permettant ainsi au pont roulant de les charger dans un stock à coté. Cette nouvelle installation fera gagner à l'équipe plus de temps et d'énergie, et limitant ainsi le déplacement du pont, uniquement à l'extérieur.

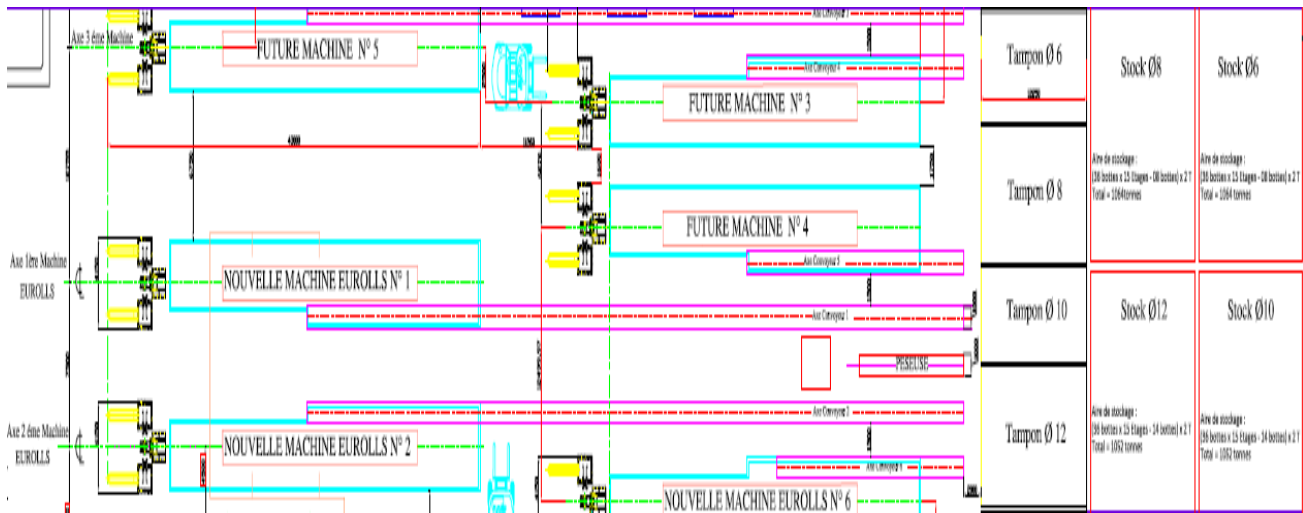


Figure 16: Implantation des machines Eurolls

Les nouveaux convoyeurs auront - entre les supports actuels- des rouleaux motorisés et fous.

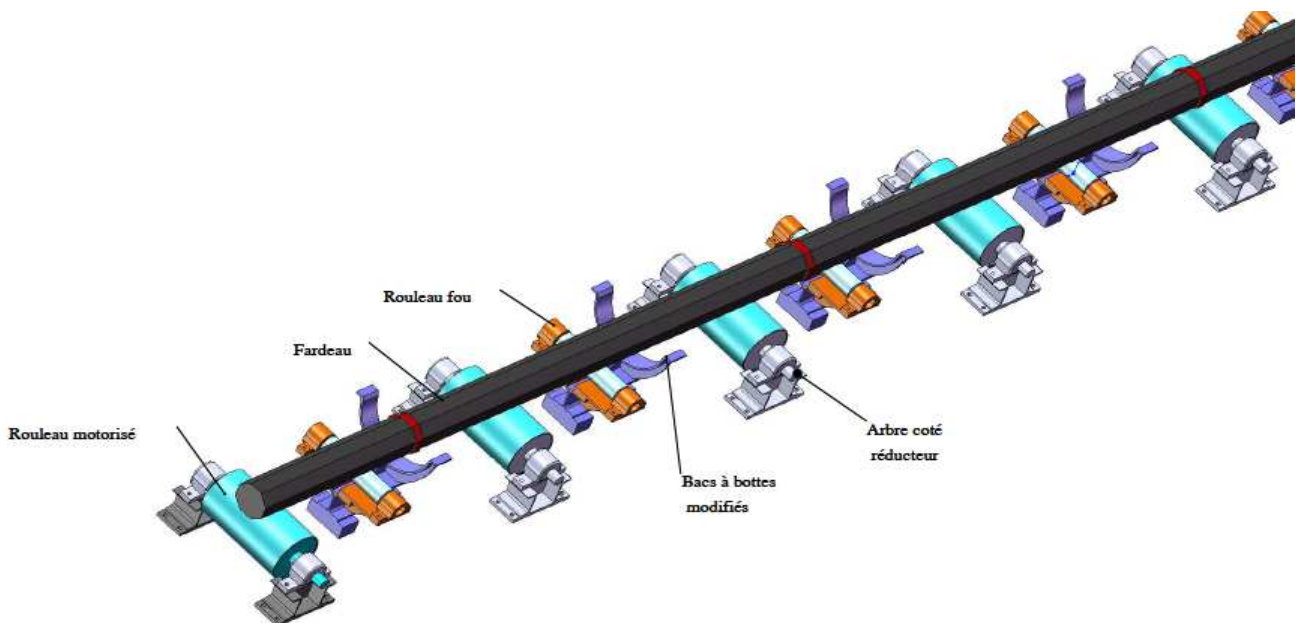


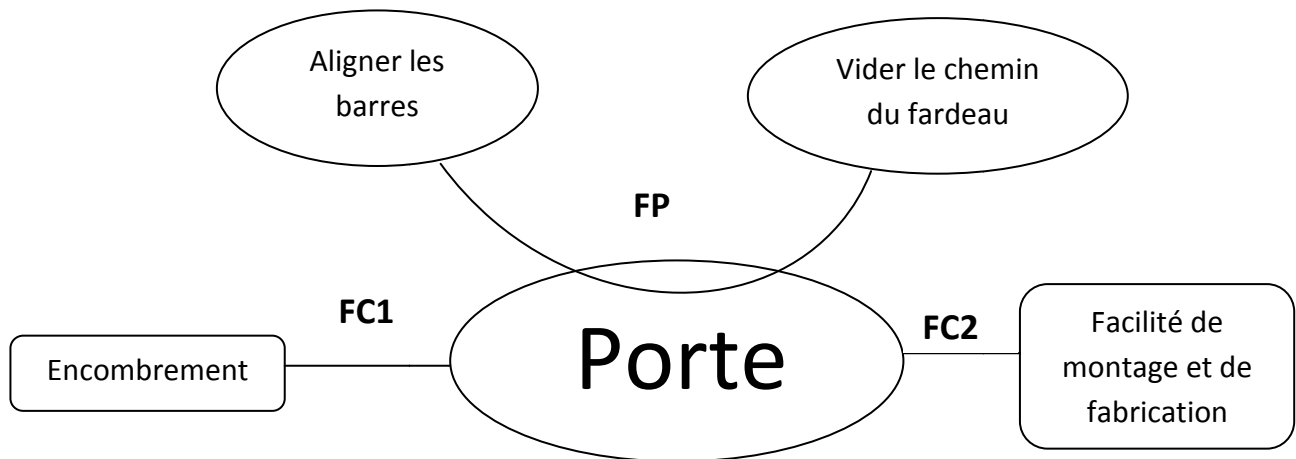
Figure 17: bac à botte (convoyeur à rouleaux)

2. Objectif :

- Le travail qui nous a été confié, est de concevoir une portière qui va remplacer le support d'alignement actuellement installé. Cette portière en étant fermée permettra d'aligner la botte

facilitant donc son ligaturage, puis s'ouvrira afin que le pont roulant la déplace dans le lieu de stockage.

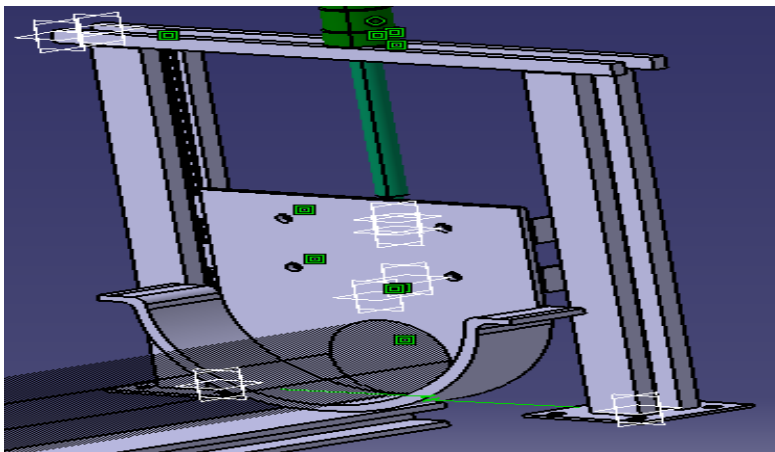
3. Analyse fonctionnelle :



Fonction principale	
FP	S'ouvrir après avoir alignée les barres
Fonction contraintes	
FC1	La porte ne doit pas encombrer le convoyeurs ni du coté machine ni des autres cotés (il faut éviter d'installer un moteur ou un vérin dans les directions x et y)
FC2	Facilité de montage et de fabrication ce qui implique la facilité de maintenance.

4. Première solution

Pour répondre à ces contraintes, nous avons utilisé des pièces standard disponibles sur le marché ou bien qui peuvent être fabriquées dans l'atelier de fabrication mécanique.



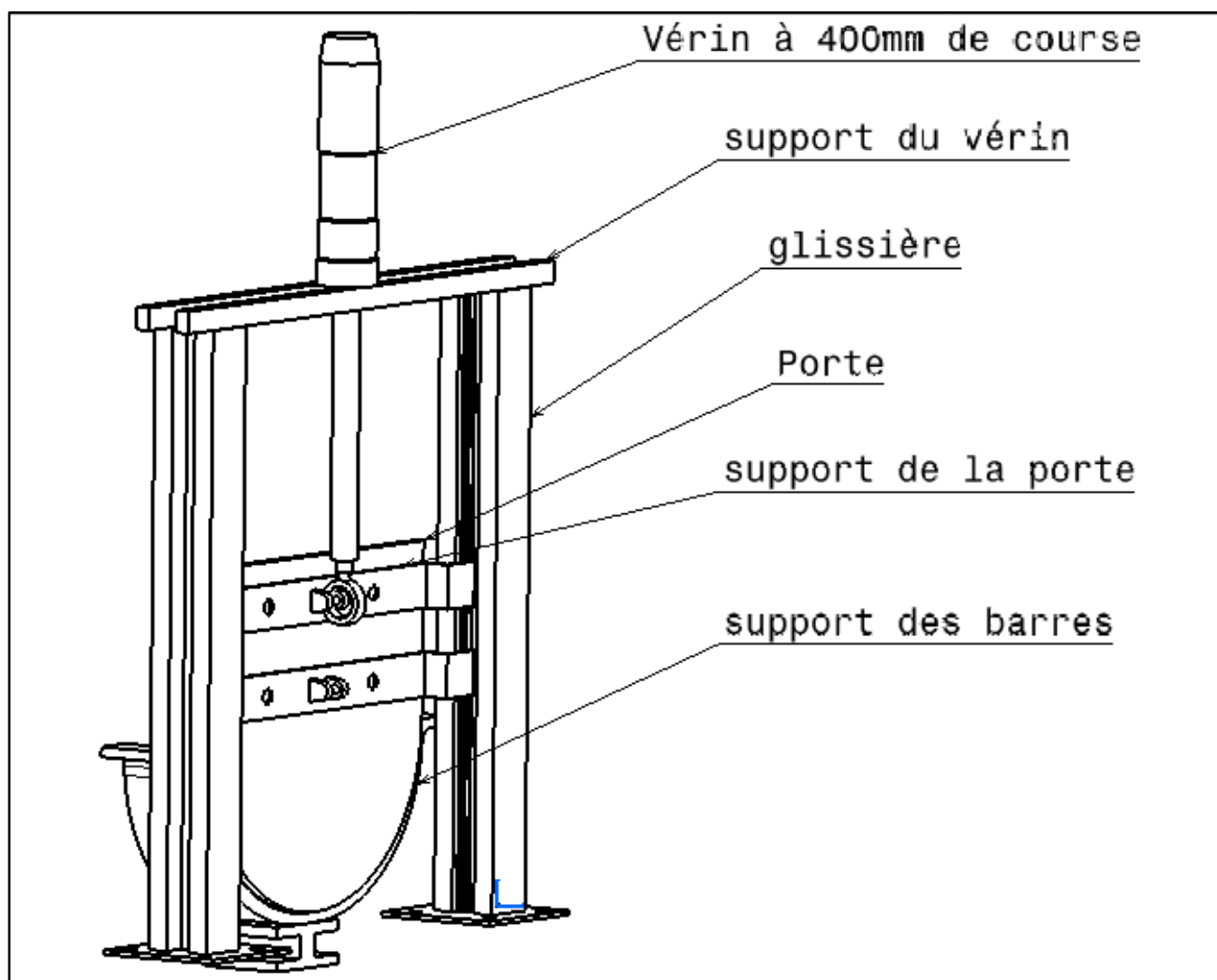


Figure 18: Dessin d'ensemble de la porte

Le vérin :

Le diamètre du fardeau est 340 mm ce qui justifie le choix d'un vérin à 400 mm de course qui de préférence doit être à tige télescopique, car ce type de vérin ont des cylindre de petite dimension ce qui nous facilitera sa fixation par la suite.

La glissière :

La glissière est à l'origine un **profilé en H (a=80, e=25)**, sur lequel on réalise une rainure qui représente la liaison glissière avec le support de la porte, on coupe 17.5 mm du côté de la rainure pour avoir suffisamment d'espace pour le montage du support de la porte. la longueur de la glissière est 700 mm (longueur de la tige du vérin = 400mm + 200 mm rayon du support du fardeau).

Fixation à terre par 4 boulons D=20, via une plaque carré (150x150x3) soudée sur la partie inférieure (voir fig 19), la figure suivante montre les dimensions de la rainure.

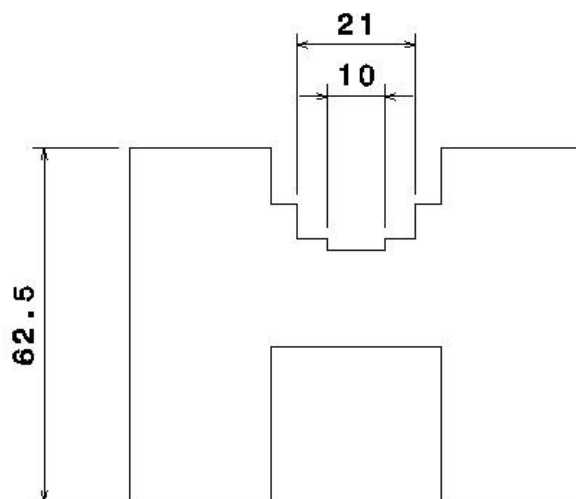


Figure 19: Dessin de définition de la glissière

Les supports du vérin :

Ils ne sont que des tiges issues du changement de la section du profilé en H (Fig 4.4.2)

La porte :

Elle est conçue de façon à occuper le plan d'alignement des barres et représente les dimensions du support du fardeau.

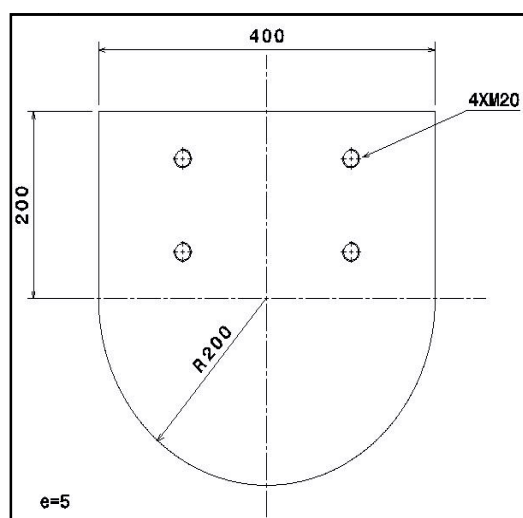


Figure 20: Dessin de définition de la porte

Les supports de la porte :

Ils constituent la liaison entre la porte, la glissière, et le vérin, ci-dessous leur dessin de définition :

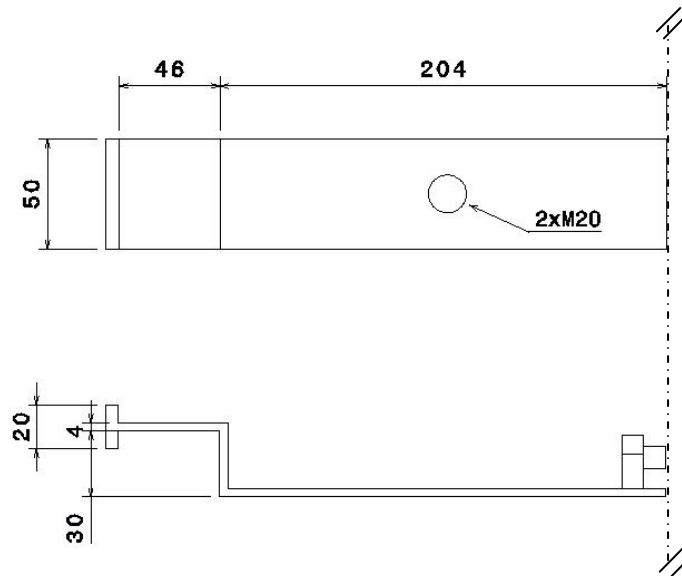


Figure 21: : dessin de définition du support de la glissière

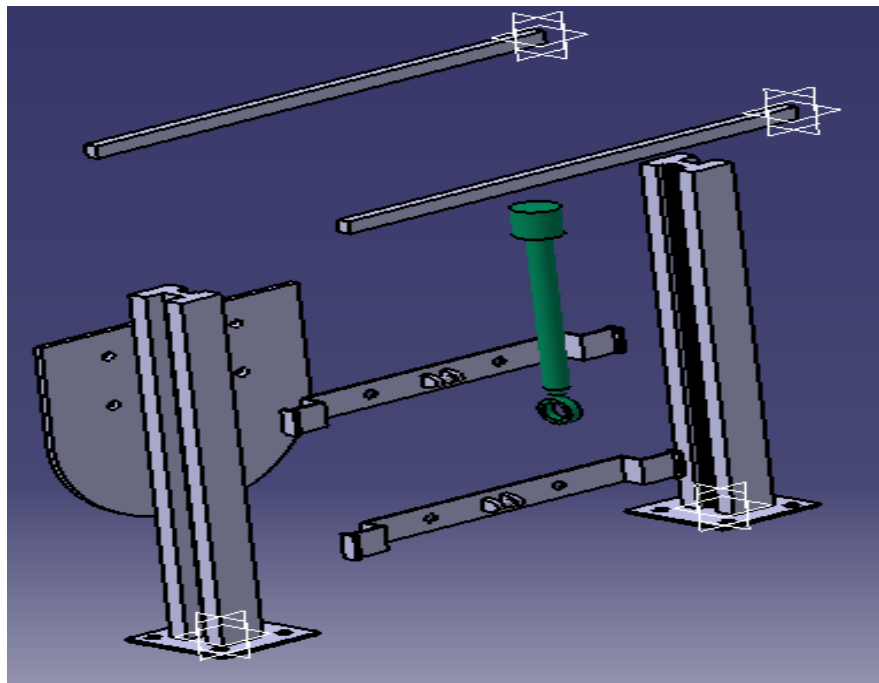


Figure 22: vue éclatée

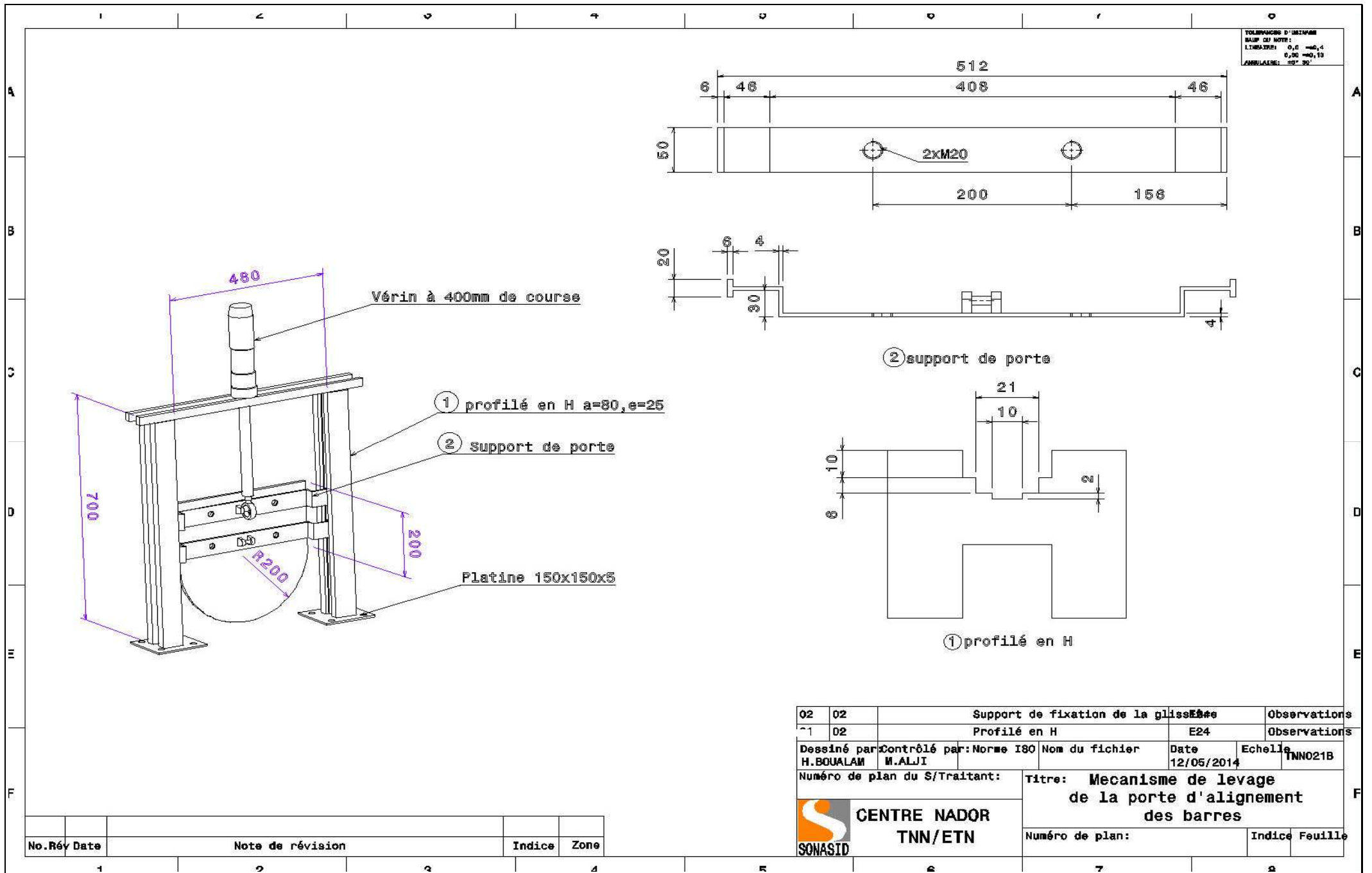


Figure 23: plan de définition du mécanisme 1

5. Deuxième solution

En tenant compte de l'espace et les mesures qui ont été établis pour chaque convoyeur, j'ai pu dimensionner les différents cotes de l'ensemble qui constitue la porte d'alignement, à savoir les rails de guidage, la portière et 2 vérins qui vont assurer la translation.

La solution envisagée est illustrée sur le schéma ci-dessous :

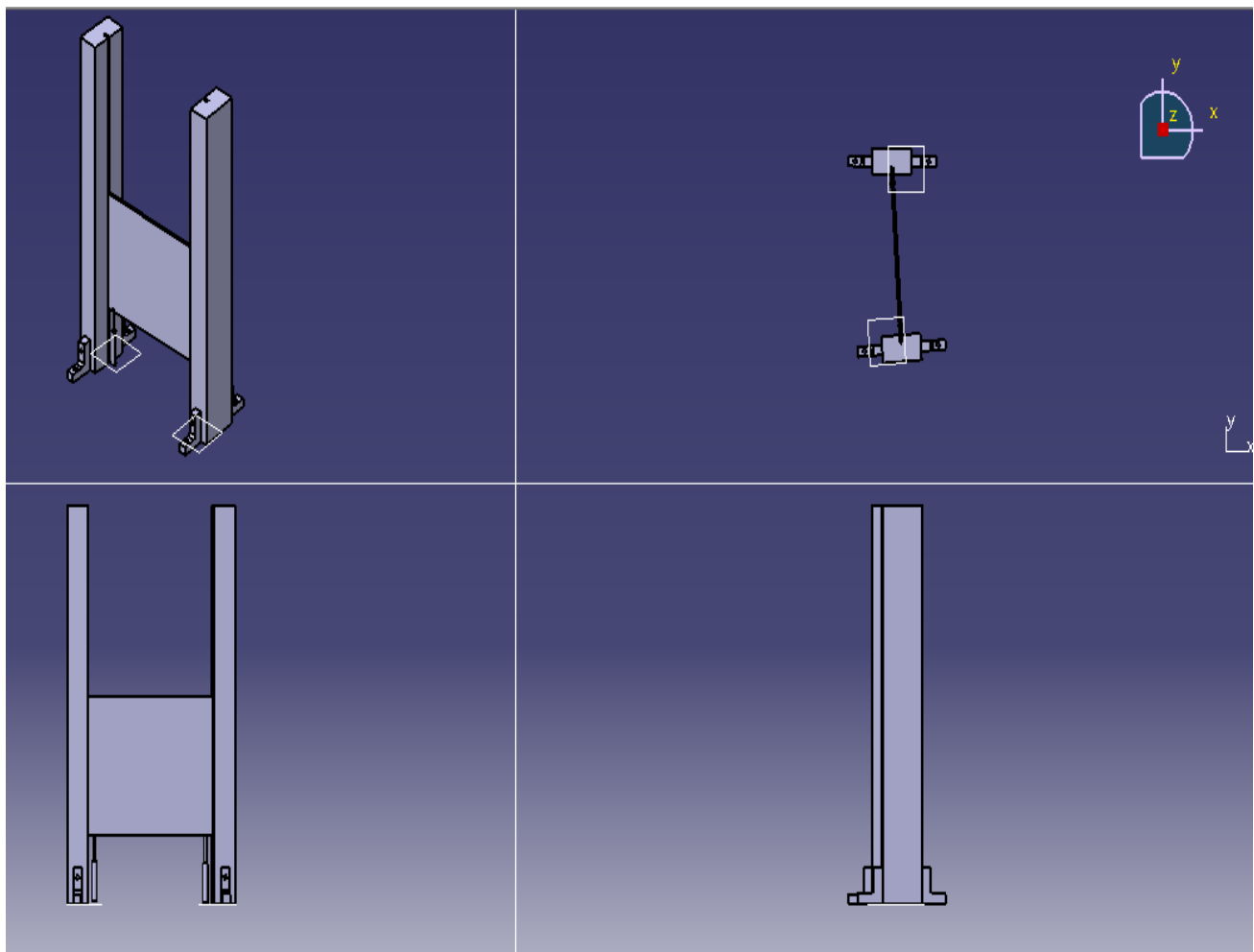
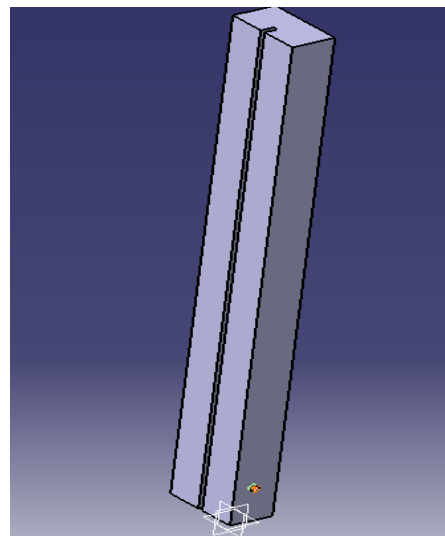


Figure 24: mécanisme de levage de la porte

Le dessin d'ensemble ainsi que les plans de détail sont représentés dans le plan suivant :

➤ **Les rails de guidage:**

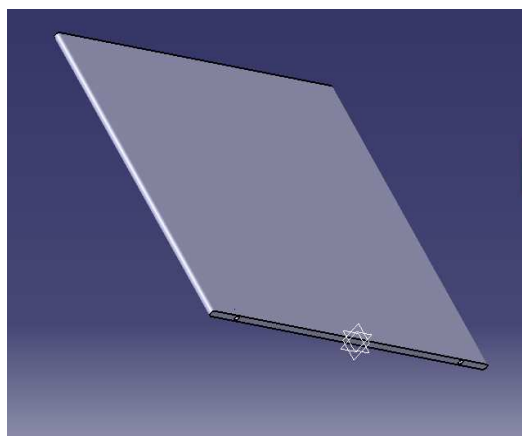
Ayant une forme rectangulaire (150.80), les rails vont supporter la portière en lui permettant par la même occasion un déplacement vertical, suivant une rainure de 10 mm de profondeur qui facilitera la liaison glissière, et pourra constituer un maintien assez fort contre les chocs causés par les bottes.

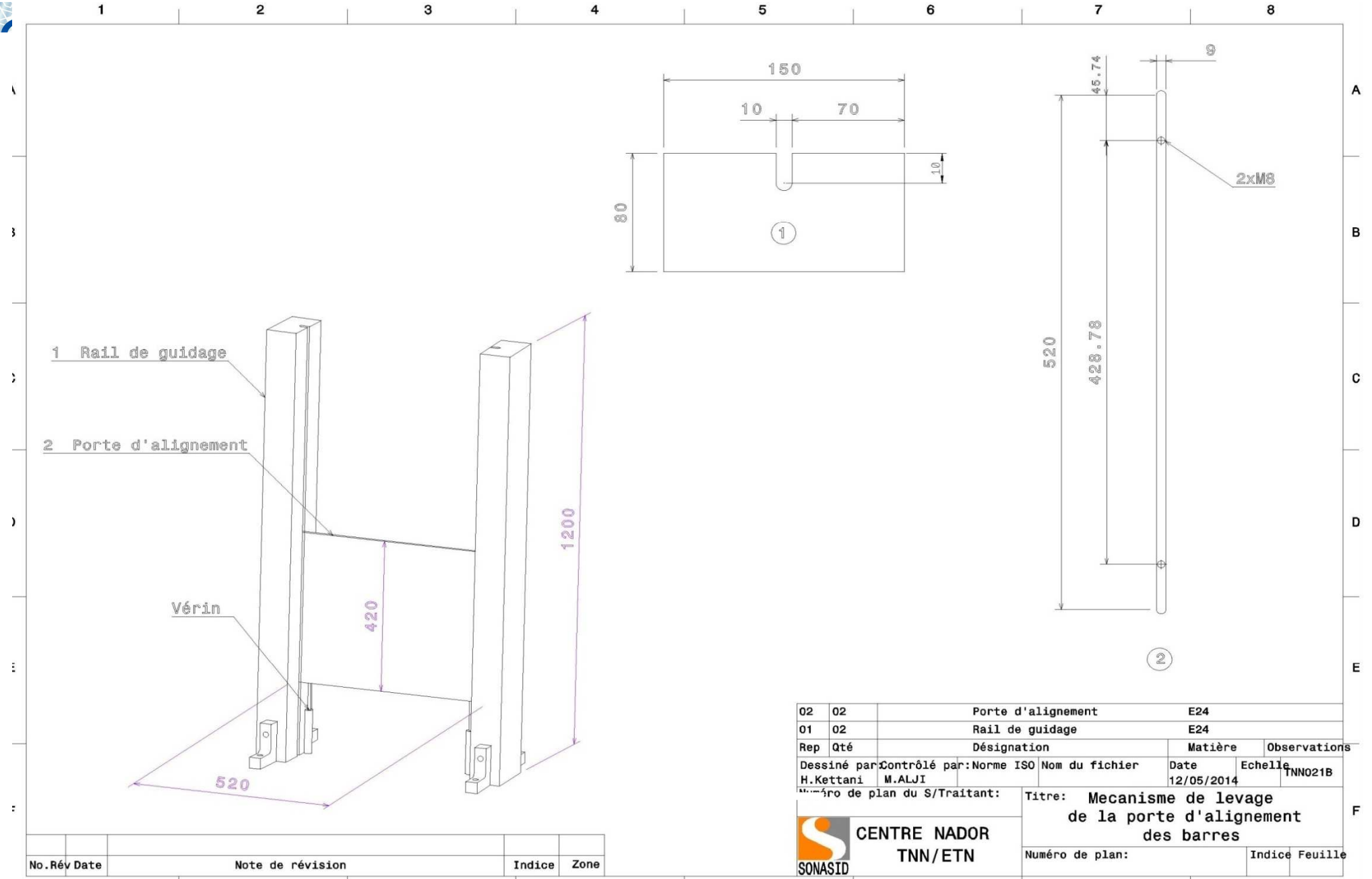


➤ **La portière d'alignement :**

Pour une dimension de 520:420 et une épaisseur de 9 mm, la portière pourra assurer sa fonction et ainsi constituer un obstacle permettant l'alignement de la botte avant de se rouvrir.

Le déplacement vertical de la porte va être assuré par deux vérins installés au dessous, liés directement à la porte par un filetage.





No.	Rév	Date	Note de révision	Indice	Zone


02	02	Porte d'alignement		E24	
01	02	Rail de guidage		E24	
Rep	Qté	Désignation	Matière	Observations	
Dessiné par:	Contrôlé par:	Norme ISO	Nom du fichier	Date	Echelle
H.Kettani	M.ALJI			12/05/2014	TNN021B
Numéro de plan du S/Traitant:		Titre: Mecanisme de levage de la porte d'alignement des barres			
 CENTRE NADOR TNN/ETN		Numéro de plan:		Indice Feuille	

Figure 25: plan de définition du mécanisme 2

Ce travail, qui s'inscrit dans le cadre du stage de PFE au sein du Département "Maintenance mécanique" de SONASID, nous a permis de mettre en pratique beaucoup de connaissances acquises durant notre formation, d'améliorer nos compétences techniques, et de nous familiariser avec le monde professionnel.

Nous avons commencé notre travail par une étude généralisée sur le processus de laminage et ses étapes. Notre encadrant responsable nous a confié un travail qui avait pour but d'optimiser et de fiabiliser le système de lubrification des 15 cages du train dégrossisseur et celui de l'intermédiaire. Ainsi donc, nous avons procédé à une étude approfondie des circuits de lubrifications avec une analyse fonctionnelle bien détaillée pour comprendre le principe de fonctionnement de chaque organe et son utilité. Afin qu'on puisse identifier les composants les plus critiques du circuit de lubrification nous avons révisé l'historique des interventions de l'équipe MM, ce qui nous a permis de réunir l'ensemble des pannes détectées. En utilisant la méthode Pareto, nous avons trouvé les cages les plus défaillantes, ainsi que les problèmes majeurs causés par le système. L'étude AMDEC nous a permis de mettre en évidence les composants les plus critiques pour lesquelles nous avons optimisé leurs systèmes de maintenance à savoir la pompe, l'échangeur thermique, la tuyauterie et les gicleurs. Pour la pompe, on était amené à étudier son prix d'achat et à concevoir une nouvelle installation étant donné que celles existantes vont être remplacées par une nouvelle génération, sans oublier les pièces de rechanges qui devraient accompagner ce nouveau import. L'analyse Why Why nous a aidé à déterminer les principales actions à faire pour limiter la défaillance de l'échangeur thermique. On s'est penché par la suite sur l'étude de l'huile utilisée pour la lubrification afin de déceler les différentes anomalies qui peuvent changer la qualité d'huile.

Pour arriver à notre but nous nous sommes basés sur les méthodes théoriques, l'expérience des agents spécialisés, ainsi sur les remarques obtenues par l'exécution des bons de travaux.

Finalement, ayant terminé cette étude, nous avons consacré la dernière partie de notre stage à faire une conception d'une porte d'alignement pour des convoyeurs qui vont être installés prochainement, se basant sur un cahier de charge donné par le bureau d'étude, on a pu proposer deux solutions différentes.

Ce travail a requis une collaboration multiforme, nombreux sont ceux qui y ont apporté une contribution scientifique, logistique ou morale. Que chacun trouve dans l'aboutissement de ce travail l'expression de notre reconnaissance pour sa contribution quelle qu'elle soit.

Nous avons l'honneur de trouver ici l'occasion de vous exprimer notre Respect, notre admiration et notre profonde gratitude pour vos lignes directrices qui ont réussis ce travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer, nos sincères remerciements à M. Magouri chef du service de maintenance mécanique de nous avoir accordé ce stage au sein de son département et qui a encadré notre travail avec bienveillance. A M. Harras qui a encadré pédagogiquement notre travail et qui nous a soutenu tout au long de notre projet, A M. Aydi qui a été pour nous une source d'informations techniques et pour tout le personnel du service maintenance mécanique pour l'aide qu'ils ont mis à notre disposition durant notre stage.

Nous remercions chaleureusement :

M. Khoumssi, M. Baraghi ,et M. Demiathi membres du bureau de méthodes de nous avoir accueilli et fourni les informations nécessaires pour accomplir ce travail.

M. Alji, et M. Mouaddin membres du bureau d'études d'avoir supervisé la partie conception de ce projet.

Historique des pannes au niveau des cages

Date	cage	intervention/anomalie detecté
17/12/2011	#8	fuite d'eau au niveau de la bride sup de l'échangeur
04/01/2012	#7	remplacement joint à lèvre
12/01/2012	#4	fuite d'huile tuyauterie du palier
02/02/2012	#10	cisaillement du vis de verin lors de démontage
02/02/2012	#5	fuite d'huile du bride coté arbre d'entraînement
03/02/2012	#10	mise en place vérin de clampage
16/02/2012	#10	elimination d'une fuite d'eau
02/03/2012	#7	changement de pompe
03/03/2012	#4	elimination d'une fuite d'eau importante
05/03/2012	#10	changement de flexibles
26/03/2012	#12	changement de pompe
12/04/2012	#10	soudage d'une clavette et un vis de pression
23/04/2012	#3	fuite d'huile au niveau de la pompe : serrage
04/06/2012	#1	cisaillement du cylindre inf
20/07/2012	#8	hausse de T de l'échangeur thermique T >66°C
	#9	hausse de T de l'échangeur thermique T >66°C
	#12	hausse de T de l'échangeur thermique T >66°C
22/07/2012	#12	flexible éclaté
27/07/2012	#4	flexible brûlée
01/08/2012	#1	changement de flexibles suite à une coble
08/08/2012	#4	changement de flexibles suite à une coble
03/10/2012	#6	changement de flexibles suite à une coble
03/10/2012	#8	changement d'un manchon cisailé
10/10/2012	#8	changement de flexibles suite à une coble
14/10/2012	#6	changement de flexibles suite à une coble
17/10/2012	#11-12	coble entre les deux cages => changement de flexibles
19/10/2012	#3	hausse de T du moteur
19/10/2012	#6	changement de raccords de lubrification <= coble
19/10/2012	#7	changement de raccords de lubrification <= coble
09/12/2012	#4-5	coble entre les deux cages => changement de flexibles
12/12/2012	#12	Coble
14/12/2012	#13	arret de la pompe de lubrification
14/12/2012	#12-13	coble entre les deux cages
16/12/2012	#13	coble => changement de flexible
17/12/2012	#3	hausse de T au niveau de la pompe de lubrif
20/12/2012	#5	changement de flexibles suite à une coble
20/12/2012	#13	remise en place d'une clavette pour vis de pression
22/12/2012	#12	coble => changement de flexible

02/01/2013	#6	changement de la pompe de lubrif
02/01/2013	#13	soudure de la clavette du vis de pression
31/01/2013	#6	changement de flexibles et de graisseur
31/01/2013	#4	changement de flexibles et de graisseur
01/02/2013	#4	changement de flexibles suite à une coble
01/02/2013	#2	cisaillage du cylindre sup
11/02/2013	#11-12	coble entre les deux cages
15/02/2013	#4	changement de flexibles suite à une coble
19/02/2013	#5	grippage des guides à cause du coincement d'un piston de graissage
22/02/2013	#5	chngement de flexibles suite à une coble
31/05/2013	#15	fuite eau de refroidissement
24/06/2013	#12	fuite d'huile (arbre d'entrée)
25/06/2013	#12	arbre d'entrée usée
22/08/2013	#7	graisseur abimé
22/08/2013	#5	fuite d'huile au niveau de graisseurs de lub
27/08/2013	#12	debit metre defectueux
01/09/2013	#3	insuffisance d'huile ==> debouchage de flexibles
09/09/2013	#12	chute de pression suite à une fuite
17/09/2013	#12	changement de flexible suite à une coble
	#3	contrôle de flexible suite à une coble
21/09/2013	#7	fuite d'huile au niveau du doseur
	#13	bouchage de doseur
23/09/2013	#13	fuite d'eau
25/09/2013	#2	changement de flexible suite à une coble
	#3	débouchage des doseurs
	#9	changement de flexible suite à une coble
27/09/2013	#4/5	flexible troué
01/10/2013	#15	changement de flexible suite à une coble
06/10/2013	#12-13	controle de flexible suite à une coble
02/11/2013	#1	chutte de pression=>changement de raccoredement
06/11/2013	#1-2	coble entre les deux cages
07/11/2013	#8	emmanchement du rallonge
	#2-3	coble entre les deux cages
	#12-13	coble entre les deux cages
08/11/2013	#13	changement de l'empoise inf deterioré
	#02	Pb de surcharge du réducteur
	#5	coble entre les deux cages
09/11/2013	#13	changement de 3 flexibles suite à une coble
	#12	changement de passes suite à plusieurs cobles
12/11/2013	#14	fuite d'alimentation de separation d'empoise
13/11/2013	#14	soudaged'un mamlon sur la tuyauterie principale
14/11/2013	#2	elimination d'une fuite d'eau par bondage du flexible
15/11/2013	#11	cisaillage des vis de la bride inf d'empoise
18/11/2013	#13	changement de graisseur defectueux
20/11/2013	#3	vis du rallonge sup cisaillé=>fixation par soudure
21/11/2013	#2	charge élevée=>contrôle approfondis du réducteur



21/11/2013	#3	fixation par soudure de l'anneau du rallonge sup
22/11/2013	#12	changement des cylindres et emmanchement des rallonges
27/11/2013	#8	emmanchement du rallonge apres chgmt des cylindres
03/12/2013	#12	controle de flexible suite à une coble
04/12/2013	#10	fuite d'huile au niveau de la vanne à pointeau

Historique des pannes au niveau des cages

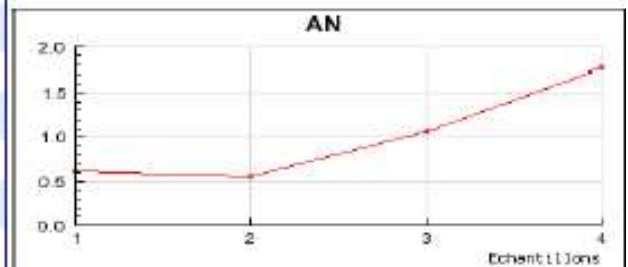
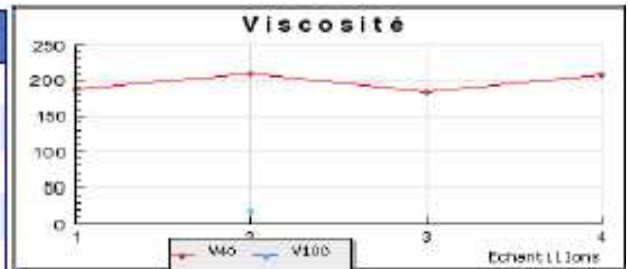
Date	cage	anomalie
10/11/2006	#14	hausse de la temperature d'huile=> vidange de l'echangeur thermique
05/05/2007	#11	fuite d'huile au niveau du reducteur=>changement du joint bride de filtre
30/05/2007	#10-11	hausse de la temperature d'huile=> vidange de l'echangeur thermique
02/06/2007	#1-2-3-4-5	réajustement du circuit d'eau
19/07/2007	#12-13-14-15	débit d'eau faible causé par des fuites au niveau des pompes SGN
14/05/2008	#4	destruction de tuyauterie de lubrification par coble
25/06/2008	#12	détection de la mousse au niveau du réducteur
05/10/2008	#9	fuite d'huile =>changement du joint bride de filtre
25/10/2008	#9	fuite d'huile =>changement du joint bride de filtre+joint torric
13/01/2009	#4	changement de la bride du filtre (remplacée par celle du bobinoir)
03/05/2009	#8	hausse de la temperature d'huile=> vidange de l'echangeur thermique
08/05/2009	#7	hausse de la temperature d'huile=> vidange de l'echangeur thermique
04/10/2010	#6	elimination d'une fuite d'huile au niveau des flexibles
14/03/2011	#15	changement de la pompe et remplacement de la soupape de decharge trouvé coincée
18/03/2011	#7	Remplacement de la pompe + moteur du module de lubrification
28/03/2011	#13	Elimination d'une fuite d'huile au nv de la soupape de décharge
18/10/2011	#2	elimination d'une fuite d'huile au niveau du tube principal
24/10/2011	#2	elimination d'une fuite d'huile au niveau du tube principal
02/03/2012	#7	changement de pompe
26/03/2012	#12	changement de pompe
23/04/2012	#3	fuite d'huile au niveau de la pompe : serrage
20/07/2012	#8	hausse de T de l'echangeur thermique T >66°C
20/07/2012	#9	hausse de T de l'echangeur thermique T >66°C
20/07/2012	#12	hausse de T de l'echangeur thermique T >66°C
19/10/2012	#3	hausse de T du moteur
14/12/2012	#13	arret de la pompe de lubrification
17/12/2012	#3	hausse de T au niveau de la pompe de lubrif
02/01/2013	#6	changement de la pompe de lubrif
27/08/2013	#12	debit metre defectueux
01/09/2013	#3	insuffisance d'huile ==> debouchage de flexibles
09/09/2013	#12	chute de pression suite à une fuite
04/12/2013	#10	fuite d'huile au niveau de la vanne à pointeau

Analyse d'huile de la cage 12 (la cage la plus critique)

Libya Oil Maroc LABORATOIRE D'ANALYSE LUBRIFIANTS		ALERTE				
Client : SONASID		Equipement / Code équipement : CAGE N°12 / -				
Secteur d'activité : SONASID		Lieu de prélèvement : apres filtre actif				
		Capacité du carter : 230				
References Analyses	Echantillon1	Echantillon2	Echantillon3	Echantillon4	Echantillon5	Echantillon6
Reference Laboratoire	0703L	0921L	2154L	2806L		
Produit	MobilGear 630	MobilGear 630	MobilGear 630	MobilGear 630		
Date de réception	18-05-2010	17-01-2011	14-06-2013	25-03-2014		
Temps de service de l'huile						
Vidange/Appoints	-	-	-	-		

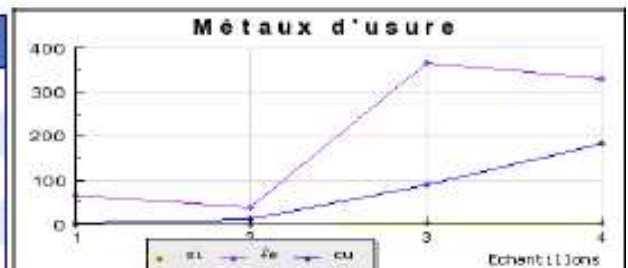
Analyses physico-chimiques

Mesure	Unité	Méthode	Echant1	Echant2	Echant3	Echant4	Echant5	Echant6
Densité à 15°C	g/cm ³	ASTM D1401						
Comptage		NAS 1638						
Viscosité à 40°C	Cst	ASTM D7279	186.7	209.5	184.3	208.1		
Viscosité à 100 °C	Cst	ASTM D7279		18.42				
Indice de viscosité		ASTM D2270		97				
Inhibiteurs	Séquence	ASTM D4055						
AN	mgKOH/g	ASTM D974	0.622	0.551	1.070	1.766		
Présence en eau		POLO12	non	non	oui	oui		
Teneur en eau	%Masse	ASTM D6304	0	0	0.10	0.20		
Point d'éclair	°C	ASTM D92						
Oxydation	A/Cm	FT-IR						
Moussage	mL/ml	ASTM D892/P142						



Analyses des métaux d'usure

Métaux d'usure	Unité	Méthode	Echant1	Echant2	Echant3	Echant4	Echant5	Echant6
Pb	ppm	ASTM D5185	1	0	1	2		
Si	ppm	ASTM D5185	0	0	3	3		
Fe	ppm	ASTM D5185	65	39	365	330		
Cu	ppm	ASTM D5185	3	11	90	183		
P	ppm	ASTM D5185	0	0				



Commentaire résultats d'analyse laboratoire

Produit contaminé avec de l'eau 0.2 %
Présence d'usure. Teneur en fer et cuivre élevée

Recommandations

Huile à vidanger.
Vérifier la source de contamination avec de l'eau.
Investigation pour savoir les causes de l'usure.