



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques

Spécialité : Ingénierie Mécanique

Retenu du réducteur de la chaise de cavage de la pelle 290B

Présenté par :

OULD ELMOUSTAPHA Ahmed maloum

Encadré par:

- **ABDELHAMID touache (FST)**
- **HAMZATOU Abdoul (SNIM)**

Soutenu le 21 juin 2009

Le jury :

- **Mr. ABDELHAMID Touache**
- **Mr. jalil Abouchita**
- **Mr. Mohammed El Majdoubi**

Stage effectué à : Société Nationale Industrielle et Minière « SNIM »



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

Mes très chers parents pour leurs soutiens, affection et amour, leurs confiances et patiences et pour leurs sacrifices infinis, je le dédie aussi à toutes ma famille pour les quelles j'exprime mon amour et mes respects les plus dévoués.

Je dédie encore ce travail à mes amis et tous les étudiants de FST de Fès plus particulièrement aux étudiants de département génie mécanique

Et enfin, tous ceux qui m'ont soutenus et qui me soutiennent encore pour que ce travail soit une déclaration divine de me profonde estimation et gratitude

Remerciements

*A terme de mon travail, Je tiens par le présent rapport à exprimer mes sincères Remerciements à mon professeur encadrant **Abdelhamid TOUACHE** pour les efforts qu'il a déployés, les conseils fructueux qu'il n'a cessés de me prodiguer avec bienveillance*

*Mes très sincères remerciements vont aussi à **Hamzatou ABDOUL** (chef service 940) qui m'a encadré tout au long de ce stage, pour sa disponibilité, pour ses explications qu'il a pu me communiquer, ainsi à **Abdallah OULD ELHAJ**, pour ses explications et pour son enthousiasme et pour les connaissances sur le sujet qu'il a pu me transmettre.*

*Je remercie avec gratitude et affection tous l'ensemble du personnel d'atelier telles perfos qui m'ont aidé et plus particulièrement **saïga** (chef section) qui m'a accueilli et m'a fourni les informations dont j'avais besoin durant mon projet, et tous les membres du service 940.*

Ainsi j'exprime mes chaleureux remerciements à tous les enseignants du département Génie mécanique qui a contribué à ma formation pendant ces années de formation à la faculté des sciences et techniques de Fès

Je n'aurai gardé d'oublier dans ces remerciements les membres du jury qui m'ont honoré par leurs présences.

Enfin, je présente mes vifs remerciements les plus significatifs à tous ceux qui ont contribué et facilité l'élaboration de ce rapport de près ou de loin.



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah – Fès
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES





TABLE DES MATIERES

PARTIE 1 : présentation de la société et le service.....2

Chapitre I : Présentation de la société

I.1. Repères institutionnels :.....3
I.2. Implantation :.....4
I.3. Actionnariat de la SNIM :.....5
I.4. Impact économique :.....5
I.5. Historique :.....6

Chapitre II : Présentation du Service 940

II.1. Mission du service 940 :7
II.2. Organisation du service 940:.....7
II.2.1. Découpage :.....7
II.2.2. Organisation d'un chantier :8

PARTIE 2 : Présentation du sujet et l'engin

Chapitre I : Description de la machine

I.1. Définition pelles 290B12
I.2. Fiche technique pelles 290 B.....12
I.3. Principaux composants :.....13
I.4. Présentation du système de cavage:.....14
I.4.1. le rôle de la chaise :.....14
I.4.2. Mécanisme de cavage :.....15
I.4.3. Moteur de cavage :.....15
I.4.4. Réducteur de cavage:.....15
I.4.5. Frein de cavage:16
I.4.6. Treuil de cavage:16

Chapitre II : Présentation du problème

II.1. Méthodologie de traitement du problème :.....18
II.2. Définition du problème:.....18
II.3. Classement des pannes :.....20
II.4. Position du problème :.....21
II.4.1. L'emplacement de roulement dans l'engin :21
II.5. Recherche les causes du problème.....22
II.5.1. Liste des causes probables du problème.....23
II.5.2. Diagramme Ichikawa :.....24
II.5.3. Rechercher les causes racines :25



PARTIE 3 : étude théorique et solutions proposés

Chapitre I : Etude théorique

I.1. Généralité sur le fonctionnement des réducteurs :.....	27
I.1.1 Réducteurs à train de roues dentées :.....	27
I.2. Réducteur de cavage :.....	27
I.2.1. Schéma cinématique du réducteur de cavage:	28
I.2.2. Données techniques :	28
I.2.3. Détermination du rapport de réduction:.....	28
I.2.4. calcul de couple :.....	29
I.2.5. Détermination de la charge dynamique nominale P1 :	29
I.2.6. La charge dynamique équivalente R :	29
I.2.7. Détermination de la charge dynamique maximale P :.....	31
I.2.8. Charges appliquées au roulement :	33
I.2.9. Répartition de la charge radiale :	33
I.3. Calcule-la durée de vie de roulement :.....	34
I.3.1. Durée de vie (L) :	34
I.3.2. Durée de vie nominale (L10)	34
I.3.3. Charge dynamique de base C :.....	35
I.3.4. Méthode de calcul :.....	36

Chapitre II : Défauts recensés

II. Défauts recensés :.....	40
II.1. Défauts recensés sur la méthode de rechargement :.....	40
II.2. Défauts recensés sur la méthode de montage de roulement :.....	40
II.3. Défauts recensés sur la méthode d'usinage :	42
II.4. Le graissage :.....	42

Chapitre III: Les solutions proposées

III. Les solutions proposées:.....	43
III.1. Première solution : changement des roulements	43
III.1.1. Modification sur le Côté gauche :	44
III.1.2. Modification sur le Côté droite :	45
III.1.3. Les dimensions des pièces :.....	46
III.1.4. Les avantages et les inconvénients de la solution proposée:.....	50
III.2. Deuxième solution : changement du système de montage.....	51
III.2.1. Montages conventionnels :.....	51
III.2.2. Le système de roulements auto-aligneurs :.....	52
III.2.3. Les avantages et les inconvénients :.....	54
III.3. Des suggestions différentes :.....	54
III.3.1 La méthode de rechargement :.....	54
III.3.2.Montage :.....	56
III.3.3.Vérification des jeux :.....	58
III.3.4. L'existence des pièces de rechange :.....	60
III.3.5. L'usinage des paliers :	60
III.3.6. Lubrification :.....	60
Conclusion générale :.....	63



Table des figures

Figure 1 : Implantation de SNIM.....	4
Figure 2 : Les actionnaires de SNIM.....	5
Figure 3 : Organisation du service 940.....	10
Figure 4 : pelle 290B.....	12
Figure 5 : réducteur de cavage.....	16
Figure 6 : roulement palier gauche.....	18
Figure 7 : détérioration de roulement Palier droit (palier défaillant).....	18
Figure 8 : des trous ovalisés.....	19
Figure 9 : historique pelle 290B-41.....	20
Figure 10 : emplacement de roulement dans le treuil.....	21
Figure 11 : montage des roulements.....	22
Figure 12 : Diagramme Ichikawa.....	24
Figure 13 : schéma cinématique du réducteur de cavage.....	28
Figure 14 : pénétration des dents du godet au sol.....	30
Figure 15 : opération du retrait du bras du godet.....	31
Figure 16 : Présentation de la charge.....	32
Figure 17 : Répartition de la charge radiale.....	33
Figure 18 : palier après le rechargement	40
Figure 19 : chauffage de roulement.....	41
Figure 20 : des trous foirés	41
Figure 21 : deux paliers mobiles n’ont pas le même axe.....	42
Figure 22 : schéma de la première solution.....	43
Figure 23 : coté gauche.....	44
Figure 24 : coté droite.....	45
Figure 25 : palier droite.....	46
Figure 26 : palier gauche.....	46
Figure 27 : entretoise.....	47
Figure 28 : Par graisse :	47
Figure 29 : treuil.....	48
Figure 30 : arbre.....	48
Figure 31 : couvercle.....	49
Figure 32 : retenue	49
Figure 33 : L’assemblage.....	50
Figure 34 : schéma de la deuxième solution.....	51
Figure 35 : roulement CARBE.....	52



Figure 36 : les rayons des courbures du chemin.....	53
Figure 37 : Chauffage par induction.....	58
Figure 38 : Les jeux pour le palier fixe.....	59
Figure 39 : Les jeux pour le palier libre.....	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature du réducteur de cavage.....	17
Tableau 2 : tableau Pareto.....	20
Tableau 3 : Dimension de roulement.....	22
Tableau 4 : Les données techniques	28
Tableau 5 : facteur de charge fw.....	33
Tableau 6 : Caractéristique le roulement 24136 CC/W33.....	37
Tableau 7: Caractéristiques le roulement proposé.....	38
Tableau 8 : Caractéristiques le roulement proposé (dimensions).....	38
Tableau 9 : Comparaison entre les différents roulements.....	39
Tableau 10: Caractéristique de roulement CARB.....	53
Tableau 11: température préchauffage.....	54
Tableau 12 : caractéristiques des électrodes utilisées.....	55
Tableau 13: Mesure de la dureté des paliers origine.....	55
Tableau 14: Mesure de la dureté des paliers rechargés.....	56
Tableau 15 : température de chauffage.....	57
Tableau 16 : Taux de remplissage.....	61



Liste des symboles

- NHO : nombre d'hures ouvrable (24h)
- HIM : heures indisponibilité de marche
- HRM : heures réel de marche
- HRD : heures réel de disponibilité
- MTTR : moyen de temps de réparation
- NI : Nombre d'interventions
- DISP : disponibilité
- UTIL : utilisation
- OBJ-D : objectif disponibilité
- OBJ-U : objectif utilisation
- Mens : mensuel
- 910 : Service Ateliers Centraux
- 900 : Département Electromécanique
- 930 : Service Moteurs et Transmissions
- 940 : Service Entretien Pelles/Perfos



Perfos : perforatrice



Introduction

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué lors de mon stage au sein de Société Nationale Industrielle et Minière (SNIM). Pendant cette période je me suis familiarisé avec un environnement technique et j'ai vu le principe de fonctionnement de plusieurs organes et engins mécaniques.

Le projet réalisé s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour mon expérience professionnelle. En effet, ma formation s'inscrit précisément dans ce domaine (mécanique), grâce à ce stage, j'ai travaillé sur un projet qui m'a permis d'entrevoir en quoi consiste la profession d'ingénieur dans ce secteur d'activité.

Le but de ce rapport n'est pas de faire uniquement une présentation exhaustive de tous les aspects techniques que j'ai pu apprendre ou approfondir, mais aussi, de manière synthétique et claire, de faire un tour horizon des aspects techniques et auxquels j'ai été confronté .

Mon présent stage a été pour moi une occasion très précieuse offerte par la société SNIM pour une prise de contact avec le secteur professionnel.

Dans ce cadre la société SNIM nous a proposé comme thème pour notre projet de fin d'études « retenu du réducteur de la chaise de cavage de la pelle 290B », dans le but de réduire les arrêts répétitifs de la pelle .Pour cela, nous avons suivi une démarche de résolution de problème.

Je vous expose dans ce rapport en premier lieu une présentation de l'entreprise ensuite une description de la machine et définition du problème, puis dans le troisième partie je vous présente une étude théorique et des solutions proposés et enfin, en conclusion, je résume les apports de ce stage.



partie1: présentation de la société et le service



Chapitre I : Présentation de la société

I.1. Repères institutionnels

Dénomination : Société Nationale Industrielle et Minière « SNIM »

Siège social : BP 42 Nouadhibou, Mauritanie

Forme juridique : la SNIM est une société anonyme de droit Mauritanie régie par la loi du 18.01. 2000 portant code de commerce et par la loi n°78*104 de la 15/04/1978 portant création de la SNIM

Date de Création : la SNIM a été créée par la loi n°78*104 du 15/04/1978 sous le nom de « Société Nationale Industrielle et Minière » (succédant à la MIFERMA créée en 1952). La durée de la société est fixée à 99 ans à compter du 1^{er} janvier 1978. Sauf les cas de propagation ou de dissolution anticipée prévus par ses statuts

Objet social : la société a pour objet : l'extraction et la vente du minerai de fer ainsi que la promotion de la recherche et l'exploitation des ressources minérales.

Exercice social : l'année sociale commence le 1^{er} janvier et finit le 31 décembre.

Registre de commerce : la SNIM est inscrit au registre de commerce du Tribunal de commerce de Nouakchott sous le N° 4579 du registre analytique

I.2. Implantation

La SNIM est principalement implantée dans les wilayas du Tiris Zemour (Zouerate) et de Dakhla Nouadhibou. Le minerai est extrait et/ou traité dans les environs de la ville de Zouerate avant d'être transporté via un train minéralier au port de Nouadhibou.

La Société Nationale Industrielle et Minière (SNIM) exploite et commercialise, depuis 1963, le minerai de fer extrait des Guelbs du Tiris dans le Nord de la Mauritanie. Elle opère notamment dans la zone de Zouerate où ses sites d'exploitation sont implantés

Les produits sont acheminés au Port de Nouadhibou à 700 Km de la mine, à l'aide de trains minéraliers pouvant atteindre des longueurs de 2,5 Km, avec un tonnage brut de 22000 t. C'est à partir de cette ville où la société dispose d'un port minéralier, en eau profonde, capable d'accueillir des bateaux de 150 000 t, que les produits marchands sont expédiés chez les clients implantés notamment dans plusieurs pays de l'Europe occidentale et en Chine.

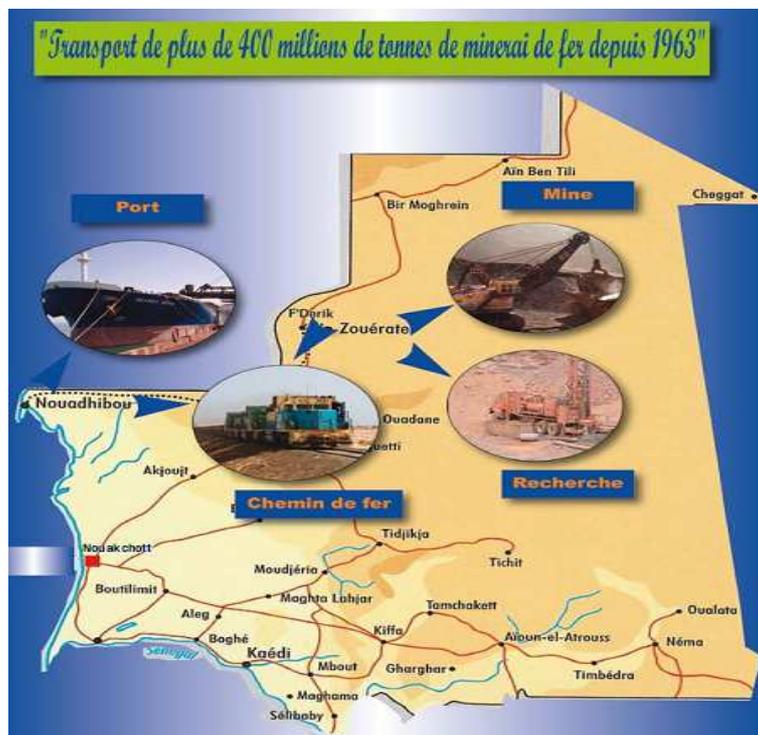


Fig. (1): Implantation de SNIM

I.3. Actionnariat de la SNIM

Fruit d'un partenariat entre la Mauritanie et des institutions arabes et islamiques, le capital de la SNIM est majoritairement détenu par l'Etat mauritanien.

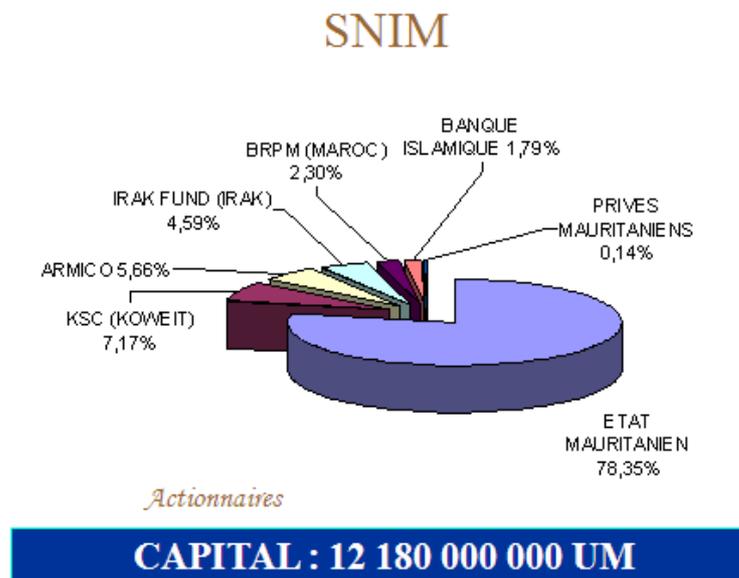


Fig. (2): Les actionnaires de la SNIM

Activités minières de la SNIM

En bref:

- 3 gisements exploités à ciel ouvert
- Capacité actuelle de 12 à 13 Mt/an
- Exportations : 10 à 12 Mt/an, dont près de 98 % vers l'Europe

I.4. Impact économique



Part PIB : 12 -13 %

Balance commerciale : 45%

Part budget de l'état : 15%

- CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL : 63 Milliards d'Ouguiyas en 2004
- Effectifs à fin 2004 : 600 agents pour les filiales du Groupe Snim
3 000 agents de Sous-traitance pour le Groupe

I.5. Historique

L'histoire de la SNIM remonte au milieu des années trente avec la découverte des premiers indices de minerai de fer dans le Nord de la Mauritanie.

1935

Localisation de gisements de minerai de fer dans la Kédia d'Idjill, dans le Nord de la Mauritanie.

1948

Première étude du site pour une exploitation éventuelle.

1952

Création de la Société des Mines de Fer de Mauritanie (MIFERMA) et début des recherches et des travaux.

1963

Démarrage de l'exploitation. Le premier navire chargé de minerai mauritanien quitte NOUADHIBOU.

1974

Rachat par le Gouvernement Mauritanien des actions de MIFERMA et transfert des actifs à la Société Nationale industrielle et Minière (SNIM)

1978

Changement de statut juridique de la SNIM qui devient une société d'économie mixte avec l'ouverture du Capital au secteur privé.

1984

Une production de concentrés, obtenus par enrichissement de minerais magnétiques en provenance du Guelb El RHEIN, vient s'ajouter à la production des minerais riches de la KEDIA.

1987

Découverte du gisement de M'Haoudat, à 60 km de Zouérate.



1991

Découverte du gisement de TO 14, au Sud Est de la Kédia d'Idjill, et mise en exploitation.

1994

Inauguration du gisement de M'Haudat

2006

La SNIM franchit la barre des 400 millions de tonnes vendues depuis 1963.

Chapitre II : Présentation du Service 940

II.1. Mission du service 940

Le service 940 assure la maintenance des engins Pelles/Perfos sur sites et aux ateliers. Ses tâches principales sont donc :

- Le diagnostic des pannes déclarées par les exploitants
- La réparation de ces pannes quelle que soit leur nature, en sous-traitant pour certaines opérations et aux différents services d'ateliers (910, 930) chacun en ce qui le concerne.
- L'entretien systématique de tous les engins Pelles/Perfos
- Les travaux préventifs
- Les révisions générales des équipements
- L'entretien électrique ainsi que la révision des sous ensembles électriques des camions, bulls et engins de servitude

A cela s'ajoutent les entretiens des réparations des sous-stations et des câbles souples 5,5KV d'alimentation des pelles et perforatrices.

II.2.Organisation du service 940

II.2.1. Découpage

Les tâches décrites plus haut supposent que les équipes du service 940 doivent être présentes là où il y a une exploitation minière pour répondre 24 heures sur 24 aux différentes pannes déclarées par la mine. Ainsi le service 940 est organisé en quatre chantiers sur sites miniers et deux sections ateliers :

- ✓ Chantier TO14 : pour assurer la maintenance des engins à TO14



- ✓ Chantier PG11 : pour assurer la maintenance des engins au Guelb (PG11)
- ✓ Chantier M'HDTT : pour assurer la maintenance des engins à M'Haoudatt
- ✓ Chantier PG10 : pour assurer la maintenance des engins à Roues
- ✓ Section Atelier Pelles/Perfos : pour assurer les RG et VP et grosses réparations
- ✓ Section Atelier électricité engins : pour assurer la révision des moteurs et génératrices des Pelles/Perfos ainsi que les organes des engins Roulage/Terrassement et servitude.

Les chantiers Nord (PG11 et M'HDTT) ainsi que les sections ateliers sont pilotés par des ingénieurs qui veillent à l'exécution des travaux et le traitement des problèmes techniques, un autre ingénieur électricien se charge du suivi des problèmes techniques électriques sur chantiers et garantit la sécurité de la marche des systèmes électroniques qui équipent les engins miniers.

En plus de ces quatre chantiers et sections ateliers s'ajoutent une antenne de 2 agents rattachée au service. Cela facilite aux ateliers centraux les mouvements des organes entre les chantiers et les ateliers d'une part et peuvent d'autre part, de préparer les pièces de rechange pour les véhicules - navettes.

II.2.2. Organisation du chantier

Chaque chantier est dirigé par un responsable électromécanique qui coordonne entre toutes ses sections et dispose d'une autonomie lui permettant d'intervenir sur l'ensemble de ces types d'engins.

Les sections du chantier

➤ Section électrique

Elle assure la maintenance électrique de tous les engins ainsi que la réparation des lignes d'alimentation et départs électriques des pelles et perforatrices.

En plus du responsable électromécanique l'encadrement d'un chantier se compose de deux chefs de sections (pilotant l'exécution des travaux) et deux planificateurs (pour la planification des travaux)

Remarque :

Le chantier PG10 ne dispose pas de planificateur. Les engins Pelles/Perfos de ce chantier ne sont pas soumis au système de topo maintenance.

➤ Visite Systématique Pelles/Perfos

Une équipe commune à tous les chantiers rattachée au chef service 940 se charge de l'exécution du planning hebdomadaire des visites systématiques des engins Pelles/Perfos



➤ **Section Pelles/Perfos**

Elle assure la maintenance des engins de foration (Perforatrices) et Le chargement (Pelles électriques). Il s'agit d'une section mécanique.

Elle reçoit tous les organes mécaniques des engins (pelles et perforatrices) afin de les remettre en état soit par changement de quelques composants ou la réparation des pièces défectueuse

C'est la section dans laquelle j'ai passé la plupart du temps cela m'a permis d'assister à tous les opérations qui se font dans cet atelier. La Section Pelles/Perfos se compose de plusieurs BOX et sous ensemble :

- ✓ BOX sous- ensembles perforatrices : dans laquelle on répare et on regroupe toutes les pièces de rechanges des perforatrice (49R, 60R)
- BOX sous- ensembles pelles 290B : C'est le BOX dans le quelle on traite toute les organes de pelles 290B et toutes les pièces de rechanges de 290B sont rangées, dans ce BOX j'ai assisté à toutes les réparations de la chaise de cavage pelles 290B
- BOX pneumatique – divers : Dans ce BOX on répare et on monte tous les autres organes qui viennent de différents engins et machines
- ✓ Un BOX sous- ensembles PH : C'est le BOX dans le quelle on traite tous les organes de pelles PH¹ et toutes les pièces de rechanges de PH sont rangées

¹ : sont les derniers série de pelle de rechargement qui sert à charger les camions de minerai comme les pelles 290B mais ont une capacité de charge plus importante avec plus de performance



ORGANISATION DU SERVICE 940

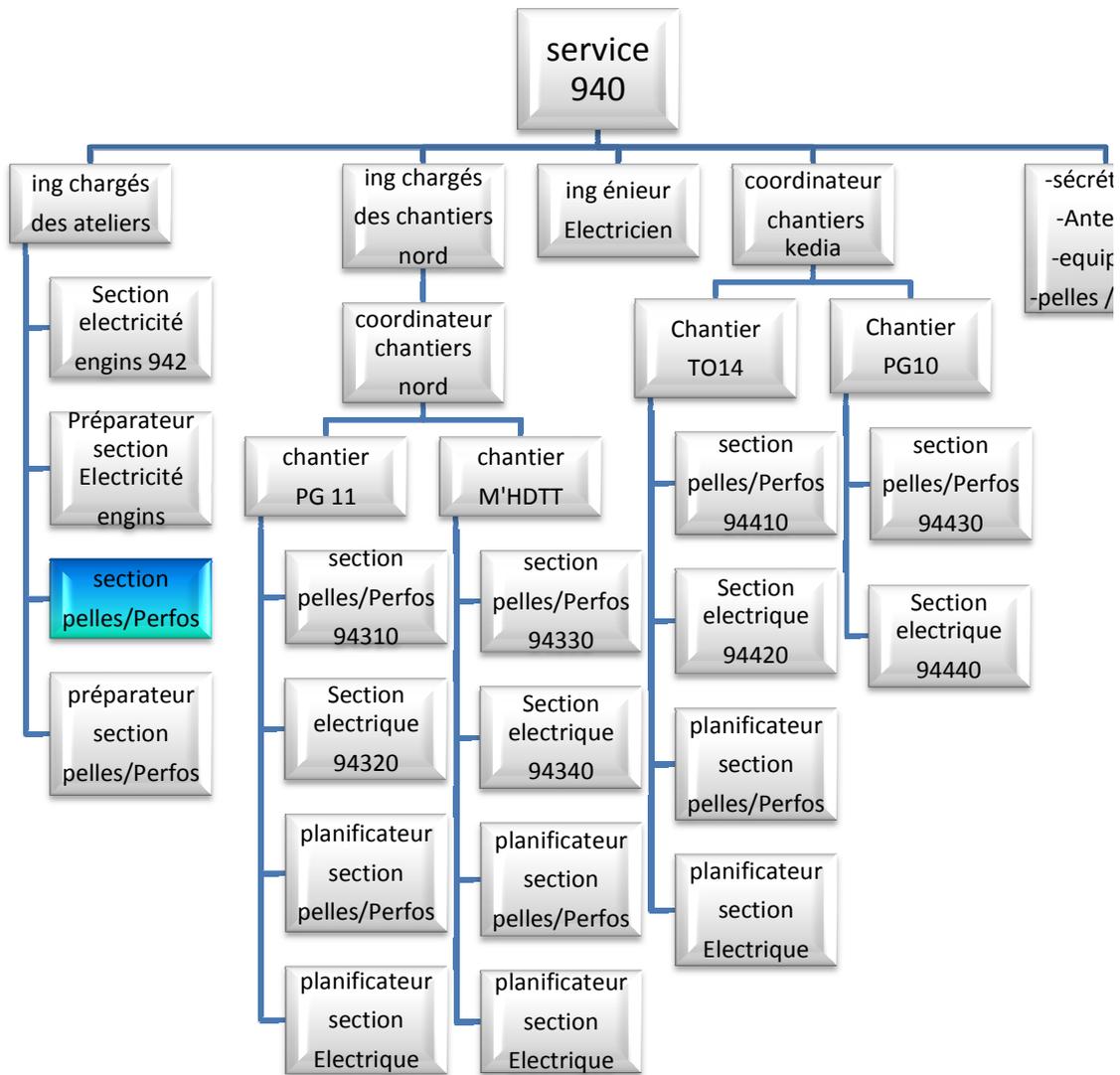


Fig. (3): Organisation du service 940



partie 2 : Présentation du sujet et l'engin

On va subdiviser cette partie en deux chapitres. Dans le premier on va définir l'engin pelles 290B d'une manière générale et plus particulièrement l'organe qui subit les pannes (réducteur de cavage).le deuxième chapitre est consacré a la définition du problème et ses causes

Chapitre I : Description de la Machine pelle 290-B

I.1.Définition

La machine 290-B est une pelle Ward Leonard entièrement électrique, fonctionnant sur courant continu, avec commande simplifiée statique type SCR(ou à thyristor).La pelle 290-B est conçue pour excaver et charger des matériaux à partir de fronts de taille verticaux, au-dessus du niveau sur lequel est arrêtée la machine.

Cette pelle est idéale pour l'enlèvement des matériaux pouvant être chargés directement dans les camions. Les exploitations de mines à ciel ouvert de charbons et différents types de minerais sont des applications usuelles de la pelle 290-B.

La pelle 290-B est montée sur chenilles à translation indépendante. Le mécanisme d'entraînement de translation est situé à l'arrière du châssis inférieur. Les deux boites de réduction séparées sont montées sur les longerons des chenilles et assurent une garde au sol maximal. Les arbres de sortie à chaque extrémité du moteur sont couplés aux réducteurs. Des embrayages pneumatiques, à disques à faible inertie, et à freins à disques, transmettent la puissance de conduite aux chenilles de droite ou de gauche, les deux embrayages sont en prise pour la translation en ligne droite

I.2. Fiche technique pelles 290 B



Fig. (4): PELLE 290 B

- Constructeur : Bucyrus international - USA
- PARC : 4 PELLES
- Date de mise en service :
 - 1982(2)
 - 1983 (2)
- Caractéristiques Techniques :
 - Capacité du godet : 14 Cubic Yards (11 m³)
 - Rendement moyen : 1400 t/h
 - Puissance installée : 1430 KW (Peak)
 - Poids en ordre de marche : 432 tonnes

I.3.Principaux composants

La pelle 290-B est constituée de trois composants principaux :

- Le châssis inférieur,
- La plateforme tournante,
- L'équipement avant (se reporter à la figure 4)

1. Le châssis inférieur

Supporte le châssis orientable et contient l'équipement nécessaire pour translater la pelle.il est constitué de :

- ✓ châssis porteur
- ✓ longerons de droit et de gauche avec leurs chenilles
- ✓ mécanisme de translation
- ✓ couronne dentée d'orientation
- ✓ cercle de galets.

2. L'équipement avant

Il est constituée de :

- ✓ Godet
- ✓ bras de godet
- ✓ Flèche
- ✓ câbles de travail

- ✓ tirants de la flèche

3. La plateforme tournante

Il supporté par le châssis inferieur et comprend :

- ✓ Le châssis orientable
- ✓ Le chevalet
- ✓ La boîte à lest et le cabinage

Le cabinage contient l'ensemble des mécanismes de levage, d'orientation et de cavage ainsi que les circuits électriques qui commandent les différentes fonctions de la machines

La pelle 290-B contient 4 réducteurs :

- Réducteurs de translation
- Réducteur de levage
- Réducteurs d'orientation
- Réducteur de cavage

I.4. Présentation du système de cavage

Notre étude consiste à et chercher les causes des pannes répétitives du réducteur de cavage des pelles 290-B et les éliminés

I.4.1. le rôle de la chaise

La chaise de cavage est un motoréducteur qui actionne le godet Par un mouvement horizontal alternatif suivant un axe Rectiligne. Elle se compose des éléments suivants:

- 1- moteur électrique à courant continu;
- 2- frein pneumatique;
- 3- un arbre primaire;
- 4- un arbre intermédiaire;
- 5- un tambour
- 6- un carter à deux étages.

I.4.2. Mécanisme de cavage

Le mécanisme de cavage est constitué par un moteur à courant Continu et des réductions qui entraînent le tambour d'enroulement du câble de cavage. La chaise complète du cavage est fixée par des axes et des coins d'ancrage sur la plateforme du châssis orientable.

I.4.3. Moteur de cavage

Le moteur de cavage est un moteur qui fonctionne à courant continu, réversible à vitesse variable. L'alimentation en courant continu est fournie par la génératrice à courant continue de cavage. Des sorties d'arbre conique à chaque extrémité du moteur sont prévues pour le montage du pignon d'entraînement et du frein de cavage. Le moteur est refroidi par un ventilateur alimenté par un moteur à courant alternatif.

I.4.4. Réducteur de cavage

La puissance de rotation fournie par le moteur de cavage est transmise par le pignon N°1(fig.5) monté sur la sortie d'arbre du moteur à la couronne N°2 d'arbre primaire. Un pignon N°3 situé sur l'arbre primaire, se met en prise avec l'engrenage de la couronne N°4 de l'arbre intermédiaire claveté avec celle-ci. Un pignon N°5 taillé près du centre de l'arbre intermédiaire se met en prise avec une couronne boulonnée N°6 fixée sur le treuil. Les premières et secondes réductions tournent dans des carters étanches à l'huile, sauf le pignon du second arbre intermédiaire et la couronne du treuil de cavage.

Les dentures hélicoïdales du pignon N1 et de la couronne N2 assurent une transmission avec un faible frottement d'un flanc sur l'autre (moins de vibrations, bon rendement), mais elles engendrent une poussée axiale. On peut remédier à cette poussée en utilisant deux dentures inclinées en sens inverse.

L'inclinaison des dents permet aux dents de subir des contraintes progressivement au sens contraire des dentures droites d'où l'engrènement est sur toute la longueur des dents dont la conséquence est la déformation brusque des celles-ci.

Les pignons sous carter sont lubrifiés à l'huile. Le pignon de l'arbre intermédiaire et la couronne du tambour ainsi que tous les paliers d'arbre sont lubrifiés à la graisse.

I.4.5. Frein de cavage

Le frein de cavage est du type à disques, monté à l'horizontale sur le moteur, serré par ressort et desserré par air et serré automatiquement en cas de panne d'électricité.

I.4.6. Treuil de cavage

Le treuil de cavage est en acier allié monobloc et comporte des rainures pour enrouler et déviler les câbles du mouvement du bras de cavage au tour. Les câbles de cavage sont fixés de chaque côté de la couronne, au milieu du tambour. Les câbles de retrait sont fixés à chaque extrémité du tambour. L'arbre du tambour de cavage est soutenu sur le châssis par des roulements à rotule sur rouleaux. Le tambour est claveté sur l'arbre.

I-2-E- La chaîne cinématique de la chaise de cavage:

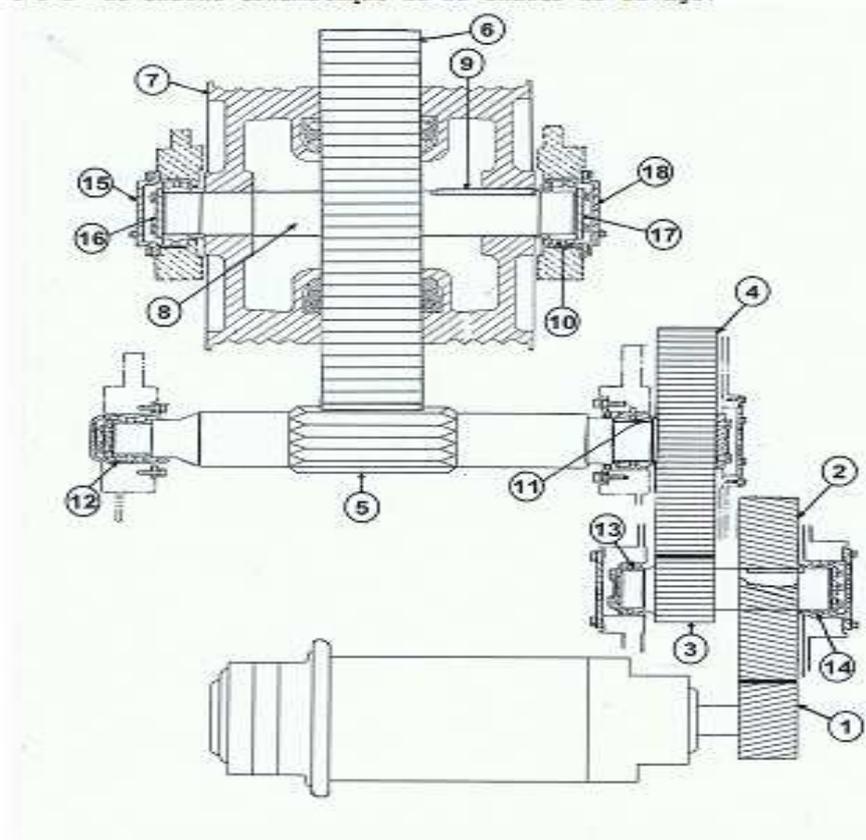


Fig. (5) : réducteur de cavage

Nomenclature du réducteur de cavage

1	Pignon moteur
1	Couronne du pignon
3	Pignon du primaire
4	Couronne de l'intermédiaire
5	Pignon de l'intermédiaire
6	Couronne du treuil
7	Treuil
8	Arbre du treuil
9	Clavette du treuil
10	Roulements du treuil
11	Roulement de l'intermédiaire
12	Roulement de l'intermédiaire
13	Roulement de la première
14	Roulement de la première
15	Couvercle
16	Plaque de retenue
17	Plaque de retenue
18	Couvercle

Tableau(1) : Nomenclature du réducteur de cavage

Chapitre II : Présentation du problème

II.1. Méthodologie de traitement du problème

Nous avons choisi une méthodologie qui utilise les outils de traitement des problèmes de qualité. C'est une organisation efficace des étapes et qui peut englober tout le problème et trouver toutes les solutions possibles. La méthodologie comporte cinq étapes, il s'agit respectivement de la définition du problème, l'analyse, la résolution, la mise en œuvre et la généralisation.

II.2. Définition du problème

➤ Situation actuelle

Le réducteur de cavage tombe souvent en panne, ce qui influence directement la production soit par les arrêts, soit par la détérioration d'autres organes (les paliers, les roulements les entretoises). Par conséquent, on remarque une consommation importante des pièces de rechange.

Expertise des roulements détériorés

L'expertise d'un roulement détérioré est une source précieuse d'informations sur ses conditions de montage et de fonctionnement. Durant la période que j'ai passé dans l'atelier entretien pelle perfo, j'ai constaté que la plupart des pannes se produisent dans la chaise de cavage à cause de roulement droit qui se casse totalement ainsi que les vis de fixation de retenue. Les deux bagues s'usent et l'arbre ne reste plus centré sur à l'axe.



Fig. (6) : roulement palier gauche



Fig. (7) : roulement Palier droit défaillant

✓ **Des paliers déformés**

Les trous de goujon étaient ovalisés ainsi que la surface de palier se déforme pour régler ce problème, le service corrige la forme du palier en y ajoutant de la matière par soudage. La forme initiale est récupérée après usinage et finition.

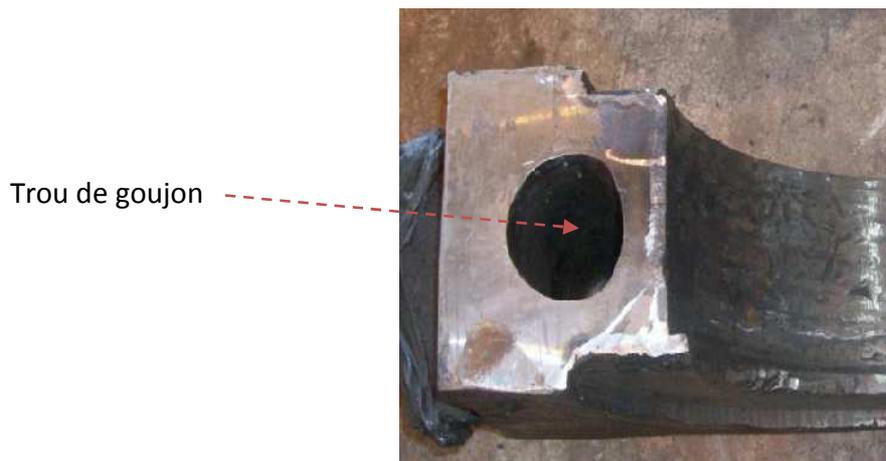


Fig. (8) : des trous ovalisés

➤ **Situation souhaitée**

Un réducteur fonctionnant correctement, sans arrêt imprévu. En fait, on souhaite avoir des roulements sans aucune détériorations prématurées

Collection des informations

Pour collecter tous les problèmes qui persistent sur la machine, je me suis référé à des fiches vie engin, un document élaboré par le service bureau d'étude. Ce document doit être rempli par l'opérateur dès que la machine tombe en panne, puis par le technicien de maintenance. Ce dernier doit noter les causes du problème avec précision. J'ai consulté ce document, mais j'ai remarqué qu'il ne mentionne plus les causes du problème, Ainsi j'ai décidé de chercher l'information autrement. Alors, j'ai passé tout mon temps à observer la machine, assister aux actions faites par les techniciens et leurs demander à fur et à mesure de me lister tous les problèmes qu'on peut rencontrer sur la machine, et chercher à évaluer leurs fréquences et leurs degrés de criticité.

II.3. Classement des pannes

Pour classer les pannes (voir annexe2) par ordre de fréquence on va utiliser le diagramme PARETO (fig.9) afin de déterminer les pannes les plus fréquents et de trouver les actions correctives et préventives appropriés

Type de panne (pelle 290B- 41)	Nombre des pannes	POURCENTAGE	CUMULE
chaise de cavage	11	46%	46%
Godet	5	21%	67%
Réducteur translation	3	13%	80%
Réducteurs OR	1	8%	88%
réducteur levage	1	4%	92%
saddle Blok	1	4%	96%
Roue folle	1	4%	100%
	24	100%	

Tableau(2) : tableau Pareto

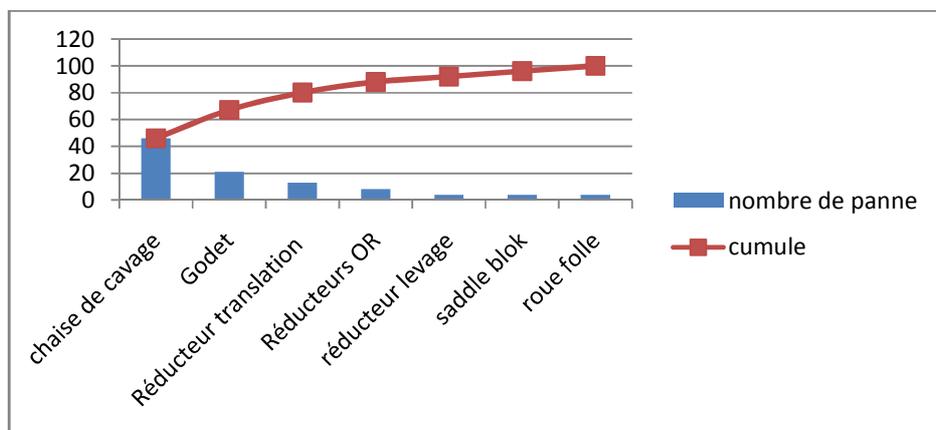


Fig. (9) : historique pelle 290B-41

Interprétation des résultats

D'après le diagramme de PARETO, on constate que la panne la plus fréquente est due à la chaise de cavage avec 46 % des pannes, pour cela notre étude sera concentrée sur la chaise de cavage et surtout les causes de cassures de roulement pour détecter les causes racines et en déduire les solutions appropriées

II.4. Position du problème

II.4.1. L'emplacement de roulement dans l'engin

Les deux roulements sont montés comme suite : l'un est libre (coté gauche) et l'autre est fixe

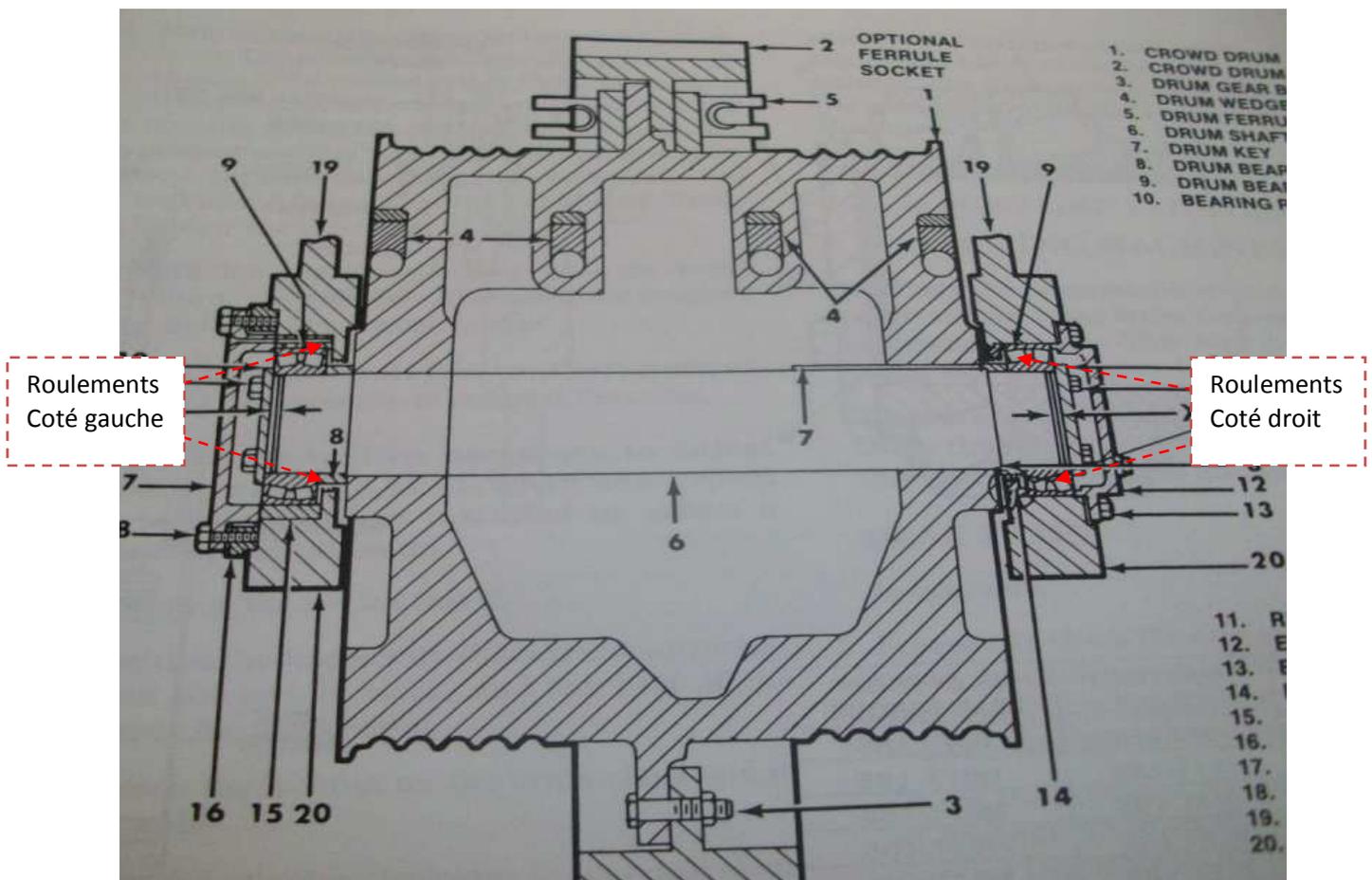


Fig. (10) : emplacement de roulement dans le treuil

II.4.2. Les caractéristiques du roulement utilisé

Les roulements utilisés sont des roulements à rotule sur rouleaux, ils ont les caractéristiques suivantes :

1. Peuvent supporter des charges élevées et des chocs importants.
2. L'ensemble bague intérieure - cage - éléments roulants peut basculer librement à l'intérieur de la bague extérieure et compense ainsi les défauts d'alignement ou les flexions d'arbres

3. Pour des charges radiales et axiales élevées dans les deux sens.

✓ **Montage de roulement**

Une palier est monté fixe et l'autre est monté librement

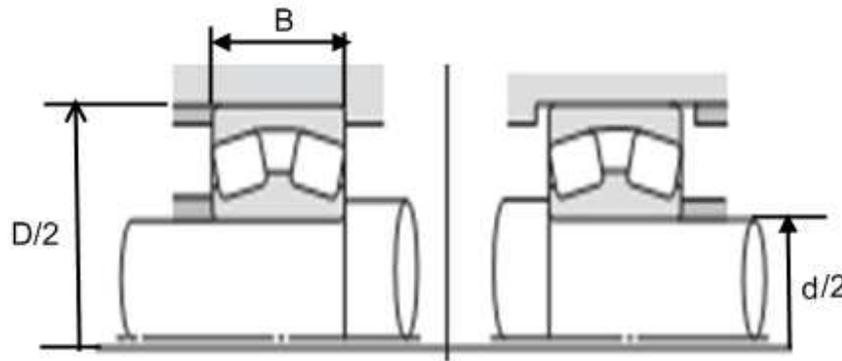


Fig. (11) : montage des roulements

✓ **Dimension de roulement : (roulement skf)**

d	180 mm
D	280 mm
B	74 mm
Ra	2.1 mm
C	830 KN
C0	1250 KN

Tableau(3) : Dimension de roulement

II.5. Recherche des causes du problème

Pour chercher les causes du problème, nous avons choisi l'outil du remue-ménage. Puisque on n'a pas eu un historique bien fait, j'ai demandé aux techniciens qui travaillent sur les machines concernées de me donner toutes les causes(en se basant sur leurs expériences) qui peuvent provoquer la cassure des roulements., je classe ces causes par familles en se référant à la méthode des 5M (matière, main d'œuvre, méthodes, matériel, et milieu). Pour construire le diagramme causes-effet (Ichikawa).

II.5.1. Liste des causes probables du problème

- (1) problème de conception de la machine
- (2) Pas de maintenance préventive
- (3) temps de maintenance non suffisant
- (4) Manque des pièces de rechange
- (5) Surcharge (la charge sur les roulements très élevés)
- (6) Qualité des roulements
- (7) Qualité de recharge (le palier usées sont recharges au près de chaudronnerie avec des baguettes)
- (8) les cotes non conformes (rugosité, tolérance et côtes)
- (9) mauvaises conditions du travail
- (10) mauvaise utilisation des pelles
- (11) Montage des roulements (mauvaise fixation des roulements du treuil au niveau des paliers)
- (12) Pas de lubrification de roulement
- (13) personnel non formé
- (14) Chocs à cause des câbles de cavage détendus;
- (15) Une tolérance de l'arbre et du logement non conforme
- (16) Présence d'ovalisation dans les alésages des paliers de roulement
- (17) Un non respect du jeu de coté fonctionnel
- (18) manque d'étanchéité dans le système
- (19) Mauvaise lubrification
- (20) Fuite de poussière



II.5.2. Diagramme Ichikawa

1. diagramme Ichikawa

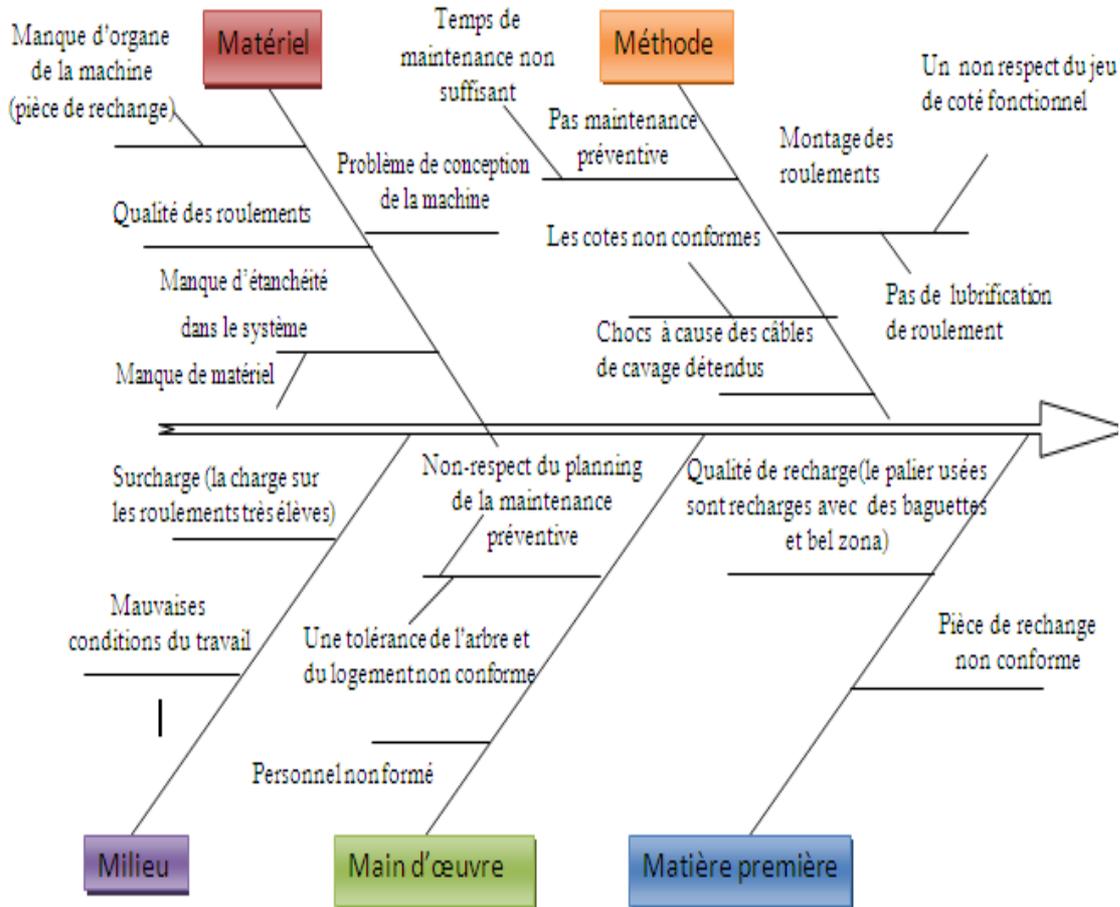


Fig. (12) : Diagramme Ichikawa

II.5.3. Rechercher les causes racines



Après avoir définir les causes probables du problème, j'ai enquêté sur la validité de ces causes. C'est ainsi que j'ai éliminé un certain nombre de causes, car elles n'ont aucune influence sur le problème. On doit déterminer les causes racines du problème, on va utiliser le vote pondéré, Chaque opérateur choisit les causes les plus importantes à ses yeux pour les classes par ordre d'importance, et après discussion avec les personnes concernées, on a trouvé que les causes racines sont les suivantes:

- ✓ Usinage des paliers
- ✓ Qualité des roulements
- ✓ Le rechargement
- ✓ La graisse
- ✓ La surcharge mécanique.

Nous avons maintenant déterminé les causes et les causes racines. Dans la partie qui suit on va calculer la charge équivalente que subissent les roulements du treuil, afin de déterminer leurs durées de vie cela permettra de valider le choix et le dimensionnement des roulements en place



partie 3 : étude théorique et solutions proposées

Chapitre I : Etude théorique

I.1. Généralité sur le fonctionnement des réducteurs

Ces appareils ont pour but de transmettre le mouvement de l'arbre moteur à l'arbre récepteur avec modification de la vitesse. Le rapport entre les vitesses des deux arbres étant constant :

$n_s / n_e = \text{constante } r$.

Si $r > 1$, l'appareil est un multiplicateur de vitesse.

Si $r < 1$, l'appareil est un réducteur de vitesse.

Ces appareils sont le plus souvent réversibles sauf ceux qui utilisent le système roue-vis sans fin qui ne sont, en générale, que réducteurs ; le même appareil peut donc être souvent réducteur ou multiplicateur de vitesse, mais le réducteur est plus fréquent par suite de la grande vitesse des moteurs électrique

I.1.1 Réducteurs à train de roues dentées

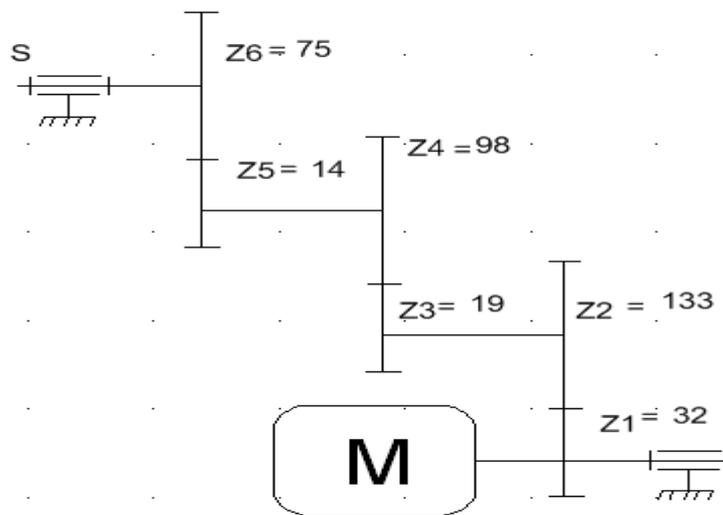
Le rapport de vitesses entre deux roues dentées varie de $1/6$ à 6 environ, au-delà des ces valeurs, on intercale entre la roue motrice et la roue réceptrice des couples de roues dentées, l'ensemble porte le nom de « train » ou « équipage » de roue dentée, Avec un train de 4 roues, le rapport de transformation variera donc de $(1/6)^2$ à 6^2 , avec un train de 6 roues, il variera de $(1/6)^3$ à 6^3 , etc....

On est limité par la considération du rendement, qui diminue rapidement avec la multiplication du nombre de roues, et du prix, qui augmente rapidement. On ne dépasse guère la limite $1/250$ - 250 , ce qui correspond à 3 ou 4 couples de roues dentées, au-delà de ces valeurs, on utilise le réducteur à roue et vis sans fin, ou à train épicycloïde.

I.2. Réducteur de cavage

L'étude que j'ai menée durant mon stage porte sur des réducteurs de pelles 290B, surtout le réducteur de cavage qui est installé à la tête des pelles 290B.

I.2. 1 . Schéma cinématique du réducteur de cavage



REDUCTEUR DE CAVAGE.

Fig. (13) : schéma cinématique du réducteur de cavage

I.2.2.Les données techniques

Repère	D	Z	a
DG49	233mm	32	127mm
DG39	1000mm	133	121mm
DG26	250mm	19	133mm
DG77	1240mm	98	128mm
DG58	286mm	14	305 mm
DG23	1515mm	75	254 mm

Tableau(4) : Les données techniques

La puissance nominale du moteur : $P_n = 195 \text{ hp} = 145.4115 \text{ K w}$

Projet de Fin d'études

Année universitaire 2009-2010

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

La vitesse de rotation : $n = 1075$ tour/min

I.2.3. Détermination du rapport de réduction

$$rg = (Z1.Z3.Z5/Z2.Z4.Z6) = r56 \times r34 \times r12 = n6/n1 = 0,00837 \quad \text{et} \quad 1/rg = 119$$

$$\Rightarrow N6 = rg. n1 = 9 \text{ tour/min}$$

I.2.4. calcul du couple

Les couples sont inversement proportionnels aux vitesses à puissance constante, il est donc facile de calculer le couple transmit par chaque arbre et l'effet tangentiel sur chaque roue.

$$P = C \cdot W$$

P : puissance transmit.

C : couple transmit.

W : vitesse de rotation sortie du réducteur.

$$C_s = P_n / w, \quad w = 2\pi n / 60 \Rightarrow c_s = 60P_n / 2\pi n = 154.40262 \text{ K N} \cdot \text{m}$$

I.2.5. Détermination de la charge dynamique nominale P1

L'effort qui s'applique sur l'arbre lorsqu'une puissance est transmise par engrenages est en général déterminé par la formule suivante :

$$C_s = P1 \times (D/2)$$

$$P1 = 2C_s / D$$

Cs : couple du moteur pour la vitesse de rotation de sortie

P1 : force tangentielle du treuil correspondant de la vitesse de rotation nominale (vitesse de sortie $n6=9$ tour /min)

D: diamètre du treuil

$$AN : P1 = 296.13511 \text{ KN}$$

I.2.6. La charge dynamique équivalente R

Projet de Fin d'études

Année universitaire 2009-2010

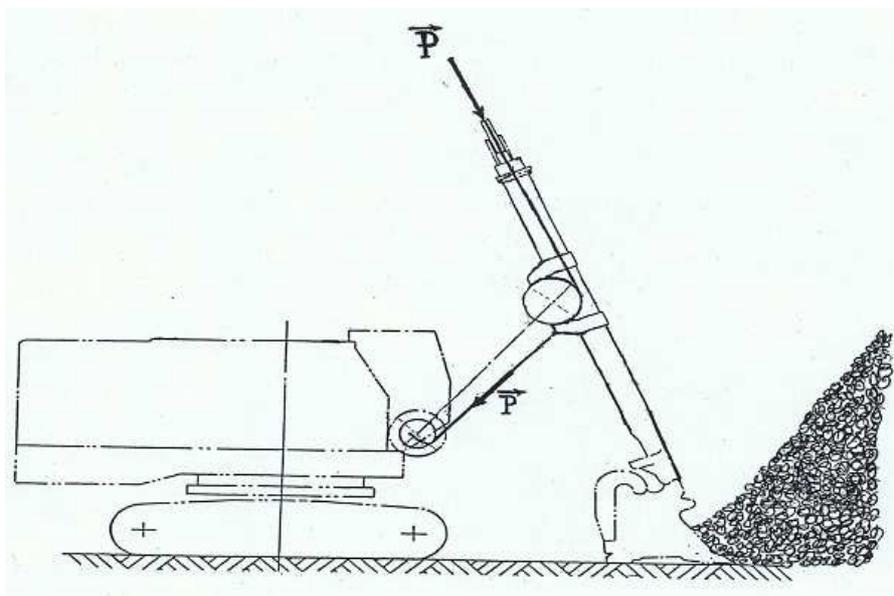
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

La charge dynamique maximale se produit lorsque la position de godet au contact du sol. Pour commencer le chargement du minerai (position N°1 : fig.14). Dans ce cas, la force est maximale et donc couple maximale est atteignent.

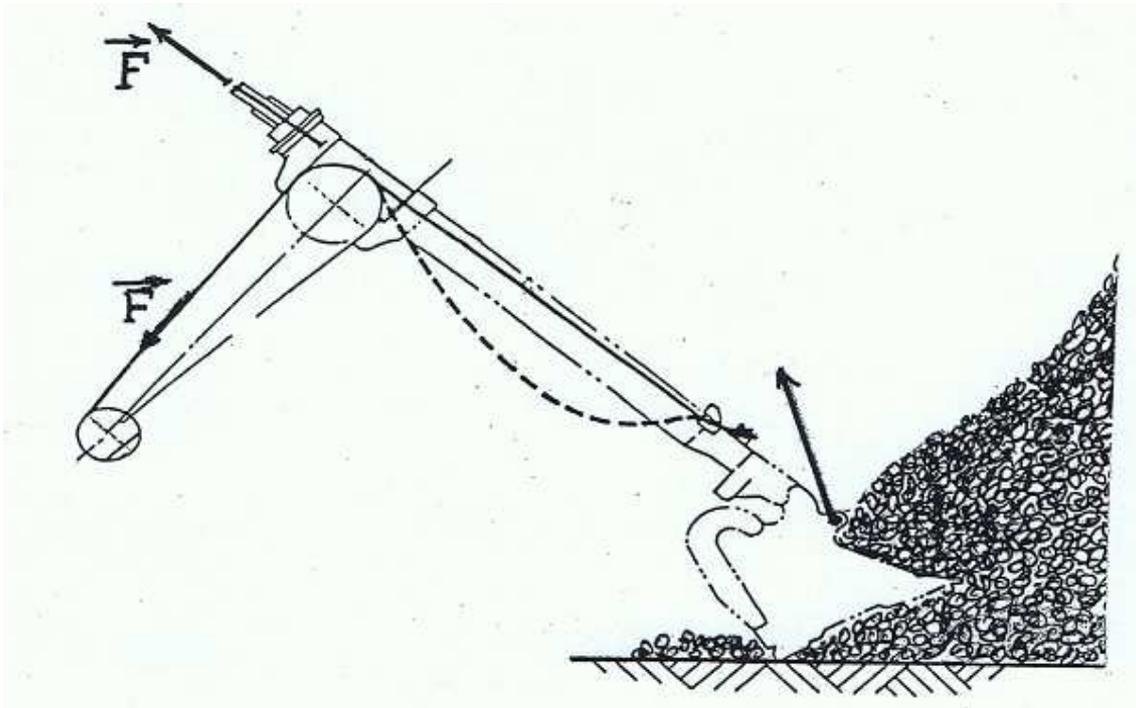
C'est avec le compte-tours CATERPILLAR (PHOTO TACH) que nous avons mesuré la vitesse de rotation minimale sur la B44 et le résultat était de 1.5 tr/min au niveau du treuil de cavage.

Cette vitesse est la plus petite au moment de la pénétration des dents du godet en position de prise de minerai. En cette position, le moteur fournit une grande puissance jusqu'à ce que le godet soit définitivement rempli et qu'une grande charge dynamique P (force de pénétration du godet) s'applique au niveau du treuil ensuite le moteur de levage débute le soulèvement du godet rempli tout en aidant le moteur de cavage dans l'opération du retrait du bras du godet (position N°2).

C'est ainsi que la force du retrait F (position N°2) est inférieure à la force P (la charge dynamique maximale) (position N°1). On considère que la valeur de la charge dynamique maximale est utilisable dans les calculs de la charge dynamique équivalente et la durée de vie des roulements.



(Fig.14) : position N°1 : pénétration des dents du godet au sol



(Fig.15) : position N°2 : opération du retrait du bras du godet

I.2.7. Détermination de la charge dynamique maximale P

Le couple est obtenu lorsque le treuil tourne avec une petite vitesse de rotation $n = 1.5 \text{ tr/min}$

$$C = 60 \times P_n / 2\pi \times n_{\text{mini}} \quad (P_n : \text{puissance de moteur de rotation})$$

$$C = 60 \times 145411.5 / 2\pi \times 1.5$$

$$C = 925718.36 \text{ N.m} = 925.71 \text{ KN.m}$$

Projet de Fin d'études

Année universitaire 2009-2010

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

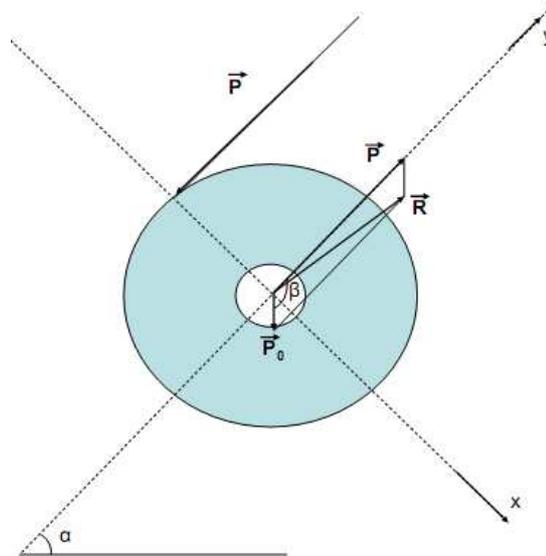
$$D'autre\ part \Rightarrow C = P \cdot (D/2) \Rightarrow P = 2C/D$$

P : force tangentielle maximale du treuil correspondant a la vitesse de rotation minimale.

D : diamètre du treuil

$$P = (2 \cdot 925718.36) / 1.042$$

$$P = 1776810.67\text{ kN}$$



(Fig.16): Présentation de la charge

P_0 : La charge statique

R : la charge dynamique équivalente au niveau du treuil

$R/2$: la charge dynamique équivalente au niveau du roulement

P : la charge dynamique maximale du moteur (la force de pénétration du godet)

$$\beta = 135^\circ$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Détermination de la charge dynamique équivalente R

$$P = 1776810.67 \text{ N}$$

$$P_0 = m \times g = 4000 \times 9.81 = 39240 \text{ N}$$

m : poids du treuil

$$R = \sqrt{p^2 + p_0^2 + 2P P_0 \cos \beta} = 1749283.87 \text{ N}$$

1.2.8. Charges appliquées au roulement

Pour déterminer les charges appliquées au roulement, il faut tenir compte du poids de l'assemblage du rotor (treuil), des charges provenant inévitablement du fonctionnement d'une machine ou d'une transmission de puissance (engrenages). Elles incluent la charge radiale, qui s'applique à l'angle droit de l'axe du roulement, et la charge axiale s'appliquent parallèlement à l'axe. De plus, l'utilisation d'une machine produit inévitablement un degré variable de vibrations et chocs. Pour tenir compte de ces facteurs, la valeur théorique de la charge est multipliée par un facteur de sécurité, qui est le « facteur charge ».

Charge appliquée au roulement = facteur charge f_w × charge calculée

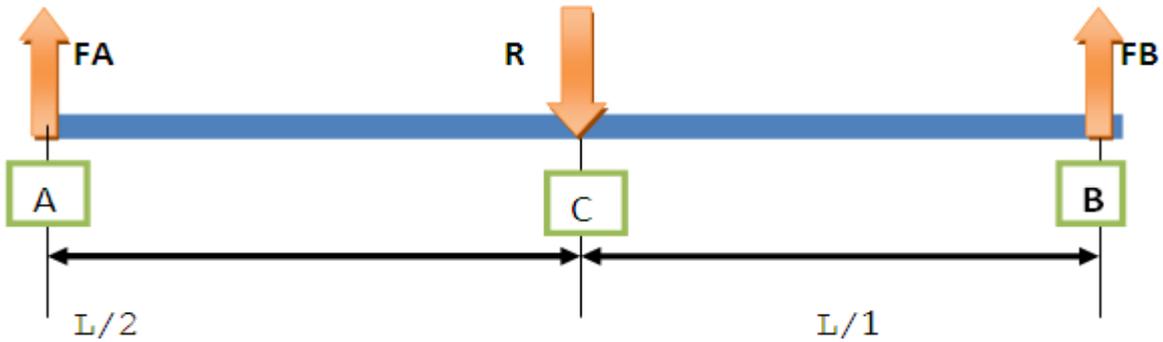
Le tableau ci-dessous indique les valeurs du facteur de charge f_w qui correspond au degré de choc auquel est soumise la machine.

Conditions de charge	f_w	Exemples
Peu ou pas de choc	1 à 1.2	Machine-outils, machines électriques, etc.
Un certain degré de choc ; machines avec parties à mouvement alternatif	1.2 à 1.5	Véhicules, mécanismes de commande, travail du métal, fabrication d'acier, fabrication de papier, travail des matières plastiques, équipement hydraulique, monte-charges, transport, équipement de transmission de puissance, travail du bois, imprimerie, etc.
Chocs violents	1.5 à 3	Machines agricoles, cribles vibrants, laminoir à tuyaux ou à billes, etc.

Tableau(5) : facteur de charge fw

I.2.9. Répartition de la charge radiale :

La charge qui s'applique à l'arbre est répartie sur le roulement le supporte. Sur la figure 17) la charge s'applique au l'arbre entres deux roulements.



(Fig.17): Répartition de la charge radiale :

Avec :

FA : est la charge radiale appliquée sur le roulement A

FB : est la charge radiale appliquée sur le roulement B

R : la charge dynamique équivalente R

Si on considère un certain degré de choc comme condition de charge et un facteur de charge fw est égale à 1.3

$$\text{Charge effective} = \text{Facteur} \times R/2 = 1137.03452 \text{ KN}$$

I.3. Calcul de la durée de vie de roulement

I.3.1 Durée de vie (L)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

La durée de vie d'un roulement est définie par le nombre de tours (ou le nombre d'heures de fonctionnement à vitesse constante) que celui ci peut effectuer avant l'apparition des premiers signes de fatigue (écaillage) sur une bague ou un élément roulant.

1.3.2. Durée de vie nominale (L₁₀)

C'est le nombre de millions de tours qu'atteignent ou dépassent 90% de l'ensemble des roulements d'un lot, essayés dans les mêmes conditions. La méthode la plus simple de calcul de la durée consiste à utiliser la formule ISO pour la durée nominale, c'est-à-dire :

$$L_{10} = (C/P)^p$$

avec

L₁₀ = durée nominale, en millions de tours

C = charge dynamique de base en newtons

P = charge dynamique équivalente, en newtons

p = un exposant qui est fonction du contact entre pistes et éléments roulants

p = 3 pour les roulements à billes

p = 10/3 pour les roulements à rouleaux

Si la vitesse est constante, il est souvent préférable de calculer la durée exprimée en heures de fonctionnement à l'aide de la formule suivante

$$L_{10}(h) = \frac{1000000}{60n} (C/P)^{10/3}$$

où

C = charge dynamique de base, kN

P = charge dynamique équivalente, kN

n = vitesse de rotation, tr/min

1.3.3. Charge dynamique de base C

Charge radiale (axiale pour une butée) constante en intensité et en direction que peut supporter 90% des roulements de la série avant l'apparition des premiers signes de fatigue.

Charge dynamique équivalente P : charge radiale pure donnant la même durée de vie qu'une combinaison {charge axiale+charge radiale} donnée.

La charge dynamique équivalente peut être obtenue à partir des formules suivantes pour des roulements à rotule sur rouleaux

$$P = X Fr + Y Fa$$

$$P_0 = Fr + Y_0 Fa$$

où

P = charge équivalente dynamique, kN

P_0 = charge équivalente statique, kN

Fr = composante radiale de la charge, kN

Fa = composante axiale de la charge, kN

Y_0, Y, X = facteurs de charge axiale des roulements

e = coefficient de calcul

1.3.4. Méthode de calcul

- 1- Déterminer Fa et Fr ainsi que la valeur du rapport Fa/Fr
- 2- Comparer la valeur du rapport Fa/Fr avec la valeur de e
- 3- Choisir les coefficients X et Y dans les tableaux
- 4- Les formule durée permettront :

a) Connaissant C/P de calculer L10 ou L10 h

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

b) Connaissant P et L10 de calculer C et de déterminer ainsi les dimensions du roulement

Puisque on a pas des valeurs exacte de la charge radial et la charge axial on va déterminer la durée de vie à partir de la charge équivalente qu'on a déterminé avant et la charge dynamique C (voir les numéro du tableaux 5 et 6)

C = 865.103 N => FAG pour le roulement de reference 23036 CC/W33

C = 830 N => SKF pour le roulement de reference 23036 CC/W33

C = 1400 N => SKF (provenance de suéd) pour le roulement de reference 24136 CC/W33

Pour calculer la durée de vie en (h) Nous avons la relation suivante :

$$L_{10}h = \frac{1000000}{60n} (C/P_e)^{10/3}$$

Pour FAG C = 865.103 N => L10h = 4467.57 h

Pour SKF C = 830 N => L10h = 3891.39 h

Pour SKF (provenance de suède) C = 1400 N => L10h = 22229.96 h

Interpretation

On constate que tous les roulements sont de meme type (roulement à rotule sur rouleaux) et ont les mêmes caractéristiques, on peut différencier ces roulements par leurs dimensions et les charges dynamiques C, donc on peut jouer sur ces facteurs pour avoir une longue durée de vie des roulements

On constate aussi théoriquement et pratiquement que les roulements utilisés dans la chaise de cavage en provenance de suède ont une longue durée de vie par rapport les autres roulements

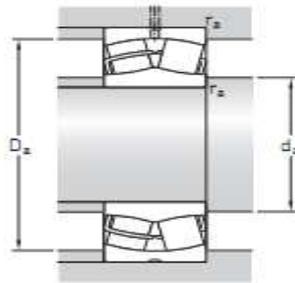
a) Caractéristique de chaise de cavage provenance de suède :

- ✓ les paliers ont des épaisseurs plus large que l'épaisseur de l'ancienne chaise

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

- ✓ Dimensions des roulements plus grand

Dimensions d'encombrement			Charg dynam
d	D	B	C
mm			kN
180	300	118	1 400


 Tableau(6) : Caractéristique le roulement [24136 CC/W33](#)

D'après la connaissance les dimensions de la chaise provenance de suède et les roulements de reference [24136CC/W33](#) on constate que ces dimensions ne peut pas monter sur l'arbre et les paliers qu'on a

Et Puisque on a :

la longueur de l'arbre est : 1170 mm

Longeur de la treuil est : 939.80 mm

L'épaisseur de la palier : 125 mm

L'épaisseur de roulement : 118 mm

Pour pouvoir utiliser ces roulements on doit avoir un arbre plus long et des paliers aussi plus large, ca necessite soit un changement complet de l'arbre ou de faire un accouplement pour avoir un espace plus que 118 pour que le roulement ne bute pas au treuil et pour que la partie sortie de roulement par rapport l'arbre ne soit pas grande

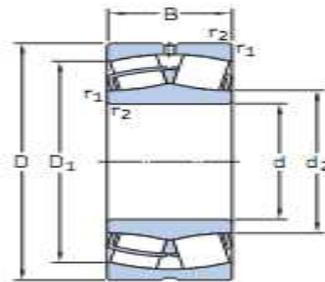
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

D'après la discussion avec les personnes concernées on a proposé d'utiliser un roulement de même type(roulement à rotule sur rouleaux) mais avec des dimensions plus petites,celle de référence [23136CC/W33](#)(voir tableau 7) qui a le même diamètre intérieur ,l'épaisseur n'est pas aussi très large et le diamètre extérieur acceptable.

b) Les dimensions de roulement proposé

Dimensions d'encombrement			Charges de base dynamique statique		Limite de fatigue P_u	Vitesses de base Vitesse de référence Vitesse limite		Masse kg	Désignations Roulement à alésage cylindrique
d	D	B	C	C_0					
mm			kN		kN	tr/min			-
180	300	96	1200	1760	160	1700	2200	28,0	23136 CC/W33

Tableau(7) : Caracteristiques le roulement proposé



Alésage cylindrique

Dimensions		Cotes de montage					Facteurs de calcul					
d	d_2	D_1	b	K	$r_{1,2}$ min	d_2 min	D_2 max	r_2 max	e	Y_1	Y_2	Y_0
mm		mm					-					
180	207	259	13,9	7,5	3	194	286	2,5	0,30	2,3	3,4	2,2

Tableau(8) : Caracteristique le roulement proposé(dimension)

Le roulement de référence [23136 CC/W33](#) a une charge équivalente

$C = 1200 \text{ N}$

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

$$\Rightarrow L_{10h} = \frac{1000000}{60n} (C/P_e)^{10/3} = 13297.89 \text{ h}$$

c) Comparaison entre les différents roulements

Roulements	Référence	Capacité dynamique (KN)	Capacité statique (KN)	Durée de vie (Heures)
FAG	23036	865	1430	4467.57 h
SKF	23036	830	1250	3891.39 h
SKF	24136	1400	2160	22229.96 h
SKF	23136	1200	1760	13297.89

Tableau(9) : Comparaison entre les différents roulements

conclusion :

On constate que la durée de vie la plus longue celle de roulement provenant de suède mais pour les raisons d'encombrement déjà citées, il est préférable d'utiliser le roulement de référence [23136 CC/W33](#)

Dans ce qui suit, je vais essayer de recenser les défauts qui se produisent dans les ateliers et qui sont les causes des anomalies observées. Suite à cette étude, je proposerai les solutions adéquates.

Chapitre II : Défauts recensés

Pendant le séjour que j'ai passé au sein du service 940. J'ai visité tous les ateliers concernés par l'usinage et le montage de chaise de cavage (atelier pelle perfos et atelier machines outils) et j'ai expertisé les défauts qui se produisent

II.1. Défauts recensés sur la méthode de rechargement

- 1) L'absence de préchauffage
- 2) La préparation des pièces
- 3) Discontinuité de rechargement : j'ai assisté à certain opération et j'ai constaté que l'opérateur se repose et descend avant qu'il termine le rechargement de la pièce rechargée et il recommence le rechargement après un certaine temps ,la pièce se refroidit sa structure change ce qui rends le rechargement non homogène
- 4) Le rechargement se fait manuellement dans le courant d'air ce qui peut causer la présence de la porosité et influencer sur l'homogénéité de rechargement
- 5) Utilisation des baguettes de rechargement pour des aciers de construction courants (E6013) pour toutes les opérations de rechargement suivi d'un usinage



(Fig.18) : palier après le rechargement

II.2. Défauts recensés sur la méthode de montage de roulement

- 1) Chauffage des roulements par des chalumeaux ce qui peut influencer sur les caractéristiques des roulements



(Fig.19) : chauffage de roulement

- 2) Le couple de serrage ce fait arbitrairement
- 3) Pas de vérification des jeux
- 4) La fixation par des boulons renforcés par des cales soudée
- 5) Etat de surface n'est pas propre ainsi que les roulements sont parfois rouillés
- 6) Les taraudages des trous de l'arbre sont abîmé et leurs premiers filets ne tiennent pas lors de l'assemblage et par conséquent ne supporte pas des efforts importantes



(Fig.20) : des trous foirés

Remarque : la plus part des défauts qui se produisent sont dus aux travaux qui se font d'une manière urgente ca veut dire qu'il y a manque de pièces de rechange.

II.3. Défauts recensés sur la méthode d'usinage

1) Désalignement

Durant l'usinage des paliers, on rencontre un problème de désalignement des paliers qui est dû du fait que les deux paliers ne se réalisent pas en même temps.

Pour l'usinage des paliers, le technicien assemble les deux paliers (palier fixe et palier mobile) et il les recharge puis il fait le réglage d'outil avec la surface des paliers (pour assurer que la chaise soit bien positionnée) avec un comparateur, puis il mesure l'entraxe entre les deux trous (voir plan : annexe8) qui est égale 35.6''(pousse) =1042 mm (comme repère) puis il fait l'alésage de palier après le centrage de l'outil puis il fait tourner la chaise de 180° et il refait le centrage pour l'autre côté ce qui n'est pas bien précis et qui engendre un défaut d'alignement qui peut causer des cassures prématurées de roulements.

Lors que on a pris deux demi paliers et on les a montés avec le roulement nous avons trouvé qu'il ya un jeu de 3 mm ce qui signifie que les deux paliers n'ont pas le même axe.

De plus la surface de contact entre les deux paliers ne reste plus plane.



(Fig.21) : deux paliers mobile n'ont pas le même axe

- 2) Pas des références (document) pour les nouvelles chaises : ils utilisent la référence de l'ancienne chaise avec un changement de quelques cotes
- 3) Le non respect des dimensions des paliers (épaulement des paliers)
- 4) Les opérateurs ne respectent plus les cotes qui se trouvent dans le plan,

II.4. Le graissage

- 1) Les rainures et les trous de graissage n'ont aucune utilité car le graissage se fait axialement

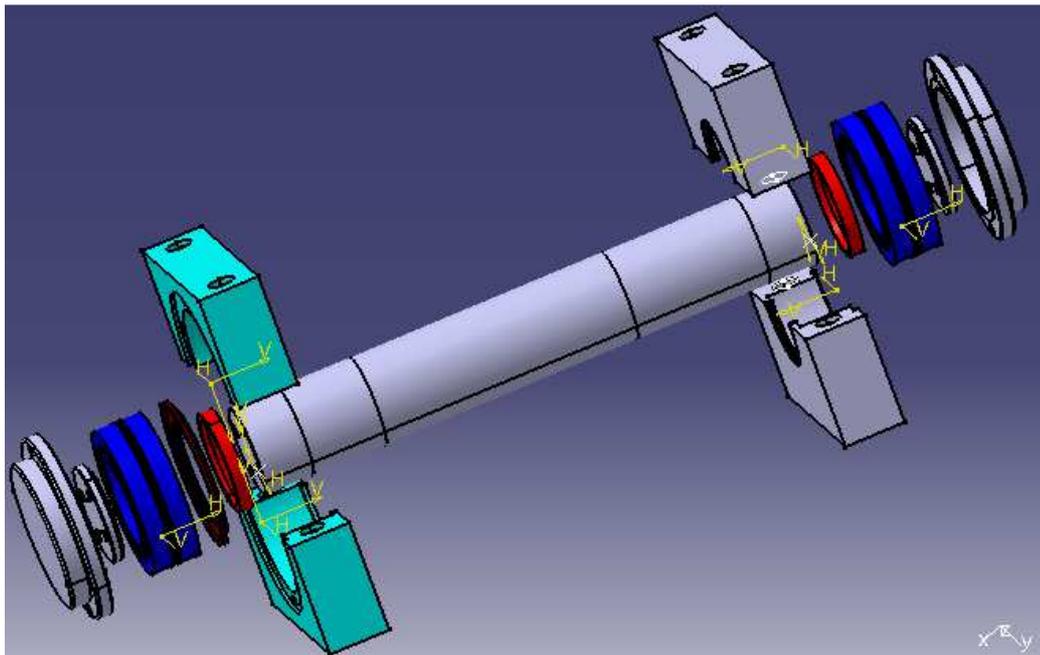
- 2) La méthode de graissage se fait comme suit : l'opérateur remplit l'espace entre les paliers et le roulement jusqu'à ce que la graisse sorte de l'autre côté puis le graissage se fait automatiquement après chaque 30 min, ils ne savent pas est ce que la quantité envoyée est suffisante, et la période entre les deux graissages est longue ou pas ?

Chapitre III: Les solutions proposées

D'après la détermination des causes et les causes racines du problème et le recensement de défauts on va essayer maintenant de trouver une solution optimale qui répond aux exigences de notre cahier des charges, et en prenant aussi en considération nos moyens et la disponibilité des matières. De nombreuses conceptions sont possibles, parmi les différentes configurations, nous notons dans ce rapport, celles qui nous parues les plus pertinentes.

III.1. Première solution : changement les roulements

Dans cette solution j'ai changé le roulement 23036 par 23136 qui a des caractéristiques performants et des dimensions aussi plus grande que l'ancien, c'est pour cette que raison je dois changer les dimensions d'une certaine pièce de montage à savoir l'entretoise, le blocage de la graisse (par graisse).

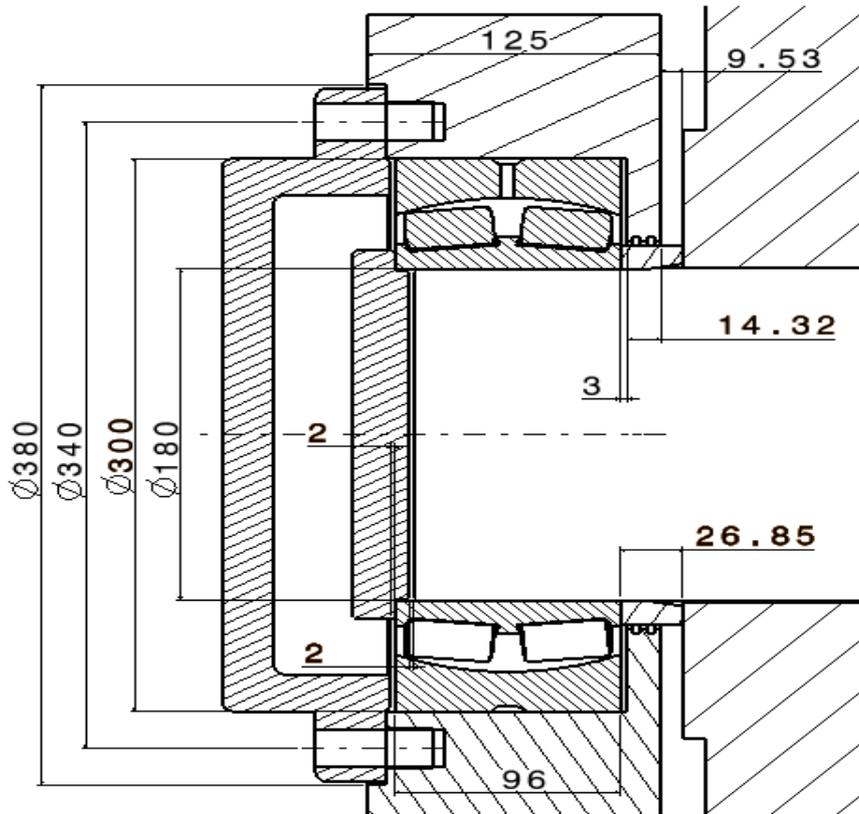


(Fig.22) : schéma de la première solution.

III.1.1. Modification sur le Coté gauche

Nous avons essayé de redimensionner le palier de telle sorte que le montage de roulement soit possible en respectant les jeux qui doivent exister et quelques cotes de référence. Puisque c'est le palier libre on a laissé des jeux de deux cotés sur la bague extérieure et on a fixé la bague intérieure

On a laissé 2mm entre l'arbre et la retenue et on a respecté le cote 47 " (1193.80mm) (voir annexe.5).



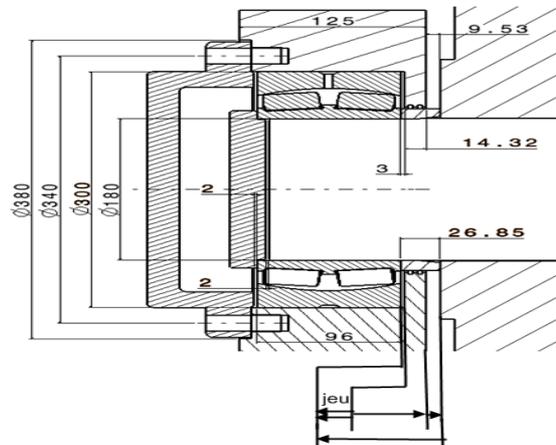
(Fig.23) : coté gauche

Pour avoir un jeu de 3mm il faut que :

$$9.53 + 14.32 + 3 = 26,85$$

Donc nous avons modifié :

Entretoise	42mm		26.85
	17.53		14.32
	74		96



Et on a changé totalement le couvercle et son épaulement et le placement des trous sur les deux paliers parce que le diamètre de l'ancien couvercle est seulement 355mm donc il n'est pas suffisant

III.1.2. Modification sur le Coté droit

On a fait la même chose pour le palier droit en respectant ainsi les jeux qui existe, Puisque c'est le palier fixe on va fixer le roulement de tous les cotés

Donc on doit avoir : $9.53 + 9.52 + 7.8 = 26,85$

Projet de Fin d'études

Année universitaire 2009-2010

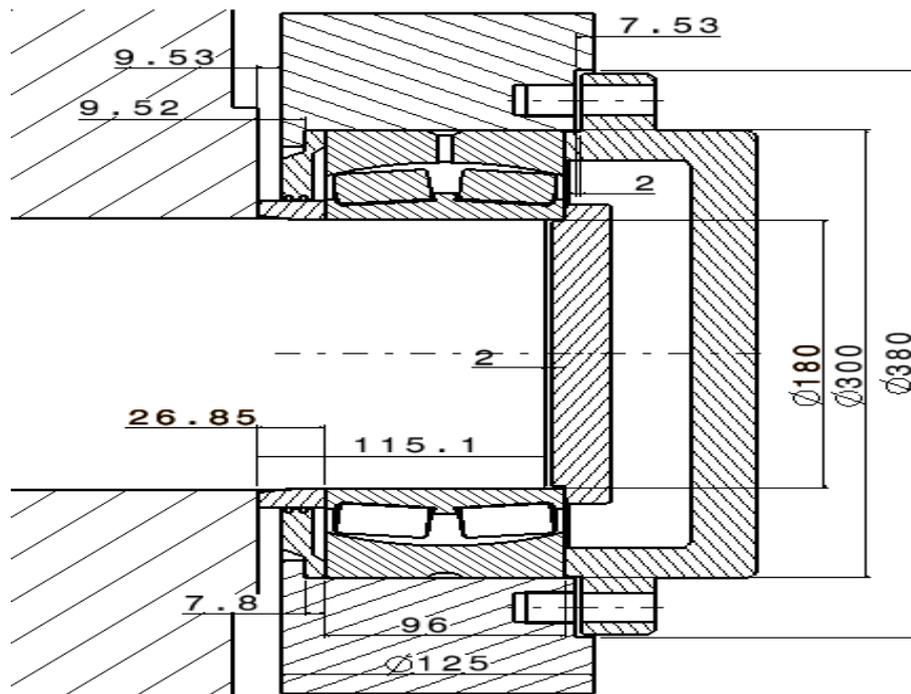
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

On a fixé le roulement de l'autre coté par couvercle en laissant un jeu de 2 mm

Donc on a modifié aussi :

Par graisse 15.8 mm  7.8 mm

Epaulement 9.52  9.52 mm on a respecté la même cote mais on a le décalé en éliminant le dégagement



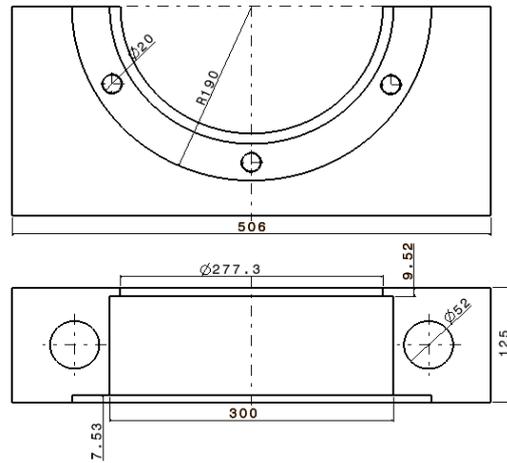
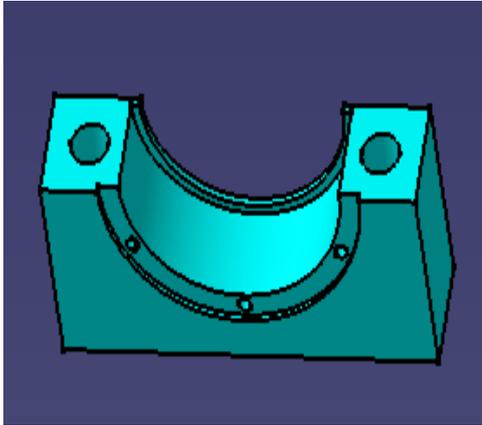
(Fig.24) : coté droite

III.1.3. Les dimensions des pièces

➤ **Le palier droit**

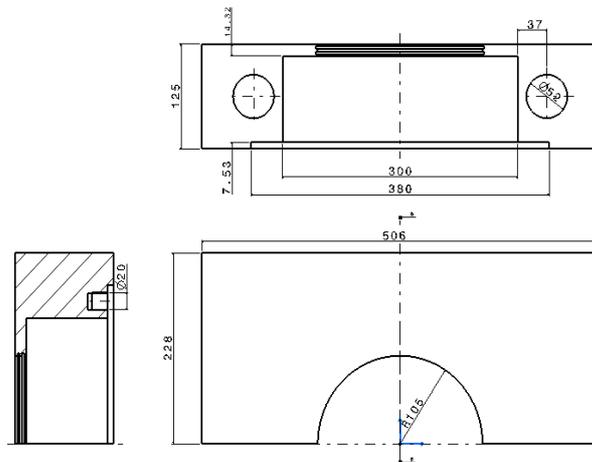
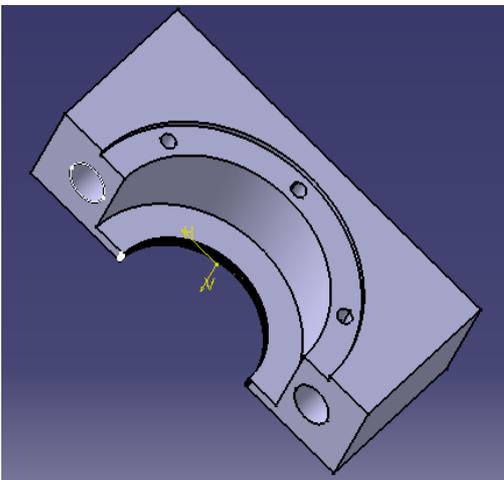
On va redimensionner le palier afin de pouvoir monter le roulement cela est possible en exploitant l'alésage de 9.52, qui n'est pas fonctionnelle, en décalant l'épaulement de même valeur et en

diminuant l'épaisseur de par grasse aussi (pour voir les dimensions avant les modifications voir l'annexe.5)



(Fig.25) : palier droite

➤ Palier gauche :



(Fig.26) : palier droite

➤ Entretoise :

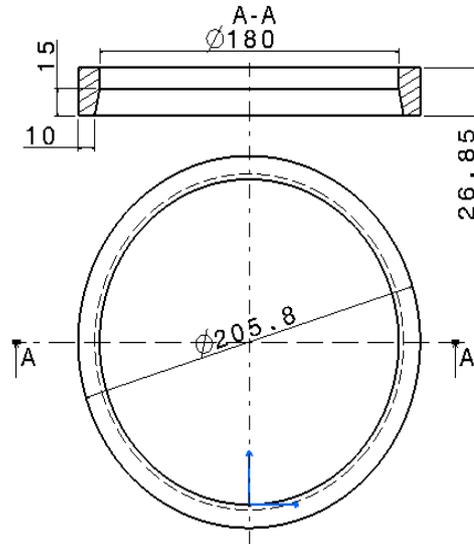
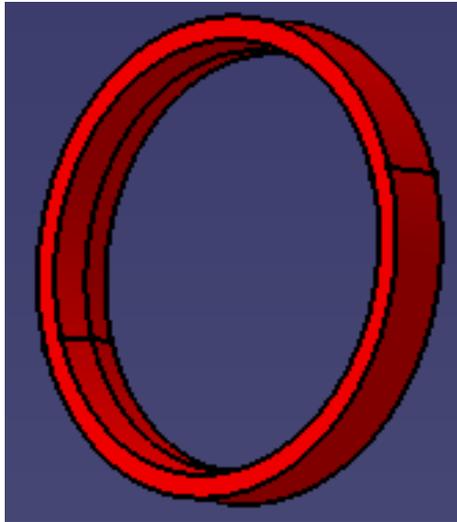
On diminue la largeur de l'entretoise afin d'avoir l'égalité suivante :

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

$$9.53 + 9.52 + 7.8 = 26,85$$

$$\Rightarrow \text{entretoise} = 26,85 \text{ mm}$$

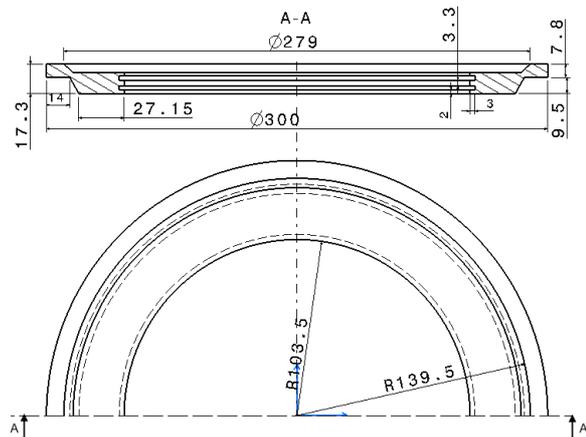
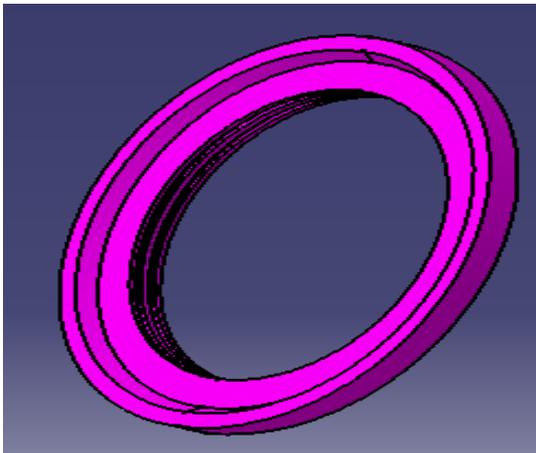
Donc on va enlever $42 - 26.85 = 15,15 \text{ mm}$



(Fig.27) : entretoise

➤ Par graisse :

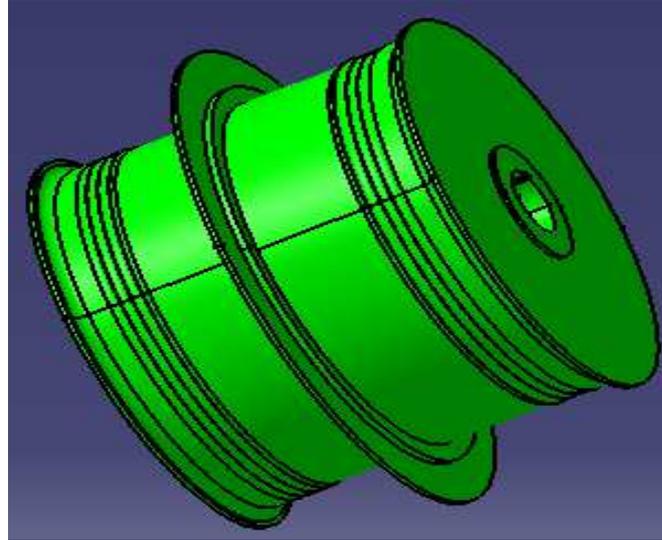
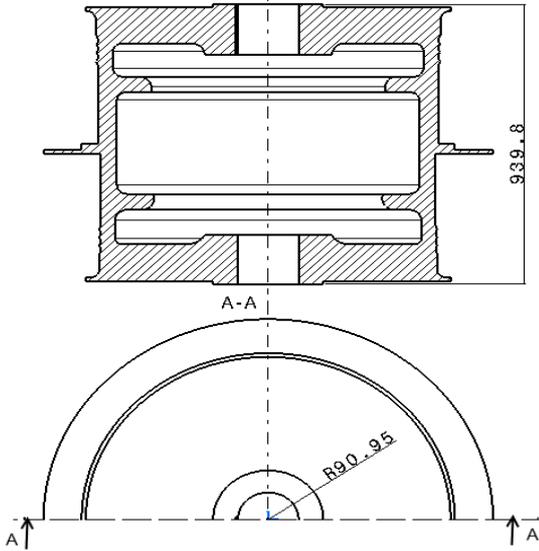
On réduit l'épaisseur de par graisse d'une manière à avoir un épaulement sur lequel on bute le roulement



(Fig.28) : par graisse

➤ **Le treuil :**

La longueur du treuil est égale 939.8



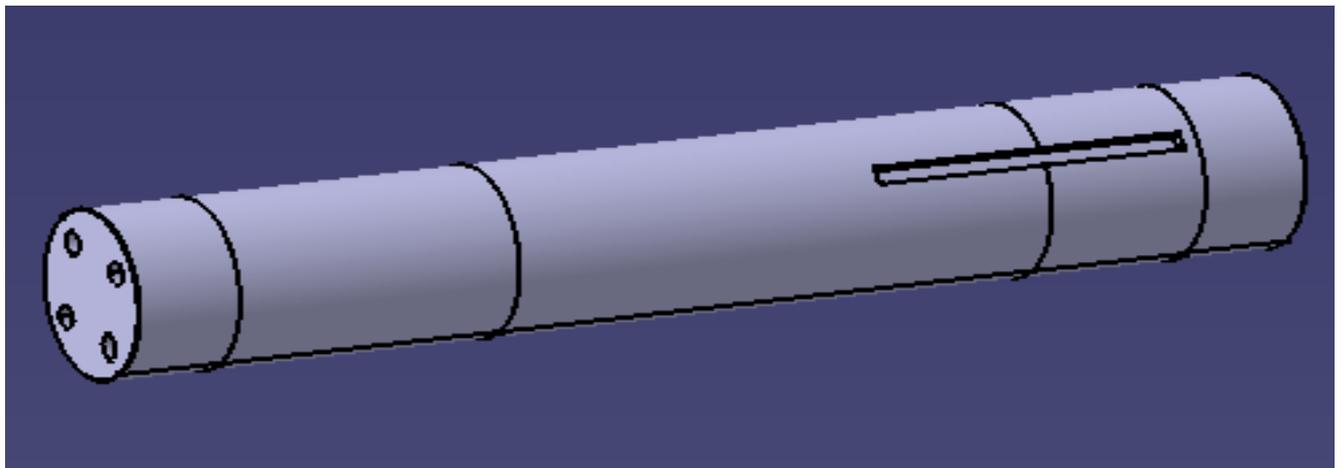
(Fig.29) : treuil

➤ **L'arbre :**

On a utilisé le même arbre qui a une longueur $L = 1038$ mm

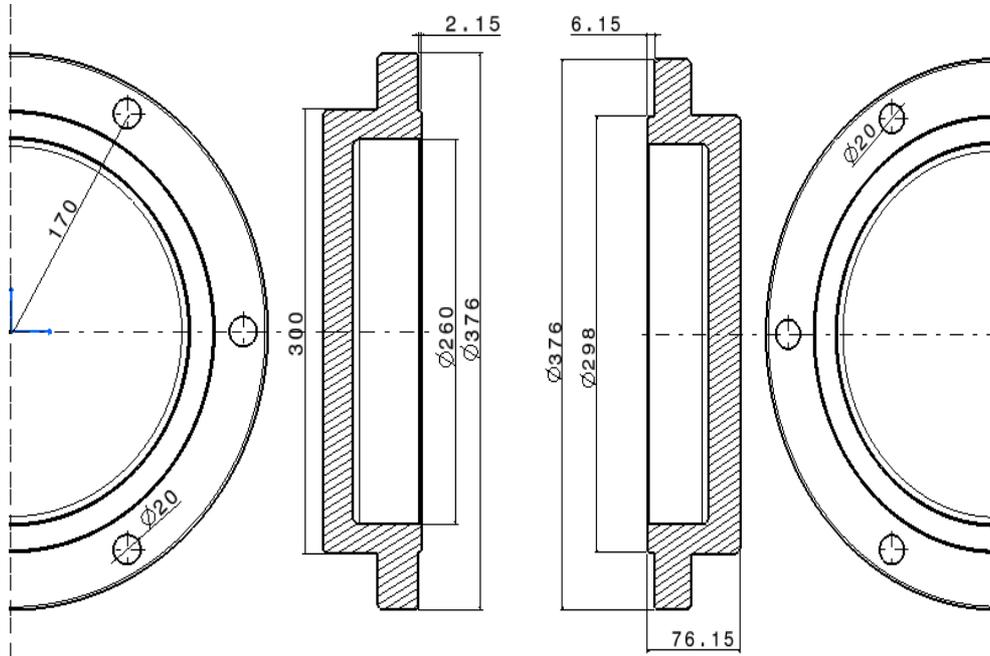
La partie sortant de l'arbre et sur laquelle on monte le roulement est :

$$(La\ longueur\ de\ l'arbre - la\ longueur\ du\ treuil) / 2 = (1170 - 939.80) / 2 = 115.10$$



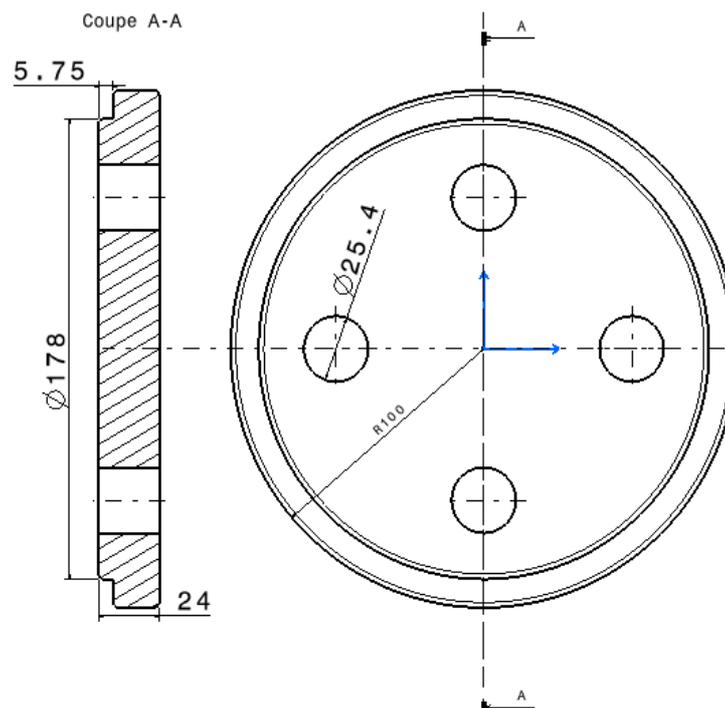
(Fig.30) : arbre

➤ Couvercle gauche : et couvercle droite :



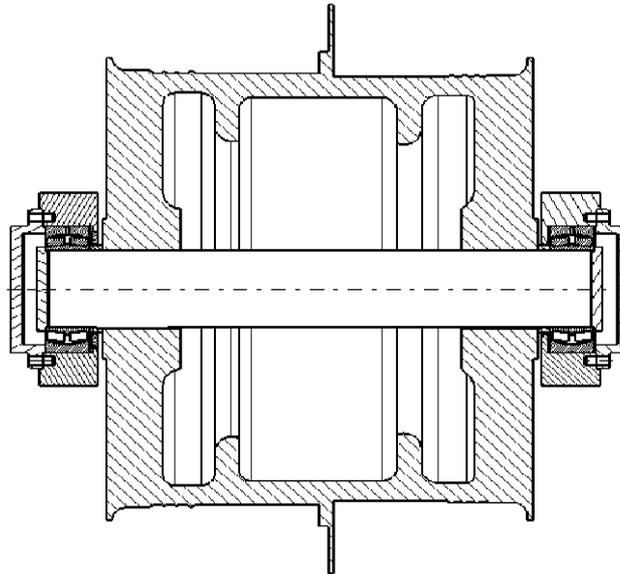
(Fig.31) : couvercle

➤ Retenue :



(Fig.32) : retenue

L'assemblage :



(Fig.33) : L'assemblage

III.1.4. Les avantages et les inconvénients de la solution proposée

Les avantages :

- Les caractéristiques de ce roulement supporte mieux la charge
- La durée de vie plus longue
- Nous amène au moins à connaître et respecter les cotes et le jeu pour l'ancien montage

Les inconvénients :

- Modification de plusieurs pièces
- Coût élevé
- L'achat d'un nouveau roulement
- La conception de chaise n'est pas prévue pour ces dimensions

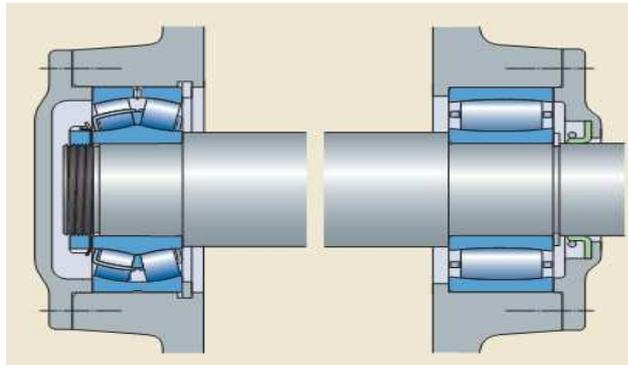
Remarque : pour les modifications que j'ai fait il n'y a pas un plan pour les nouvelles chaises, j'ai essayé de prendre les mesures des chaises mais j'ai trouvé qu'ils ont été modifié et déformé

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

au cours du fonctionnement, c'est pour cela que je me suis référé, au plan de l'ancienne chaise sur laquelle ils se basent pour l'usinage des paliers en modifiant quelques cotes.

III.2. Deuxième solution : changement du système de montage

Dans cette solution on a gardé la même dimension de roulement, en jouant seulement sur le type de roulement et le système de montage, Par contre on a gardé les mêmes dimensions que la conception précédente. Pour éviter les modifications des différentes pièces sur chaque chaise.



(Fig.34) : schéma de la deuxième solution.

III.2.1. Montages conventionnels des roulements à rotules

Les montages conventionnels à alignement automatique utilisant deux roulements à rotule sur rouleaux, l'un comme palier fixe, l'autre comme palier libre, sont à la base de nombreux montages industriels. Il s'agit en effet de montages simples et robustes, capables de résister à de fortes charges radiales et axiales, tout en supportant facilement les défauts d'alignement.

Le roulement utilisé comme palier libre doit pouvoir glisser axialement, généralement à l'intérieur du logement, afin de compenser la dilatation ou la contraction de l'arbre. Pour permettre ce mouvement, il convient de monter l'une des bagues du roulement avec un ajustement libre et de prévoir un espace axial.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Ce pendant, ce montage de roulements peut s'avérer inadapté. La bague montée avec un ajustement libre peut fluer et endommager le logement. Cela peut également entraîner une accélération de l'usure, une augmentation des vibrations, des opérations de maintenance supplémentaires et des coûts de réparation. Par ailleurs, l'arbre est également soutenu avec une moins grande rigidité dans la direction radiale.

III.2.2. Le système de roulements auto-aligneurs

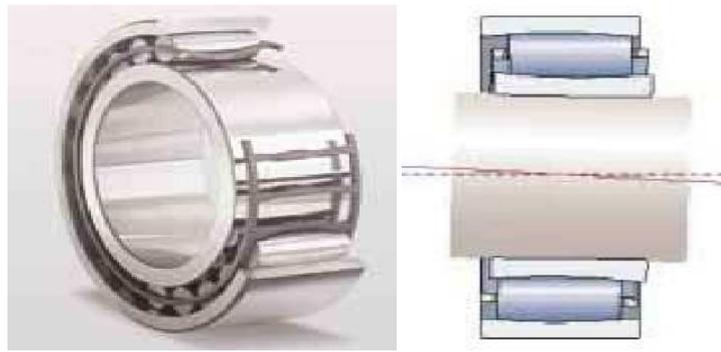
Le système de roulements auto-aligneurs se compose d'un roulement à rotule sur rouleaux comme palier fixe et d'un roulement à rouleaux toroïdaux CARB comme palier libre (fig.34). Ce système permet de tolérer les défauts d'alignement ainsi que les mouvements axiaux de l'arbre à l'intérieur du roulement CARB, sans pratiquement aucun frottement. Les bagues extérieures des deux roulements peuvent donc être montées avec un ajustement serré. De plus, étant donné qu'aucun frottement ne s'opère entre la surface de glissement de la bague extérieure et la portée, aucune charge axiale n'est induite. Le système de roulements supporte uniquement des charges externes qui sont plus faciles à prévoir.

Le roulement CARB

Ce nouveau roulement répond à la demande sans cesse croissante de matière de capacité de charge, de robustesse, et de faible frottement, comme un roulement à rotule sur rouleaux, le CARB peut accepter un défaut d'alignement et de fortes charges radiales, mais il est également capable, comme roulement à rouleaux cylindriques, d'absorber un déplacement axial, le CARB est le seul à tolérer à la fois un défaut d'alignement et un déplacement axial. Le roulement CARB permet d'utiliser des ajustements serrés, aussi bien pour la bague intérieure que pour la bague extérieure, et de bénéficier d'une faible hauteur de section

Le roulement CARB peut accepter :

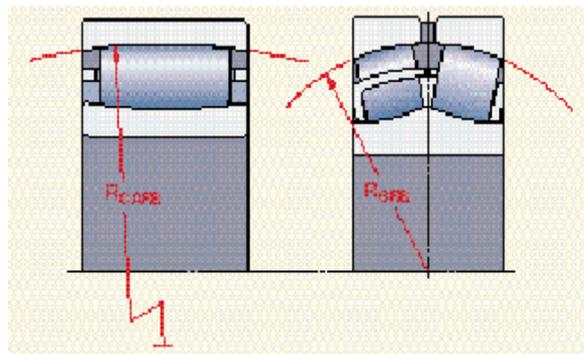
- L'allongement des cylindres
- Un défaut d'alignement
- Des vitesses plus élevées
- De fortes températures au niveau de la portée



(Fig.35) : roulement CARB

Conception

Les roulements sont longs et de forme convexe avec un rayon de courbure beaucoup plus grand que celui des roulements à rotule sur rouleaux à une ou deux rangées, Cela signifie que le centre de la sphère comprenant la piste de la bague extérieure n'est pas situé sur l'axe du roulement, contrairement aux roulements à rotule sur rouleaux (fig.36)

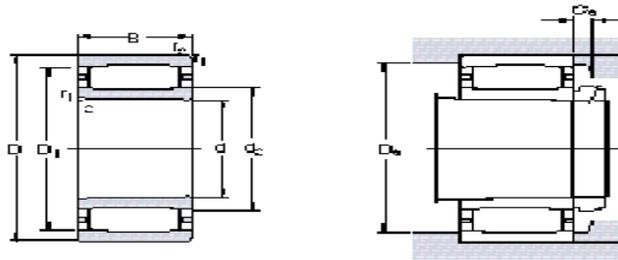


(Fig.36) : les rayons des courbures du chemin

Le rayon de courbure du chemin de roulement du CARB est beaucoup plus grand que celui d'un roulement à rotule sur rouleaux : $R_{CARB} \gg R_{SRB}$, les rayons de courbure des chemins de roulement sont optimisés pour parvenir à une répartition favorable de la charge et à un frottement minimal.

La bonne adaptation entre la géométrie des rouleaux et celle des chemins de roulement, les rouleaux longs et l'angle de contact nul permettent d'obtenir un guidage automatique des rouleaux

Caractéristique de roulement CARB



Dimensions					Cotes de montage			Charges de base dynamique statique		Jeu radial	Désignation
d	D	B	d ₂	D ₁	d _a min	D _a max	C ₀	C	C ₀		
mm					mm			kN		µm	-
180	280	74	210	251	192	268	8,7	771	1 340	300-385	C 3036 K/HA3C4

Tableau(10) : Caractéristique de roulement CARB

III.2.3. Les avantages et les inconvénients

Les avantages :

- Le roulement supporte le déplacement axial dû au montage de palier fixe
- Le roulement supporte à la fois un défaut d'alignement et un déplacement axial
- Les mêmes dimensions que l'ancien roulement (pas de changement des pièces ni modification)

Les inconvénients :

- Ce roulement supporte moins les défauts d'alignement que l'ancien roulement
- La charge dynamique moins que la charge de l'ancien roulement
- L'achat d'un nouveau roulement

III.3. Des suggestions différentes

III.3.1 La méthode de rechargement

Préchauffage

Le préchauffage a pour effet de diminuer la vitesse de refroidissement. En effet, plus la température initiale de pièce est élevée, plus le refroidissement n'est lent. Le préchauffage sert aussi à éliminer l'humidité de la surface des pièces, diminuant ainsi les risques d'absorption d'hydrogène par le bain de fusion.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Vous trouvez ci-dessous la valeur de température de préchauffage en fonction de la teneur de carbone de l'acier et de l'épaisseur de la pièce, nous conseillons pour un carbone équivalent

Type d'acier	Désignation courante	Teneur en carbone	Température recommandée
Aciers non alliés	XC18	0.15 – 0.20	<100 °C
	XC25	0.20 – 0.30	100 – 150 °C
	XC32	0.30 – 0.35	150 – 250 °C
	XC38	0.35 – 0.40	150 – 300 °C
	XC42	0.40 – 0.45	150 – 350 °C
	XC48	0.45 – 0.50	200 – 400 °C
	XC80	0.75 – 0.85	– 400 °C

Tableau(11) : température préchauffage

Les baguettes utilisées actuellement

D'après le catalogue générale castolin Eutectique les caractéristiques des électrodes utilisées sont les suivantes :

		Électrodes 51 : Universelle				
NORMES : AWS A5.1 : E 6013 : EN 499 : E 420 RC 11 : (NFA 81309)						
Propriétés mécaniques						
Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A5 (%)	KV (J) + 20° C		KV (J) - 20° C	
510-580	> 400	> 22	> 64		> 47	
Électrode rutile universelle. Spéciale tuyauterie. Applications très variées en toutes positions, fusion agréable et laitier d'enlèvement facile. Convient parfaitement dans le cas d'utilisation d'appareils de soudure avec de très basse tension à vide. Constructions métalliques, réservoirs, tuyauteries, travaux artisanaux, serrureries.						
Intensité	Alternatif	Continu	Diamètre mm	Longueur mm	Quantité par étui	Références
30 Ampères	~ 40 V	- à la pince	1.6	250	27	F51011193
50 Ampères	~ 40 V	- à la pince	2.0	350	22	F51022193
70 Ampères	~ 40 V	- à la pince	2.5	350	18	F51003193
110 Ampères	~ 40 V	- à la pince	3.2	350	10	F51033193
Analyse type du métal déposé						
C	Mn	Si	S		P	
< 0.10	0.60	0.40	< 0.025		< 0.025	

Tableau(12) : caractéristiques des électrodes utilisées

La dureté des baguettes utilisés est de: 140-180 HB

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Puisque on ne sait pas de quelle matière se compose nos paliers de chaise de cavage et l'arbre de treuil on ne peut pas juger est ce que les baguettes utilisées sont adéquates ou pas, mais on peut mesurer la dureté qui va nous permettre d'identifier le type d'acier utilisés, afin de choisir le procédé de soudage adéquat et d'appliquer les bons paramètres.

Essai de dureté (voir annexe6)

- Mesure de la dureté de la chaise (paliers d'origine) :

Nous avons fait l'essai de Dureté Brinell de l'Acier, on a utilisé un appareil qui nous donne des valeurs numériques

Palier d'origine	Dureté (HB)
ESSAI 1	194
ESSAI 1 ¹	203
ESSAI 3	190
MOYENE	195.67

Tableau(13) : Mesure de la dureté des paliers origine

- Mesure de la dureté des paliers rechargés :

Palier d'origine	Dureté (HB)
Essai 1	142
ESSAI 2	187
ESSAI 3	176
MOYENE	168.33

Tableau(14) : Mesure de la dureté des paliers rechargés

On a mesuré la dureté de la chaise et des paliers rechargés malgré que l'appareil n'était pas tellement fiable, mais on a constaté que la dureté de la chaise presque la même dureté mais les duretés de rechargement se varient d'un point à un autre avec des valeurs importantes ce qui signifie que le rechargement n'était pas homogène

Donc pour le rendre homogène on va revoir le procédé de rechargement en regardant les points suivantes :

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

- 1) La préparation des surfaces : Les pièces sont déjà travaillé, leurs surfaces pourront être souillées ou attaquées par les produits avec lequel elles entrent en contact et peuvent mettre en relief des fissures de fatigue thermique ou mécanique, tout les résidus, les fissures doivent être éliminés avant le rechargement
- 2) Utilisé des machines de rechargement afin d'assurer la continuité de rechargement et l'homogénéité des surfaces
- 3) Utilisation des baguettes de rechargement avec des caractéristiques plus adéquate (tel que E7018 parce que il est déjà disponible dans l'atelier)

III.3.2.Montage

On a vu que les montages de roulements, ils ont l'habitude de le faire seulement par chalumeau, cela produit une chauffe irrégulier et immesurable ce qui influence sur les caractéristiques des roulements donc on propose la méthode suivante

Montage à chaud

Le montage à chaud permet de dilater le roulement et de le monter sur son arbre sans effort. La température ne doit pas être trop élevée, de façon à ne pas modifier les caractéristiques de l'acier (maximum 130°C) ou des composants internes du roulement.

D'autre part, elle doit être suffisante pour provoquer une dilatation convenable permettant une mise en place facile du roulement par annulation temporaire du serrage.

La température de chauffage est fonction d'une part de la dimension et d'autre part de l'ajustement et du matériau de la portée

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

En règle générale, les valeurs de température suivantes peuvent être appliquées :	Diamètre d'alésage	Température de chauffage maxi
	jusqu'à 100 mm	+ 90°C
	de 100 à 150 mm	+120°C
au-delà de 150 mm	+130°C	

Tableau(15) : température de chauffage

Chauffage par induction avec les appareils

Le chauffage par induction est le mode de mise en Température le plus rationnel et le plus sûr :

- Sécurité de l'opérateur :

Seule la pièce à chauffer subit une élévation de température, ce qui facilite la manipulation et réduit le risque de brûlure.

- Contrôle de la température :

La température est contrôlée par une sonde intégrée, les qualités initiales du roulement sont ainsi totalement sauvegardées



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

(Fig.37) : Chauffage par induction

Démagnétisation En fin de cycle : Une démagnétisation automatique est pilotée par l'électronique de l'appareil.

Remarque : l'atelier dans laquelle j'étais possède cet appareil d'induction et ils ont commencés à travailler avec mais avec des valeurs plus que 130c[°]

Refroidissement de l'arbre

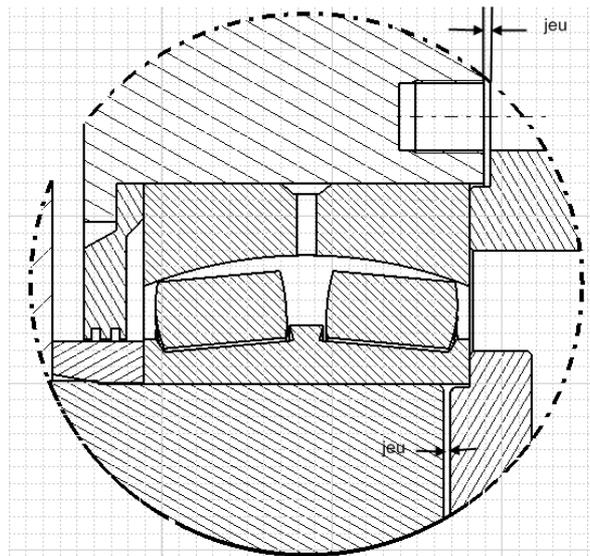
Le montage peut aussi se faire à froid par contraction de l'arbre au moyen d'un bain d'azote liquide (-170°C).

III.3.3.Vérification des jeux

J'ai assisté à certaine opération de montage et j'ai constaté que chaque fois on modifie les pièces (retenue, couvercle) selon la position des roulements donc il n y a pas des pièces standards donc On doit chaque fois vérifier les jeux entre :

- ✓ La retenue du roulement et l'arbre
- ✓ Le couvercle et le palier pour assurer la fixation de la bague extérieure

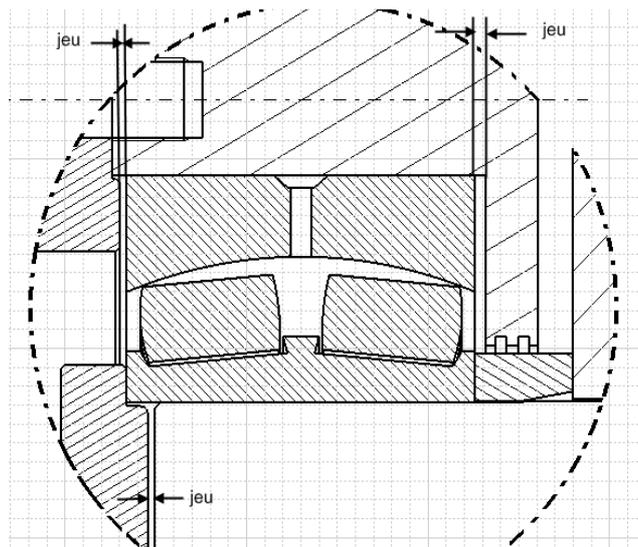
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



(Fig.38) : Les jeux pour le palier fixe

Pour Les jeux du palier libre on doit vérifier le jeu entre :

- ✓ Le couvercle et le roulement
- ✓ Le Palier et le roulement
- ✓ La retenue et l'arbre



(Fig.39) : Les jeux pour le palier libre

III.3.4. L'existence des pièces de rechange

Les pièces de rechanges doivent être disponible et préparé avant (pour qu'il n'y a pas manques de précision au niveau de montage ou l'usinage c'est -a- dire pas de travail urgent)

III.3.5. L'usinage des paliers

Ou moment de montage On rencontre toujours le problème de déversement, Lorsqu'il y a un désalignement statique ou dynamique de l'arbre par rapport au logement, les bagues du roulement sont déversées l'une par rapport à l'autre. Ce désalignement peut être causé par un logement usiné en plus d'une phase, par un éloignement des paliers ou le fléchissement de l'arbre sous la charge. Un désalignement statique occasionne un déversement permanent des bagues tandis qu'un désalignement dynamique provoque une oscillation des bagues l'une par rapport à l'autre. Les roulements rigides ne peuvent supporter pratiquement aucun déversement tandis que les roulements à alignement automatique sont conçus pour tolérer un certain déversement lors du fonctionnement.

Pour mettre fin à ce problème ou au moins le réduire, Il est indispensable avant tout, quelque soit la solution choisie de revoir la procédure d'usinage de deux paliers soit par :

- 1) changement de la machine utilisé actuelle par une autre qui peut usiner les deux paliers part à part sans faire tourner la chaise
- 2) sous traitance de l'opération
- 3) L'acquisition d'une barre d'aléuseuse :

L'atelier machine outil est équipée actuellement d'une aléuseuse qui permet d'usiner notre chaise d'une manier plus fiable mais le barre qui est venue avec cette machine n'est pas assez longue donc il est impérative et moins couteuse d'acheter une barre plus longue qui va nous permettre d'éliminer le problème désalignement des paliers

- 4) On doit vérifier les cotes pour les nouvelles chaises et on refait le plan sur la quelle on va baser lors d'usinage des paliers

III.3.6. Lubrification

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

La lubrification a pour mission, en premier lieu, de former un film séparateur de haute capacité entre les pièces de roulement l'une sur l'autre, de telle sorte que le frottement et l'usure sont

Réduits à un minimum. Il doit, de plus, protéger le roulement contre la corrosion. En outre, les graisses lubrifiantes contribuent à l'étanchéité. Un système de circulation d'huile permet d'évacuer des calories

Les constructeurs de roulements ont établi des formules simples qui permettant de calculer, avec une bonne approximation, la quantité de graisse devant assurer une lubrification rationnelle

Quantité de lubrifiant

Dans le cas d'une lubrification à la graisse, les espaces libres doivent être remplis de graisse. L'espace intérieur libre des roulements tournant à des vitesses très élevées, est rempli de graisse à 20-35%. Les quantités à introduire dans les cavités du roulement sont fonction du produit $n \cdot d_m$

(n = vitesse maximale de fonctionnement)

$D_m = (D+d) / 2$ (diamètre moyen du roulement)

Indice de vitesse	Taux de remplissage des cavités
$n \cdot d_m < 50000 \text{ mm} \cdot \text{min}$	plein
$n \cdot d_m = 50000 - 500000 \text{ mm} \cdot \text{min}$	60%

Tableau(16) : Taux de remplissage

Pour notre cas :

Si on prend $n=9 \text{ tr/min}$ et $D+d / 2 = 280+180/2 = 230 \text{ mm}$

$n \cdot d_m = 9 \cdot 230 = 2070 < 50000 \text{ mm} \cdot \text{min}$

D'autre part Les paliers ne doivent pas être garnis de graisse à l'excès car la résistance du lubrifiant provoque des frottements importants et entraîne une élévation anormale de la température, la quantité de graisse qui participe d'une façon effective à la lubrification d'un roulement est celle qui est comprise entre les deux bagues (ou les deux chemins de roulement), tout quantité supplémentaire sera éjectée par le mouvement de rotation, elle sera donc inutile et même

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

dangereuse, car l'élévation de température provoquée peut amener la fusion et c'est l'huile de base qui est alors expulsé du palier, la fraction restante étant constituée, en majeure partie, par le savon

Choix du lubrifiant

En général, on préfère la lubrification à la graisse à cause de la simplicité d'entretien et de l'étanchéité qu'elle assure, mais on doit prendre en considération la température du fonctionnement

La température-limite supérieure est:

+ 50 °C pour les graisses au savon de chaux

De + 70 à + 120 °C pour les graisses au savon de sodium

De + 110 à + 130 °C pour les graisses au savon de lithium

CONCLUSION

A terme de l'étude et des observations que j'ai effectué au sein de la société SNIM, je peux conclure, que pour augmenter la production et diminuer les arrêtes des engins on doit :

- Instaurer des outils de contrôles ;
- Poser le point sur les facteurs qui motivent le personnel à savoir l'amélioration de leurs conditions de vie sur le plan social ;
- L'acquisition d'une aléreuse ou d'une barre qui peut usiner les deux paliers en même temps ;
- Avoir des pièces de rechange afin de minimiser le bricolage ;
- Voir la procédure et la qualité de rechargement

D'autre part Pendant le déroulement de mon stage, j'ai eu l'opportunité de travailler sur différents aspects avec des équipes différentes, le travail réalisé s'est avéré très enrichissant pour mon expérience professionnelle aussi bien en ce qui concerne le domaine technique que l'aspect humain. le fait de travailler dans les différents ateliers m'a permis d'avoir une vision détaillée de la supervision et de savoir de nombreuses données ; par exemple sur l'organisation de l'entreprise (les relations qui existent entre les agents et leurs chefs)

En effet, ce stage m'a permis de découvrir comment était assurée la maintenance des engins, Dans les travaux réalisés, j'ai pu apporter mes connaissances théoriques et les approfondir, j'ai pu découvrir un ensemble d'outils employés dans l'atelier ainsi dans les chantiers, j'ai pu aussi me familiariser avec l'environnement de travail. Le fait de travailler en équipe et de faire des visites de chantiers m'a permis de m'intégrer dans un groupe de travail et de voir en quoi consistait le travail d'ingénieur

Et en fin de stage j'ai eu l'idée de faire une recherche sur le chiffrage des solutions proposées (trouver des devis, voir quelle est la solution la plus adéquate.

BIBLIOGRAPHIE

Liste des livres et des ouvrages utilisés pour mes études et mes recherches :

- 📖 A.CHEVALIER, GUIDE DU DESSINATEUR INDUSTRIEL, Édition HACHETTE TECHNIQUE, Paris, 1994.
- 📖 H.LONGEOT.L.JOURDAN « CONSTRUCTION INDUSTRIELLE » Édition DUNOD. Bordas paris 1982
- 📖 Documentation au près de l'atelier pelles perfos.
- 📖 Manuel d'entretien mécanique
- 📖 REPPORT SUR SECTEUR MINIER EN MAURITANIE PRESENT ET AVENIR
- 📖 Rapport Organigramme du service 940
- 📖 Documentation au près des sites web

www.SKF.com

www.castolin.net

www.google.fr

www.snim.com

ANNEXES

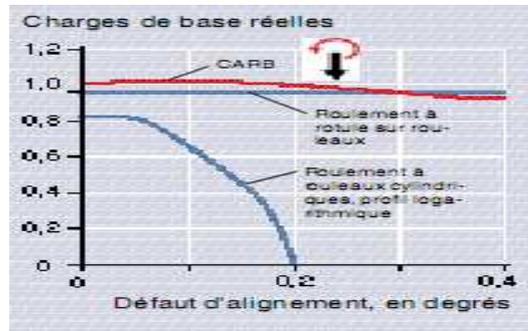
Annexe 1 : comparaison entre les roulements à rotule sur rouleaux et roulement CARB

➤ **Capacité de charge**

Le diagramme 1 présente une comparaison entre le CARB, les roulements à rotule sur rouleaux et les roulements à rouleaux cylindriques soumis à un défaut d'alignement par rapport à l'axe horizontal.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Une capacité de charge élevée, l'aptitude à supporter un défaut d'alignement ainsi qu'un déplacement axial, sans générer de charges axiales, sont caractéristiques du roulement CARB. Le roulement CARB a la même capacité de charge élevée et il est pratiquement aussi insensible aux défauts d'alignement par rapport à l'axe horizontal que les roulements à rotule sur rouleaux.



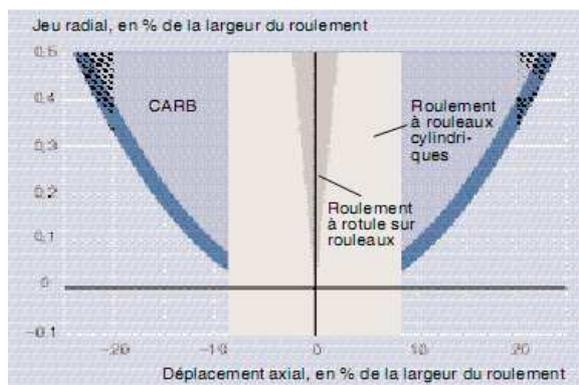
Le diagramme 1 : comparaison entre le CARB, les roulements à rotule sur rouleaux soumis à un défaut d'alignement

➤ **Frottement**

Avec le roulement CARB, le frottement est pratiquement le même qu'avec les roulements à rotule sur rouleaux ou roulement à rouleaux cylindriques, une présence d'un défaut d'alignement, les rouleaux se positionnent de manière à éviter les charges de bord, ce qui modifie le frottement dans le roulement.

➤ **Déplacement axial**

Le diagramme 3 compare le déplacement axial du CARB et le déplacement correspondant de roulements à rouleaux cylindriques ou à rotule sur rouleaux, tout comme avec le CARB le déplacement axial admis avec un roulement à rotule sur rouleaux dépend du jeu radial, dans le cas des roulements à rouleaux cylindriques, le déplacement axial autorisé ne dépend pas du jeu radial, mais de la largeur des chemins de roulement.



(Diagramme 2) : Déplacement axial disponible sur le CARB, et Sur les roulements à rotule sur rouleaux.

Champ d'application

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Du fait de son aptitude à supporter à la fois un défaut d’alignement et un déplacement axial, Le CARB possède un champ d’application beaucoup plus vaste que les roulements à rotule sur rouleaux ou que les roulements à rouleaux cylindriques

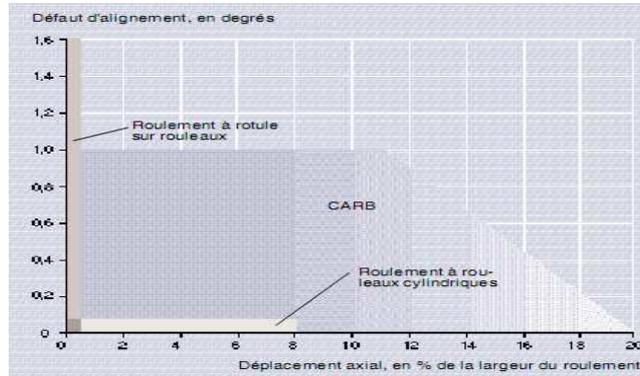


Diagramme (3) : champ d’application de chaque roulement

A l’intérieur de la partie bleu foncé du diagramme applicable au CARB (déplacement axial maximal de 8% de la largeur du roulement) le risque de perchage radial est inférieur ou égal à celui enregistré dans le cas de roulement à rotule sur rouleaux avec un jeu C4. La possibilité d’utiliser le CARB dans la zone bleu clair (déplacement supérieur à 8 % de la largeur du roulement) dépend du jeu de fonctionnement

Annexe2 : Historique de pelle 290B(41)

Liste des problèmes habituels

Les principaux problèmes qui surviennent sur les machines pelles 290B selon le fiche vie engin pour les années 2008, 2009 et 2010 sont :

Marque : Bucyrus érie N° : SNIM : B41		Type: 290B		N° Série : 137716	
Nature de l’intervention	Site	Date Début travaux	Date fin travaux	cause	observation
Chaise de cavage	TO14	14/01/2008			
Primaire levage	TO14	18/02/2008			
Godet + fut +chaise	TO14	07/03/2008			
Godet	TO14	09/05/2008			
Chaise de cavage	TO14	18/07/2008			

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Godet	TO14	09/11/2008		
Réducteurs translation D + G	TO14	13/01/2009		
Réducteur orientation G	TO14	21/01/2009		
Godet	TO14	03/02/2009		
2 arbres OR + Fut de cavage + saddle Blok	TO14	23/03/2009		
Chaise de cavage	TO14	10/04/2009		
Roue folle D	TO14	26/04/2009		
Réducteur translation D	TO14	25/05/2009		
Chaise de cavage	TO14	27/05/2009		
Chaise de cavage	TO14	25/08/2009		
Godet	TO14	07/09/2009		
Chaise de cavage	TO14	18/12/2009		
Chaise de cavage	TO14	23/10/2010		
Fut de cavage+tête de cavage	TO14	23/02/2010		
Chaise de cavage	TO14	10/03/2010		

Tableau(1) : Fiche vie engin pelle 290B-41

Annexe3 : Etat général de pelles 290B (mois Avril 2010)

ENGINS	HRMM	HRES CHASSIS	SIEGE
290BN41	244	68311	TO14
290BN42	167	67151	MHDT
290BN43	202	67813	MHDT
290BN44	325	73923	TO14
TOTAL	938	277198	

Avec :

Hres mens : heures réel de marche mois mars

Hres châssis : heures de travail depuis la mise en service

Annexe 4: Etat mensuel des engins de rechargement (pelles 290B) :

Année : 2010

Mois : Avril

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

ENGINES	TOT 290 B (4)		290B N°1		290B N°2		290B N°3		290B N°4	
	Mens	Annuel	Mens	Annuel	Mens	Annuel	Mens	Annuel	Mens	Annuel
NHO	2880	11520	720	2880	720	2880	720	2880	720	2880
HIM	854,20	3224,60	99	373	377	1476	322	1034	57	342
HRM	938	3955	244	1003	167	689	202	1010	325	1253
HRD	1088	4340	378	1504	176	715	196	836	283	1526
MTTR	32	30	33	34	47	36	27	27	14	20
DISP	70,34%	72,01%	86,32%	87,05%	47,64%	48,76%	55,32%	64,08%	92,08%	88,14%
UTIL	46,30%	47,68%	39,26%	40,01%	48,69%	49,06%	50,72%	54,72%	49,02%	49,36%
SW	32,84%	39,54%	18,27%	26,41%	57,56%	55,94%	6,68%	20,50%	42,11%	40,70%
OBJ-D		70,00%		70,00%		70,00%		70,00%		70,00%
OBJ-U		57%		67%		57%		57%		57%

Avec :

NHO : nombre d'hures ouvrable (24h)

HIM : heures indisponibilité de marche

HRM : heures réel de marche

HRD : heures réel de disponibilité

MTTR : moyen de temps de réparation

$$\text{DISP : disponibilité} = \frac{(NHO - HIM) \cdot 100}{NHO}$$

$$\text{UTIL : utilisation} = \frac{HRM \cdot 100}{NHO}$$

OBJ-D : objectif disponibilité

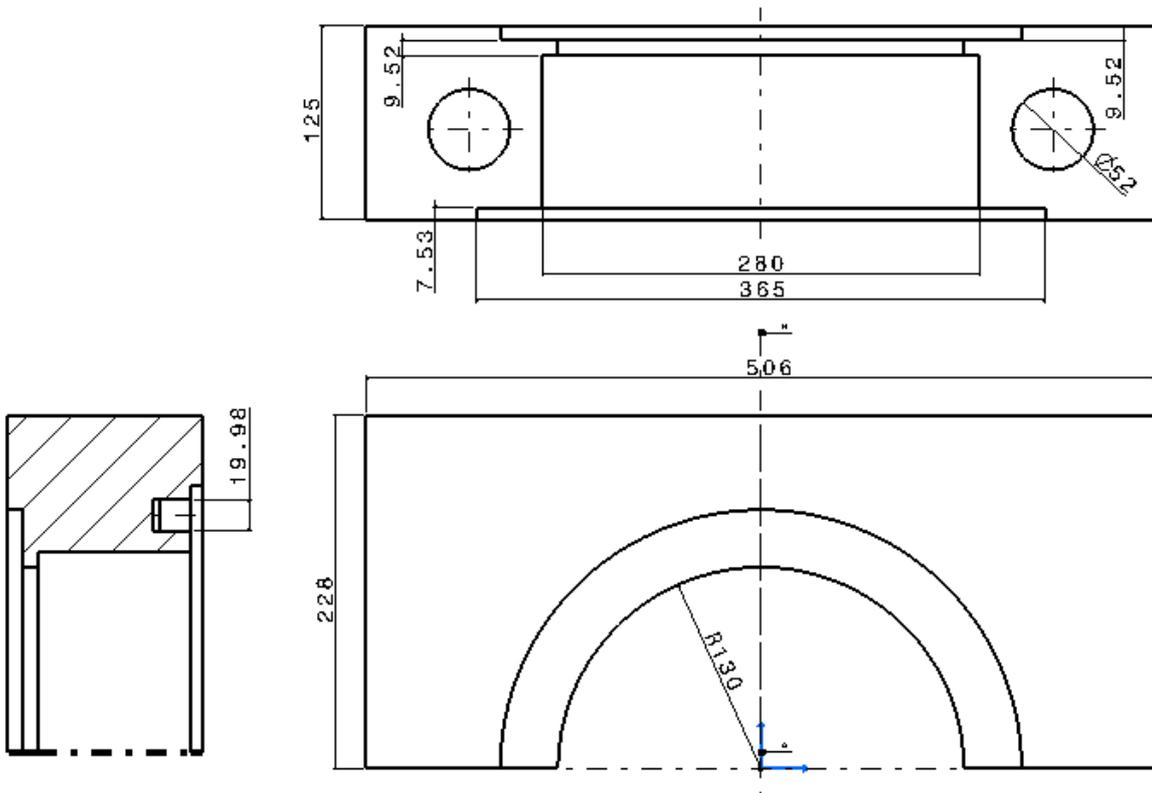
OBJ-U : objectif utilisation

Mens : mensuel

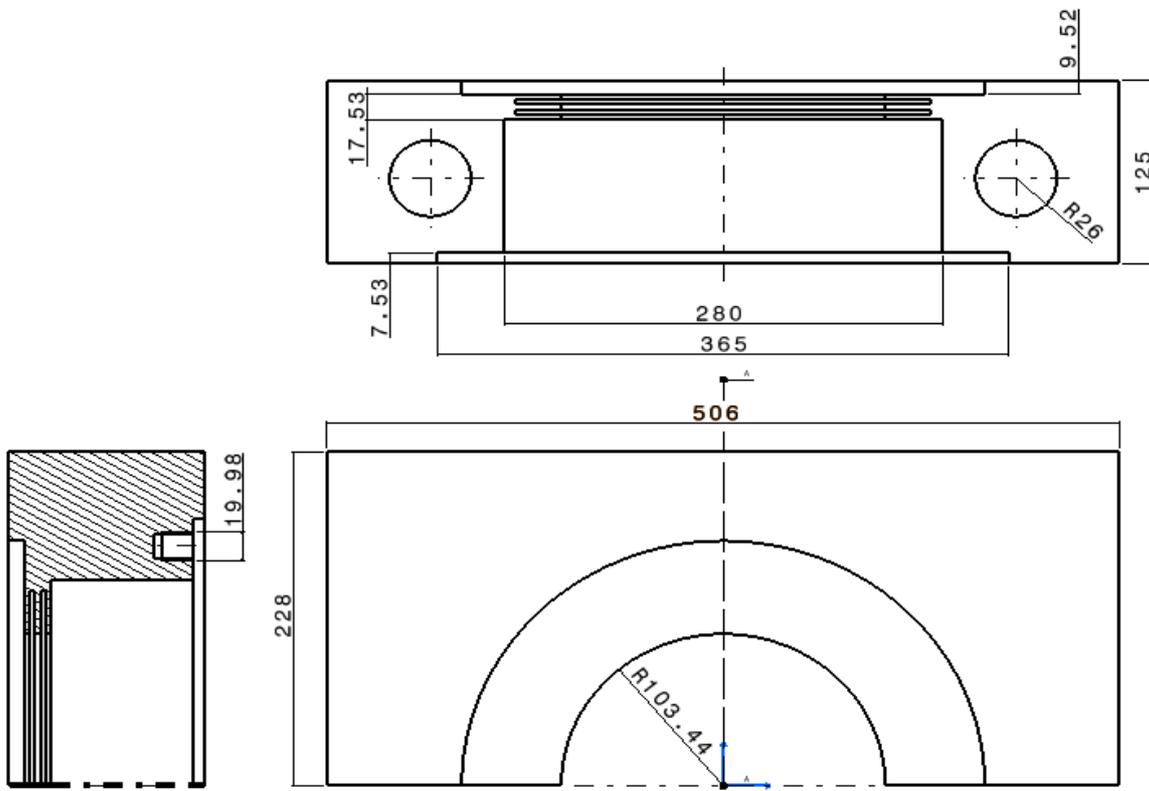
Annexe 5: dimensions d'une certaine pièces de chaise avant modification

➤ Palier droite :

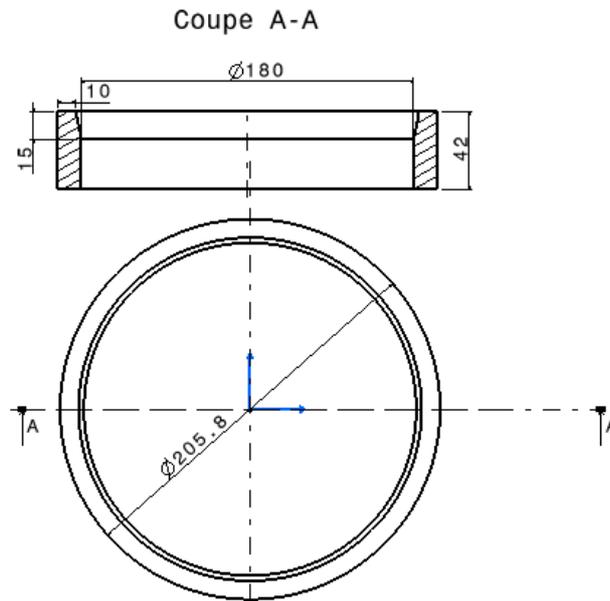
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



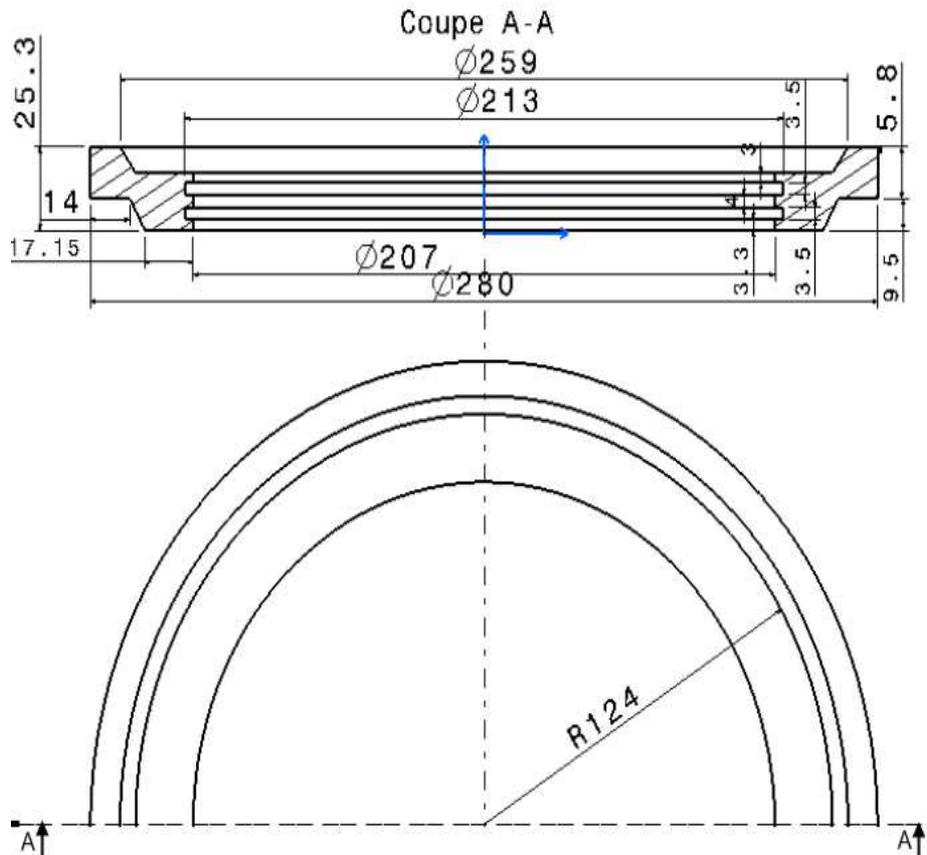
➤ Palier gauche :



➤ Entretoise :



➤ Par graisse :



Annexe 6 : Essai de dureté :

1) Définition

Les essais de dureté sont des essais de pénétration, ils se différencient en fonction du pénétrateur et de la charge adoptée.

2) Essai de Dureté Brinell de l'Acier

Principe de l'Essai :

Il consiste à imprimer dans le matériau à étudier, une bille de diamètre D sous l'effet d'une charge F . Le diamètre de l'empreinte qui subsiste sur la surface après suppression de la charge est soigneusement mesuré.

Lorsque l'essai est terminé, on mesure le diamètre de l'empreinte afin de calculer la dureté Brinell «HB» (Hardness Brinell) à l'aide de l'équation suivante :

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

$$HB = \frac{2 \times F}{\pi D (\sqrt{D^2 - d^2} - d^2)}$$

Avec :

F= Charge (kg)

D = Diamètre de la bille (mm)

d = Diamètre de l'empreinte (mm)

Annexe 7: méthodes de montage à chaud**1) Bain d'huile**

L'huile et le récipient doivent être propres. L'huile doit être fluide (huile F par exemple). Des températures localement plus élevées pouvant se produire dans le bain et détériorer le roulement, interposer un support isolant entre le roulement et le fond du récipient

**2) Table chauffante**

Eviter le contact direct du roulement avec la plaque au moyen d'une cale, si la plaque chauffante ne comporte pas une régulation automatique. La cale est impérative pour les roulements étanches.

