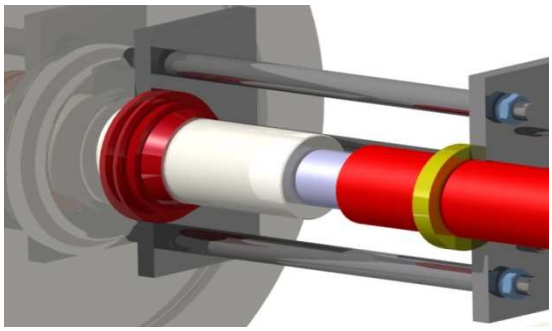
Université Sidi Mohammed Ben Abdellah - Fès
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

# MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

*Pour l'Obtention du*

## Diplôme de Licence Sciences et Techniques
## Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

# conception d'un montage robuste pour le décalage des roulements



*Présenté par :*
*Aicha JABOUTI*
*Abdeslam EL MRABET*

*Encadré par:*
- *Mr .Abbas SEDDOUKI*
- *Mr. Hassan ZRAOULI*

**Le jury :**
- **Mr. Abbas SEDDOUKI**
- **Mr. A. Touache**

**Année Universitaire : 2010-2011**

*Faculté des Sciences et Techniques - Fès - B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES*
*212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14 Web : http://www.fst-usmba.ac.ma/*

# Dédicace

Nous dédions ce travail

A nos chers parents pour leurs sacrifices, leur compréhension, leur soutien et l'affection dont ils m'ont témoignés afin que je puisse surpasser tous les écueils.

A nos encadrants, Mr. Abbas SEDDOUKI et Hassane ZRAOULI pour leurs soutiens à la réalisation de ce mémoire.

A nos professeures de département Mécanique et tous les étudiants de L'FST plus particulièrement aux étudiants de département Mécanique.

A toute personne que nous connaissons et avec qui nous échangeons des sentiments d'amitié et de respect.

# Remerciments

Avant d'entamer ce rapport, nous tenons tout d'abord à exprimer nos profondes gratitudes à M.BALADI chef d'atelier qui nous a accordé l'intérêt qu'il faut. Également à Mr. ZRAOULI chef d'Unité, tous les Techniciens et les opérateurs d'atelier qui nous ont rendu sollicitations lorsque nous avons connu quelques difficultés, et aussi à tous les dirigeant d'unité de production pour leurs informations leurs explications lucides au cours de notre stage.

Aussi nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrant Mr .Abbas SEDDOUKI qui nous a apporté le soutien dont on a besoin le long de la préparation de ce projet.

Nous tenons à remercier aussi Mr. le doyen de FST de Fès et Mr. KHLFI notre chef de département qui faisant leurs mieux pour que les étudiants aient une formation assez solide et parfaite.

Ainsi on exprime nos chaleurs remerciements à tous les enseignants de département mécanique.

*Pour finir, encore une fois merci à tous ceux qui nous ont aidés à nous intégrer et nous mettre sur la bonne voie.*

# Introduction générale

A l'issue des trois années d'étude que nous avons effectuée à la Faculté des Sciences Et Technique-Fès, nous sommes tenu de faire un stage dans une entreprise dans l'intention de vérifier les connaissances acquises durant ces trois années de Formation et aussi pour s'ouvrir
le monde professionnel et sur l'entreprise et son Environnement.

Ainsi, nous avons entrepris un stage d'initiation et d'ouverture durant deux mois dans l'Établissement de Maintenance Industriel Oujda (EMIO).

Dans ce rapport, nous allons essayer de vous présenter l'ONCF, les EMIO et l'outil informatique réalisé en tant que projet proposé par le bureau technique des EMIO.

Première partie

# ORGANISME D'ACCUEIL

# I-L'office Nationale des Chemines de Fer (ONCF) :

## 1-Historique

La construction du réseau des chemins de fer du Maroc remonte au début du 20ème siècle. Les premières lignes construites à voie de 0,60m ont été établies à partir de 1916, et ce n'est qu'en 1923 que la construction des voies à écartement normal a été confiée à trois Compagnies concessionnaires privées :

- La compagnie franco-espagnole du chemin de fer de Tanger à Fès

- La compagnie des chemins de fer du Maroc (CFM)

- La compagnie des chemins de fer du Maroc (CMO)

Ces dernières se partagèrent le trafic ferroviaire, en exploitant chacune la partie du réseau qui lui était concédée. Jusqu'en 1963, lorsque le Gouvernement Marocain a décidé le rachat des concessions et la création de l'Office National des Chemins de Fer (ONCF) conformément au Dahir n° 1-63-225 du 14 rebia I 1383 (5 août 1963), qui stipule dans son article premier *« II est institué, à compter du 1er janvier 1963, sous la dénomination de I 'Office national des chemins de fer (0.N.C.F.), un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière et placé sous la tutelle administrative du ministre des travaux publics. »*

*L'ONCF s'acquitte de sa tache vis-à-vis de l'économie nationale en deux niveaux :*

- **En tant que client** en achetant des qualités importantes de matière de consommation et de production.
- **En tant que transporteur** en contribuant à la production industrielle.

## 2-les activités ferroviaires :

### 2.1 Le transport des voyageurs :

Le transport des voyageurs constitue l'activité essentielle de l'ONCF, et elle a connu des trafics record au terme des deux dernières années (2004 et 2005). En effet, des résultats records ont été obtenus sans augmentation de tarif, uniquement en améliorant l'offre commerciale et en communiquant davantage autour des actions

Réalisées. Le cap des 20 millions de passagers, atteint le 20 décembre 2005, a été franchi pour cibler, désormais, celui de 30 millions à l'horizon 2010. Pour sa part le chiffre d'affaires a suivi cette croissance et s'est établi à 770 millions de dirhams, affichant une progression de 12.4% en 2005 par rapport à 2004. Une telle dynamique trouve également son explication dans les conventions conclues avec les différents organismes, ce qui a permis de drainer une nouvelle clientèle au rail et d'améliorer considérablement le volume du trafic. Ainsi à titre d'exemple le nombre de passagers de la famille des enseignants a atteint 978000.

### 2.2 Le fret :

Par fret, il faut entendre le transport de marchandises.

Malgré un contexte économique difficile et un marché fortement concurrentiel, l'activité fret a maintenu le cap de la consolidation de la croissance. Au-delà des données conjoncturelles, les projets sectoriels structurants visant à capter dix millions de tonnes de fret à l'horizon 2010 confortent le rail dans son choix stratégique de se positionner en tant qu'intégrateur logistique.

En 2005, l'activité fret a réalisé un tonnage de 7906 millions pour un chiffre d'affaires de 435 millions de dirhams, soit une progression de 5.7 % en recette et une évolution positive de 6% en termes de tonnage par rapport à l'année 2004.

Cette performance est à enregistrer à l'actif des secteurs minéral et ciment, de l'énergie et des industries chimiques compensant la baisse affichée par les secteurs agriculture, agroalimentaire et bois.

## 2.3 Le transport des phosphates :

Le sous-sol marocain renferme les plus importants gisements de phosphate sédimentaire du monde.

D'énormes réserves sont situées dans quatre grandes régions : Oulad Abdoun, Gantour, Oued Eddahab et Meskala, ce dernier n'étant pas encore exploité.

Dès le tout début, voici plus de trois quarts de siècle, le monopole de la production et de la commercialisation a été confié à l'Office Chérifien des Phosphates, une entreprise publique appliquant les méthodes de gestion des sociétés privées.

Le transport des phosphates est assuré sur 3 axes principaux ayant un profil en long en pente de 4 à 12 mm/m, ce qui permet d'acheminer des masses d'environ 5000 T brutes et 3800 T utiles avec une seule locomotive.

L'année 2004 a connu une réalisation record pour le transport des phosphates.

## 2. 4Activités d'année 2010 :

- **Chiffre d'affaires**

Le chiffre d'affaires réalisé en 2010 est de l'ordre de 3,25 milliards de DH

- **Transport de voyageurs**

En 2010, l'ONCF a transporté plus de 30 millions de voyageurs

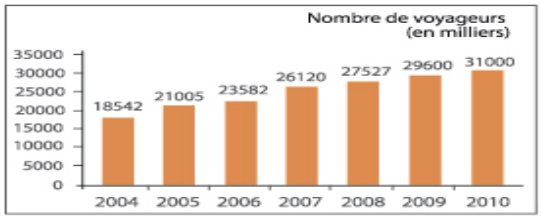
- **Transport de marchandises**

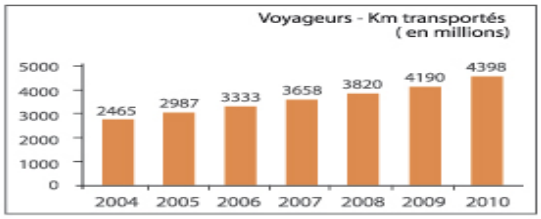
En 2010, le trafic marchandises s'est élevé à 35 millions de tonnes

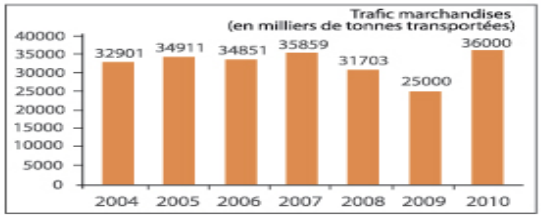
## 3-L'ONCF en chiffres :

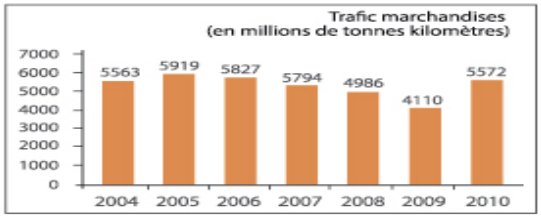
**CONSISTANCE DU RESEAU**

| | |
|---|---|
| **(en km)** | |
| Longueur totale des lignes | 1 907 |
| · lignes électrifiées. | 1 022 |
| · lignes à voie unique. | 1 489 |
| · lignes à double voie. | 426 |
| **RESSOURCES HUMAINES (en nombre de collaborateurs au 31/12/2005)** | |
| Effectif dont : | **8 960** |
| Cadres | 724 |
| Maîtrise | 1 296 |
| Exécution | 6 940 |
| **NOMBRE ET PUISSANCE DES ENGINS DE TRACTION** | |
| Nombre de locomotives dont | 215 |
| · Electriques : 91 dont 14 Automotrices | 91 |
| Diesel : 36 de ligne et 86 de manœuvre | 124 |
| Puissance totale en KW | 442 678 |
| **NOMBRE ET CAPACITE DU MATERIEL DE TRANSPORT** | |
| Voyageurs : | |
| · Nombre de voitures | 330 |
| · Capacité du parc en nombre de places. | 27 055 |
| Marchandises : | |
| · Nombre de wagons (hors wagons de service ) | 6 045 |
| · Capacité du parc en tonnes. | 317 054 |
| **BILAN DU TRANSPORT FERROVIAIRE (en millions)** | |
| Trafics voyageurs : | |
| · Nombre de voyageurs transportés ; | 21 |
| · Nombre de voyageurs-kilomètres. | 2 987 |
| Trafic marchandises (non compris le transport en service) : | |
| · Tonnage global transporté, dont: | 35 |
| · Phosphates | 27 |
| · Fret | 7,91 |
| Nombre de tonnes-kilomètres | 5 867 |
| · Phosphates | 4 673 |
| · Fret | 1 194 |

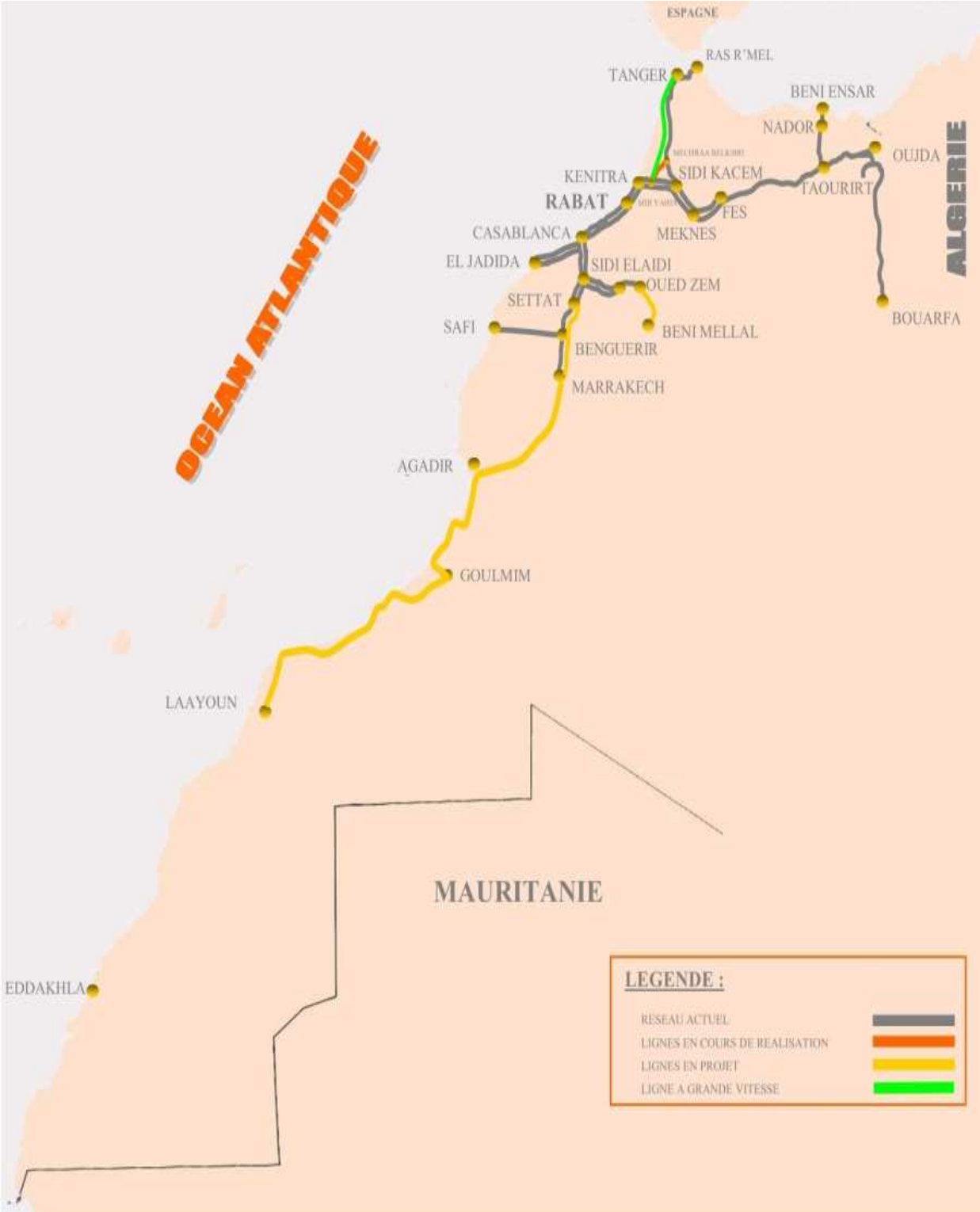



## 4-carte ferroviaire :


ESPAGNE
RAS R'MEL
TANGER
BENI ENSAR
NADOR
OUJDA
ALGERIE
KENITRA
SIDI KACEM
TAOURIRT
RABAT
FES
CASABLANCA
MEKNES
EL JADIDA
SIDI ELAIDI
OUED ZEM
SETTAT
BOUARFA
SAFI
BENI MELLAL
BENGUERIR
MARRAKECH
OCEAN ATLANTIQUE
AGADIR
GOULMIM
LAAYOUN
MAURITANIE
EDDAKHLA
LEGENDE :
RESEAU ACTUEL
LIGNES EN COURS DE REALISATION
LIGNES EN PROJET
LIGNE A GRANDE VITESSE

# II. Présentation d'EMIO :

## 1. historique :

EMIO (Etablissement de Maintenance Industrielle OUJDA) est un établissement ferroviaire régional de la direction centrale activités clients

(DCA).Implanté au nord ouest d'Oujda préfecture Oujda Angad, commune de sidi Ziane.

EMIO occupent une plateforme de presque 250m / 400m, soit une superficie en terrains de 10 hectares dont une surface couverte des ateliers de 4.900m² ; l'adoption de nouvelles règles de maintenance ainsi qu'une meilleure organisation de l'équipement des ateliers a contribué à l'amélioration des performances de cet établissement et ont induit qualité et productivité.

EMIO est un établissement certifié ISO-9001version 2000 ; il est chargé sur l'ensemble du réseau ONCF et l'ensemble du Maroc de la maintenance et la réhabilitation du matériel moteur et fret.

La certification de l'EMIO par l'organisation internationale de normalisation ISO prouve que cet établissement dispose des règles et des procédures en matière de qualité pour réaliser ses activités dans le cadre du système management qualité, ce qui conduit à répondre aux différentes exigences et à assurer la satisfaction des clients en tenant compte à chaque fois de l'adoption d'une nouvelle démarche d'amélioration continue.

### 1.1Missions:

L'existence de la structure organisationnelle EMIO dans le marché du transport qui est devenu de plus en plus concurrentiel a pour objet d'assurer entre autres plusieurs activités :

- Elaboration et mise en œuvre d'une planification concernant la maintenance et la réparation du matériel moteur MM et matériel fret MF
- Définition des besoins en pièces de rechange à mettre à la disposition des ateliers de production
- Etablissement du programme annuel des gros entretiens en concertation avec la PMM

## 1.2Moyens humains et matériels gérer par l'EMIO :

Pour mettre en œuvre ces activités , l'EMIO qui dépend du département ingénierie matériel et gros entretien DIMGE a besoin de ressources humaines qui constituent la principal richesse de toute entreprise, le personnel se compose de : le chef de l'Etablissement assisté dans ses fonctions par :

- 5 Cadres.
- 18 agents maîtrises.
- 152 agents d'exécution.

Ainsi que des moyens matériels traduits par les différents installations et équipements de mesure et de contrôle afin d'assurer un environnement de travail adéquat.

## 1.3. Service de production:

Dans l'Atelier Gros Entretien d'Oujda, la base de production est représentée par deux ateliers divisionnaires dont chacun est dirigé par un chef d'atelier :

- Atelier 1: materiel moteur MM.
- Atelier 2: matériel fret.

## 2. Atelier materiel moteur AT1:

Les activités de cet atelier résident dans la maintenance, l'entretien ainsi que la révision des organes des locomotives Diesel de ligne et de manœuvre.

En effet, à chaque entrée de la locomotive à l'établissement, elle doit subir une visite d'arrivée VA qui consiste à détecter les petites anomalies et avaries au niveau des organes des locos et à effectuer toutes les réparations nécessaires sans oublier les autres visites (VG, VL) qui sont exécutées en fonction du parcours de chaque locos et de la dégradation du matériel.

L'atelier Matériel Moteur est composé de 5 unités de production, il se

Charge d'une partie de l'entretien selon le domaine de sa spécialité et en tenant compte d'un ensemble de documents et d'un parc important d'équipement et d'infrastructures en vue d'assurer un produit conforme aux normes.

**Unité Electrique :**

Elle assure la réparation et la révision de tous les accessoires électriques des locos GM ainsi que l'entretien des installations fixes.

**Unité thermique :**

Cette unité est chargée généralement de la réparation et la révision des organes du moteur Diesel en révision et en accidentelle .

**Unité mécanique :**

L'unité mécanique pour la révision des bogies et des caisses des locos GM ainsi que les travaux de soudure et de chaudronnerie.

**Unité de maintenance :**

Ses travaux portent sur la réalisation des visites périodiques des locos GM.

**Unité machines-outils et installations fixes :**

Puisque les équipements ayant un impact direct sur la qualité et la conformité, cette unité est chargée des travaux de la maintenance de ces équipements, du contrôle et de la distribution des outillages,

## 3. Atelier matériel fret AT2 :

Cet atelier s'occupe de la maintenance et la révision des wagons de différentes séries, en se basant sur 3 unités de production :

**Unité de production : ferrage :**

Effectue les travaux de révisions des châssis et des caisses ainsi que les travaux de révisions des wagons. Elle s'occupe également du suivi des projets d'investissement…..

**Unité de production : freins, menuiserie, peinture :**

Effectue les travaux délicats et spéciaux de menuiserie, la peinture générale du matériel roulant, elle s'occupe aussi de la révision des freins et de ses équipements.

**Unité de production : roulements bogies :**

Elle s'occupe de la révision des essieux et de leurs boîtes, le suivi des roulements des essieux, les travaux de levage des wagons.

Deuxième partie

# ÉTUDE DE LA CONCEPTION DU DISPOSITIF

## I. Présentation de problème :

Après un certain temps de fonctionnement des roues, les cotes subissent une déformation due à l'usure.
Pour remédier à ce problème, la roue doit être usinée sur un tour à essieux.
La roue contient un cercle limite d'usinage définissant le diamètre minimale 840mm (essieux 9101).

Cercle Limite d'usinage

Le démontage des roulements s'effectue dans les cas suivants:

- Dépassement de la limite d'usinage, les roues seront acheminées à l'ONCF de Meknès pour le recyclage.
- Usure au niveau de la surface extérieure des roues.
- Détection des fissures visuelles ou à laide d'un détecteur ultrason au niveau des roues.

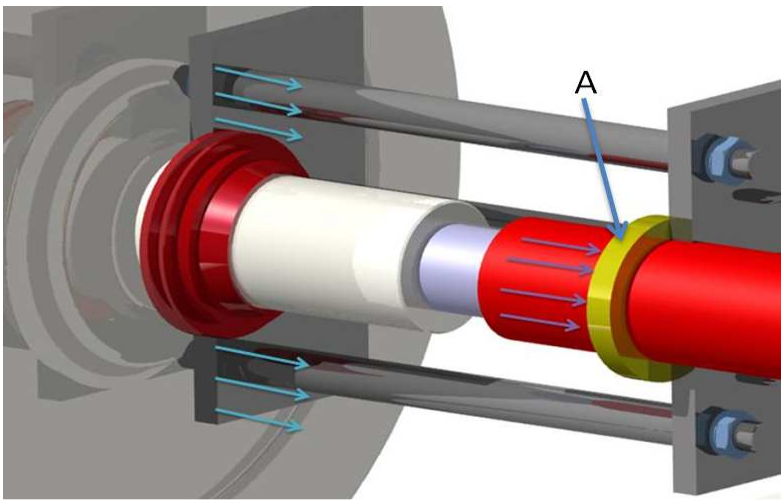
Montage des roulements (A= collerettes, B= roulement)

## II. L'objectif du projet :

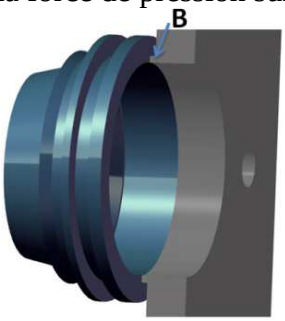
Ce projet consiste à faire une conception d'un montage robuste pour décaler les roulements.
Le système proposé permettra le démontage de l'ensemble (collerettes + roulements) en une seule opération.
L'objectif principal est de minimiser le temps de démontage de l'ensemble en évitant tout risque de détérioration ou cisaillement des pièces de montage (roulement + collerettes) et aussi en facilitant la tâche aux agents de maintenance.
Le système doit être réalisable à l'aide des matériaux et des ressources disponibles au service maintenance industrielle d'Oujda afin de minimiser le coût de fabrication.

## III. Fonctionnement du montage :

Les extracteurs hydrauliques sont utilisés quand les efforts d'extraction dépassent les deux tonnes.
Le dispositif comporte un vérin de 25 tonnes, le décalage de l'ensemble (roulement + collerettes) se fait après blocage de la tige du vérin sur l'axe de l'essieu, ce blocage doit créer **la translation de la pièce (A) au sens contraire de sortie du vérin**.

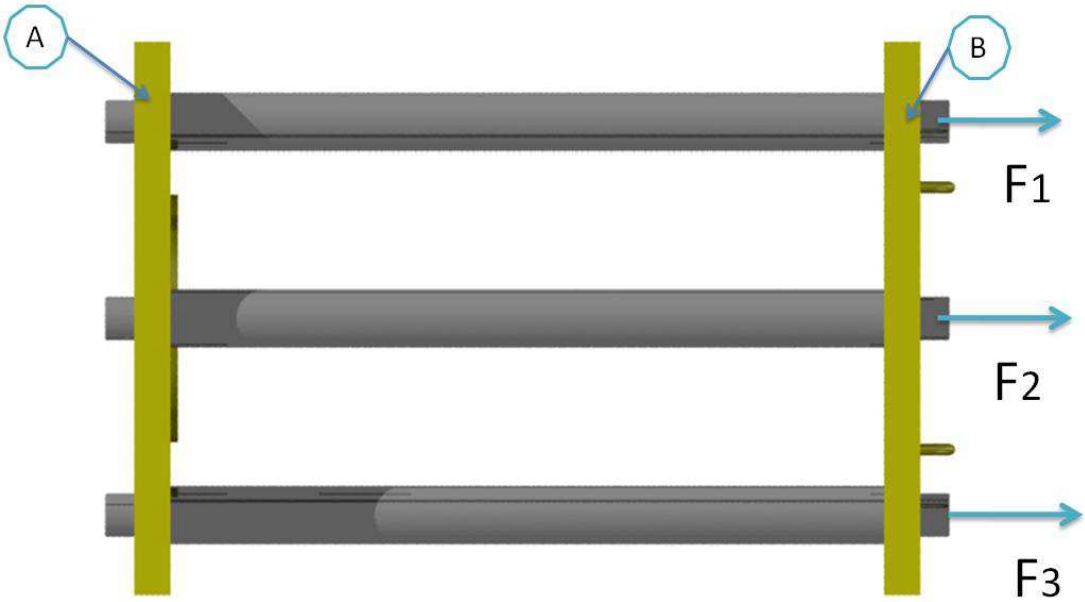



Pour éviter le cisaillement de l'extrémité des collerettes lors du démontage, on a proposé de faire une languette (B) pour appliquer la force de pression sur la partie pleine de la collerette.




## IV. Étude du système :

### 1 Arbre tirons :




On suppose que les deux pièces A et B rigides (ne se déforment pas par la force de pression)
La pièce (A) est fixe et la pièce (B) se déplace à cause de la déformation des barres par $\Delta l$
Donc $\Delta L = \Delta L1 = \Delta L2 = \Delta L3 = \Delta L4 = \Delta L5 = \Delta L6$ : $(\alpha)$ avec $\Delta li$ déformation de chaque barre.

- **D'après la loi de Hooke :**

On a $\sigma = E\varepsilon \Rightarrow \sigma = E\frac{\Delta L}{L}$

$$\Delta L = \frac{L\sigma}{E} \Rightarrow \Delta L = \frac{NL}{SE}$$

On a $\frac{L}{SE} = cte$ pour toutes les barres (même dimensions et même matériaux)
Et on a $\Delta L = \Delta L1 = \Delta L2 = \Delta L3 = \Delta L4 = \Delta L5 = \Delta L6$
$\Rightarrow F = F1 = F2 = F3 = F4 = F5 = F6 \ : \ (\beta)$

- **D' après le PFS :**

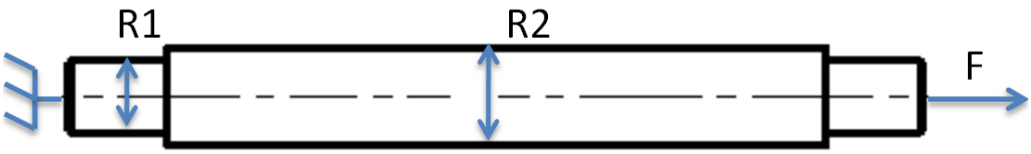
On a $1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 = F_V \ : \ (\gamma)$
$F_V = 250000N \ \ force\ de\ verin$

$(\alpha) et (\beta) \Rightarrow 6F_1 = F_v \quad \Rightarrow \ F_1 = \frac{F_v}{6} = 41667N$

La force appliquée sur chaque barre est donc : $F = 41667N$

## 2 Calcul RDM

**Acier rond ∅40**




- Dimensionnement de l'arbre :

La force appliquée sur l'arbre est : $F = 41667N$
Et la limite d'élasticité est: $R_e = 225\ MPa$
On a la contrainte maximale $\sigma = \frac{N}{S} = \frac{F}{S} = R_e \quad \Rightarrow \quad S = \frac{F}{R_e} = \pi R^2$ (N = F = force normale)

$R = \sqrt{\frac{F}{\pi R_e}}$ (R= le rayon d'arbre ; S= section)

- AN : $R_{min} = \sqrt{\frac{41667}{\pi \times 225}} = 7.67mm$

Les rayons de l'arbre qu'on a choisi est : $R_1 = 15mm\ \ et\ R_2 = 20mm$

## V. Simulation par catia (generative structurel analysis)

### 1 l'arbre :

#### 1-1 Maillage :

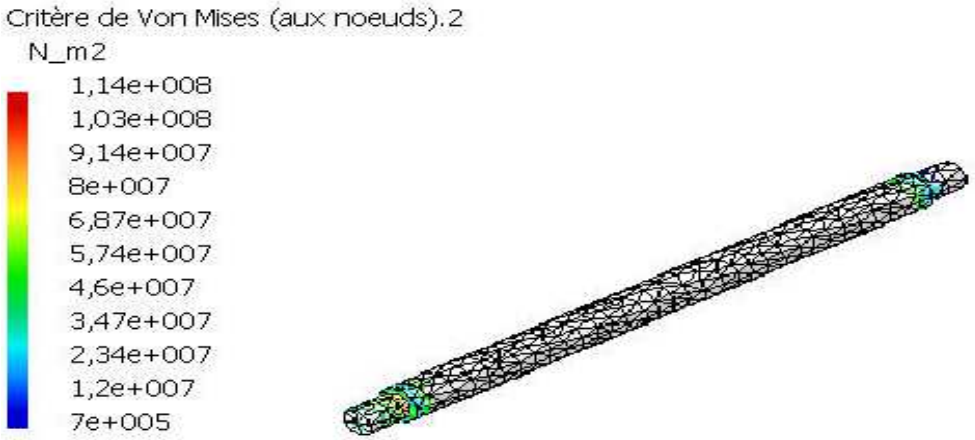
| Entité | Nombre |
|---|---|
| Nœuds | 4293 |
| Éléments | 2364 |

#### 1-2 Matériau :

| Matériau | Acier E24 (S235) |
|---|---|
| Resistance à la rupture en MPa | 370 |
| Limite élastique en MPa | 225 |
| Densité | 7860kg_m3 |

## 1-3 Résultante de forces appliquées :

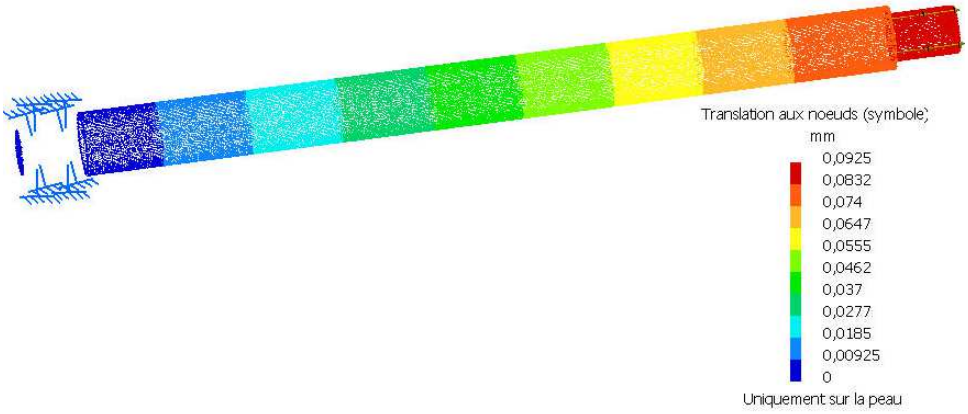
| Composantes | Forces Appliquées | Réactions | Résidus | Erreur Relative |
|---|---|---|---|---|
| Fx (N) | 6.1700e+004 | -6.1700e+004 | 1.3461e-009 | 2.5618e-013 |
| Fy (N) | 1.2368e-006 | -1.2373e-006 | -5.0995e-010 | 9.7053e-014 |
| Fz (N) | 5.7817e-006 | -5.7793e-006 | 2.3934e-009 | 4.5551e-013 |
| Mx (Nxm) | -5.3751e-011 | 5.5269e-011 | 1.5184e-012 | 4.9823e-016 |
| My (Nxm) | -2.0498e-006 | 2.0488e-006 | -1.0629e-009 | 3.4878e-013 |
| Mz (Nxm) | 9.7390e-007 | -9.7435e-007 | -4.4736e-010 | 1.4680e-013 |




Maillage de l'arbre par méthode des éléments finis

La simulation nous donne une contrainte maximale $\sigma = 114\ MPa$
On a $\sigma < R_e$ $(R_e = 225MPa)$ donc l'arbre doit résister à l'effort appliqué.

## 1-4 Translation des nœuds :




L'allongement de l'arbre

Allongement relatif maximale de l'arbre $\varepsilon_{max} = 0{,}015\%$ (Cette déformation est négligeable par rapport à la longueur de l'arbre).

### 3-1 Calcul des charges supportées par le filetage de l'arbre (guide des sciences) :

$F_{max} = 0.9 R_e S_{eq}$
$R_e$ = limite élastique du matériau
$S_{eq}$ = section résistante de la tige filetée
0.9 = taux de charge de 90% (marge de sécurite de 10%)

| $d(mm)$ | Pas gros | $S_{eq}$ | $D_1(mm)$ | $D_2(mm)$ | $d_3(mm)$ | Pas fin |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 3.5 | 561 | 26.211 | 27.727 | 25.705 | 2-(1.5-1) |

D'après la table de filetages métrique ISO à filet triangulaire (page 195 guide des sciences)

$$S_{eq} = 561 mm^2 \qquad \text{Et} \qquad R_e = 225\, {}^{N}/_{mm^2}$$

$$\text{AN:} \qquad F_{max} = 0.9 R_e \times S_{eq} = 0.9 \times 160 \times 561 = 113600 N$$

La force appliquée sur chaque barre $F = 41667 < F_{max}$

- Donc le filetage supportera la charge appliquée.

## 2 Porte extracteur :

### 2-1 Maillage :

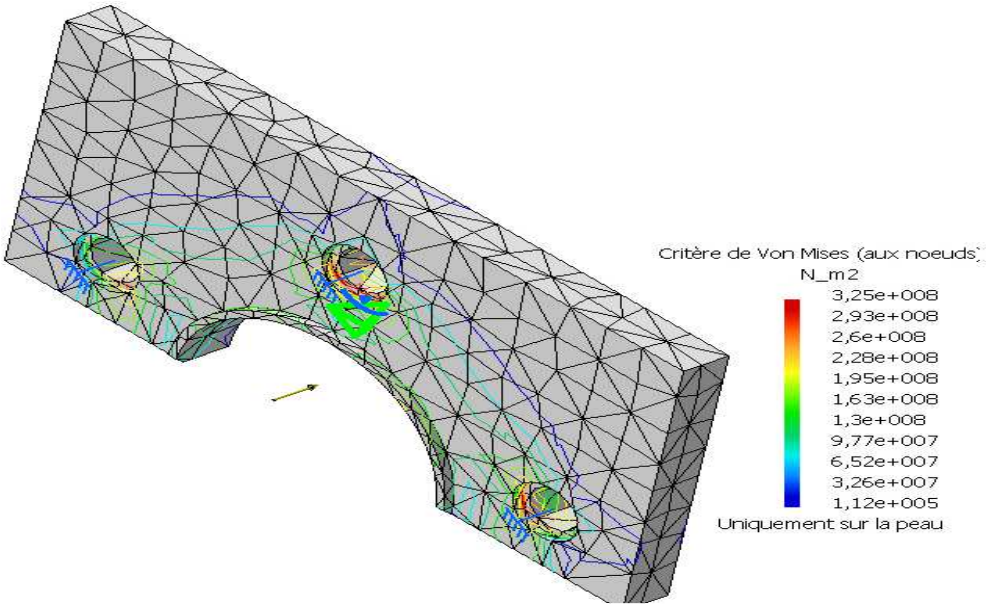
| Entité | Nombre |
|---|---|
| Nœuds | 3181 |
| Éléments | 1626 |

## 2-2 Matériau !

| | |
|---|---|
| **Matériau** | Acier XC38 |
| **Resistance à la rupture en MPa** | 630 |
| **Limite élastique en MPa** | 490 |
| **Densité** | 7860kg_m3 |

## 2-3 Résultante des forces appliquées (F=125000N)

| Composantes | Forces Appliquées | Réactions | Résidus | Erreur Relative |
|---|---|---|---|---|
| Fx (N) | 0.0000e+000 | -3.7426e-010 | 3.7426e-010 | 1.1412e-014 |
| Fy (N) | 1.2500e+005 | -1.2500e+005 | -1.0186e-009 | 3.1061e-014 |
| Fz (N) | 0.0000e+000 | 1.1714e-009 | 1.1714e-009 | 3.5720e-014 |
| Mx (Nxm) | -8.4950e+003 | 8.4950e+003 | -1.8190e-011 | 1.4596e-015 |
| My (Nxm) | 0.0000e+000 | 8.2863e-011 | 8.2863e-011 | 6.6492e-015 |
| Mz (Nxm) | -2.9590e+004 | 2.9590e+004 | 4.7658e-010 | 3.8242e-014 |




Maillage du Porte extracteur par méthode des éléments finis

La simulation nous donne une contrainte maximale $\sigma = 325MPa$
On a $\sigma < R_e$ $(R_e = 490MPa)$ donc le porte extracteur résistera l'effort appliqué.

## 3 Porte arrière :

### 3-1 Maillage :

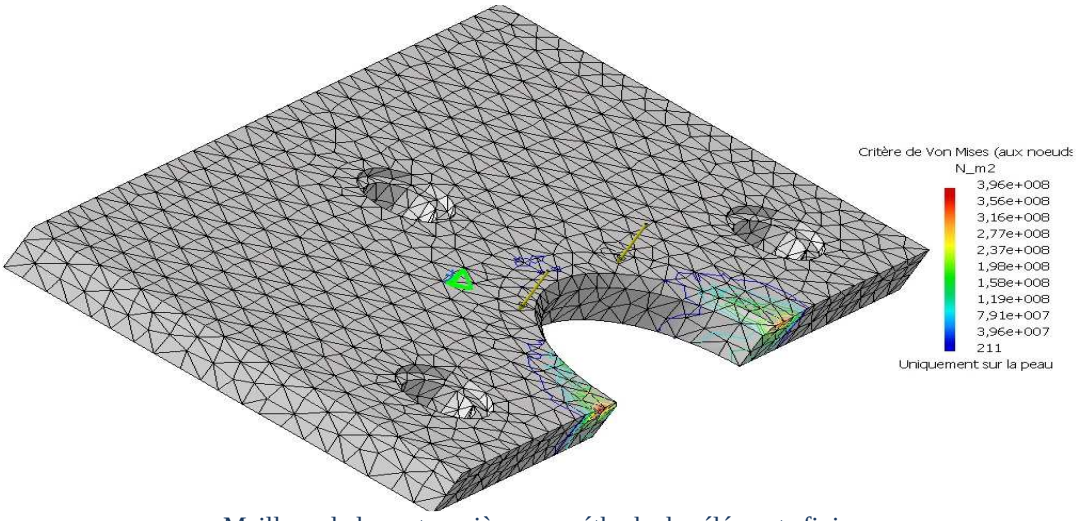
| Entité | Nombre |
|---|---|
| Noeuds | 20463 |
| Eléments | 11743 |

### 3-2 Matériau :

| | |
|---|---|
| Matériau : | Acier XC32 |
| Resistance a la rupture en MPa | 570 |
| Limite élastique en MPa | 430 |
| Densité | 7860kg_m3 |

### 3-3 Résultante des forces appliquées (F=12500N) :

| Composantes | Forces Appliquées | Réactions | Résidus | Erreur Relative |
|---|---|---|---|---|
| Fx (N) | 1.2500e+005 | -1.2500e+005 | -3.2043e-008 | 1.7860e-012 |
| Fy (N) | -8.1315e-019 | 1.0792e-008 | 1.0792e-008 | 6.0152e-013 |
| Fz (N) | 8.5381e-019 | -6.3683e-009 | -6.3683e-009 | 3.5495e-013 |
| Mx (Nxm) | 2.7611e-011 | -3.9163e-009 | -3.8887e-009 | 4.9752e-013 |
| My (Nxm) | -5.0000e+003 | 5.0000e+003 | -1.5443e-009 | 1.9758e-013 |
| Mz (Nxm) | -3.0706e+004 | 3.0706e+004 | 1.0707e-008 | 1.3698e-012 |




Maillage de la porte arrière par méthode des éléments finis

La simulation nous donne une contrainte maximale $\sigma = 396MPa$
On a $\sigma < R_e$ $(R_e = 430MPa)$ donc le porte arrière résistera la charge appliqué.

## 4-Cylindre:

### 4-1 Maillage :

| Entité | Nombre |
|---|---|
| Noeuds | 22267 |

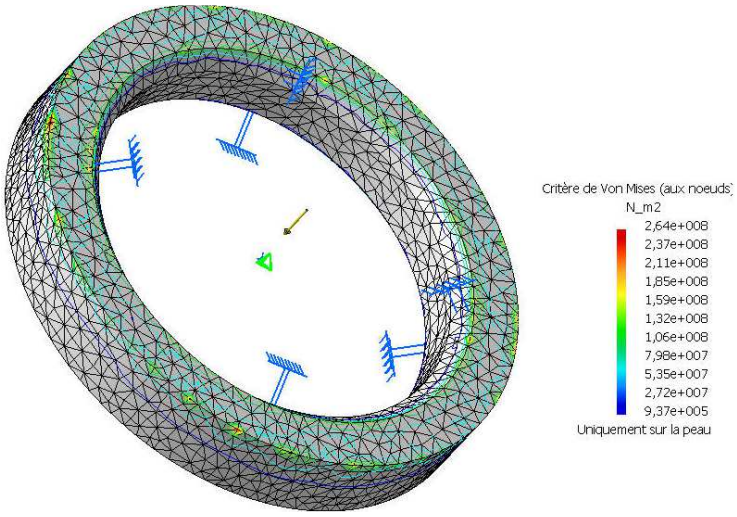
| | |
|---|---|
| Eléments | 13445 |

## 4-2 Matériau :

| | |
|---|---|
| Matériau : | Acier XC32 |
| Resistance à la rupture en MPa | 570 |
| Limite élastique en MPa | 430 |
| Densité | 7860kg_m3 |

## 4-3 Résultante des forces appliquées (F=250000N) :

| Composantes | Forces Appliqués | Reactions | Résidus | Erreur Relative |
|---|---|---|---|---|
| Fx (N) | 2.5000e+005 | -2.5000e+005 | -1.4552e-010 | 1.4576e-013 |
| Fy (N) | 1.3878e-011 | 3.2294e-011 | 4.6172e-011 | 4.6250e-014 |
| Fz (N) | -1.3044e-011 | -5.4012e-011 | -6.7056e-011 | 6.7169e-014 |
| Mx (Nxm) | 6.4226e-012 | -1.3726e-011 | -7.3033e-012 | 2.4311e-014 |
| My (Nxm) | -4.0267e+004 | 4.0267e+004 | -4.3656e-011 | 1.4532e-013 |
| Mz (Nxm) | -5.5231e+004 | 5.5231e+004 | 4.3656e-011 | 1.4532e-013 |




Maillage du cylindre par méthode des éléments finis

La simulation nous donne une contrainte maximale $\sigma = 264MPa$

On a $\sigma < R_e$ $(R_e = 430MPa)$ donc la charge appliquée sera supportée par le cylindre.

## VI. Vérification de la soudure

- **Soudage à l'électrode enrobée**

L'effort de traction appliqué sur le cylindre crée un cisaillement $\tau$ sur la soudure

- **D'après la relation de Mohr (page 238 guide des sciences) :**

On a $\tau_{max} = \frac{1.12F}{hL}$ et $L = 2 \times 2\pi R$

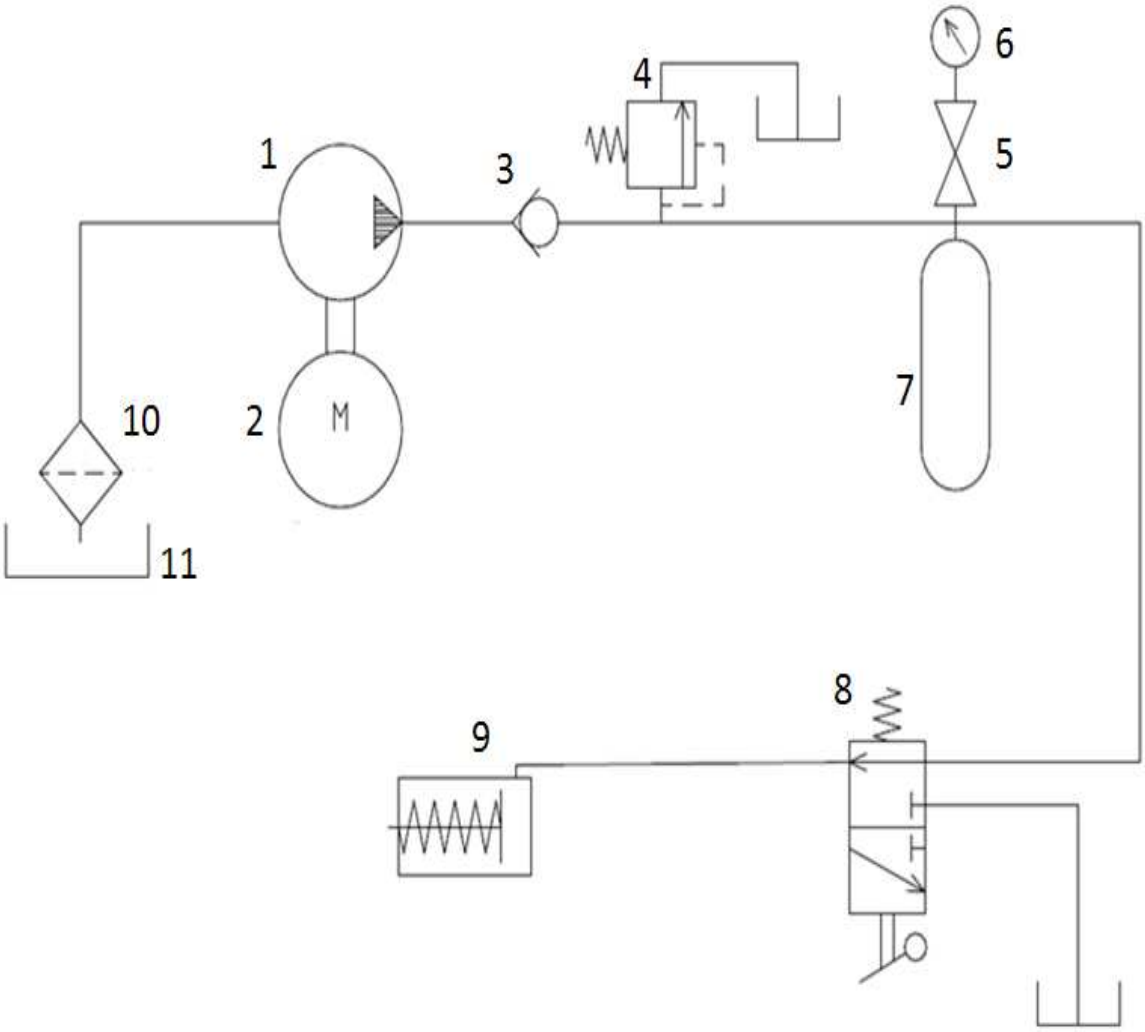
Avec $h =$ l'épaisseur $de\ soudure = 5mm$
$L = longueur\ de\ soudure = 753mm$

On a $R_{p0.2} = 380MPa$ $R_m = 470MPa$

AN $\tau_{max} = \frac{1.12F}{hL} = \frac{1.12\times250000}{5\times753} = 74.4N/_{mm^2}$ (contrainte maximale exercée dans les cordons)

On a $\tau_{max} < R_e$ donc les cordons doivent supporter la charge appliquée sur le cylindre.

## VII. Schéma hydraulique proposé




| repère | Désignation |
|---|---|
| 1 | Moteur électrique |
| 2 | Pompe a cylindrée fixe a un sens de flux |
| 3 | Clapet de non retour |
| 4 | Limiteur de pression |
| 5 | Robinet |
| 6 | Manomètre |
| 7 | Accumulateur |
| 8 | Distributeur 3/2 commandé manuel |
| 9 | Vérin simple effet |
| 10 | Filtre |
| 11 | Réservoir |

# VII. Estimation du coût des composants

## 1-Coût des matières premières

Les prix des matières premières en fonction des dimensions de brute avant l'usinage.

| pièces | Mrts | Prix Unitaire(DH) | Nombre | Prix(Dh) |
|---|---|---|---|---|
| acier rond 5 mètres, diamètre 40mm | A37 (E24) | 430 | 1 | 430 |
| Rondelles élastique | - | 1 | 12 | 12 |
| Cornières à ailes égales $L30 \times 30 \times 4$ | S235 | 200 | 1 | 200 |
| Deux Porte arrière | XC32 | 330 | 1 | 330 |
| Deux Portes extracteurs | XC38 | 585 | 1 | 585 |
| Cylindre de blocage de porte | XC32 | 120 | 1 | 120 |
| Tube rond $15 \times 3$ | A33 | 70 | 1 | 70 |
| Tôle e=3 | S236 | 90 | 1 | 90 |
| Tôle e=5 | S236 | 175 | 1 | 175 |
| roues | _ | 70 | 4 | 280 |
| Écrou H_M30 | 35CrMo04 | 3 | 12 | 36 |
| Écrou H_M10 | 35CrMo04 | 2 | 4 | 8 |
| Écrou H_M5 | 35CrMo04 | 1 | 16 | 16 |
| Vis H_M10 | 35CrMo04 | 2 | 4 | 8 |
| Vis H_M5 | 35CrMo04 | 1 | 16 | 16 |
| Total prix(Dh) | | | | 2376 |

## 2-Coût des composants hydrauliques proposés:

| pièces hydraulique | Prix (DH) |
|---|---|
| vérin hydraulique simple effet | 1500 |
| Pompe hydraulique | 2000 |
| Moteur électrique | 1000 |
| Filtre | 200 |
| Clapet anti-retour | 100 |
| Limiteur de pression | 200 |
| Manomètre | 150 |
| Robinet | 30 |
| Accumulateur | 150 |
| Distributeur 3/2 commande manuelle | 200 |
| Prix total(Dh) | 5530 |

- Dans le but de minimiser le coût de réalisation en récupérant quelque pièce qui est déjà existée.

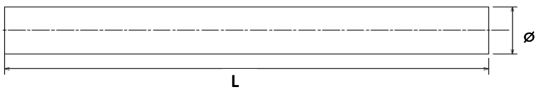
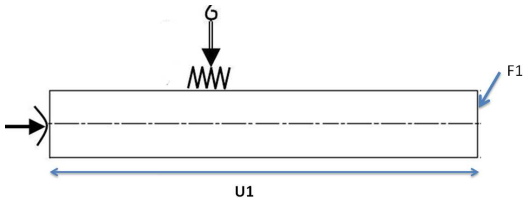
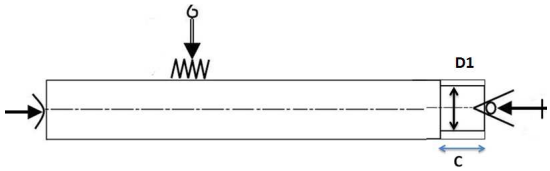
Troisième partie

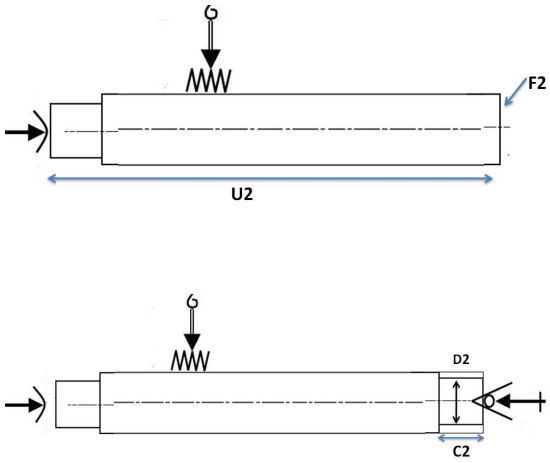
# ANNEXES

Quatrième partie

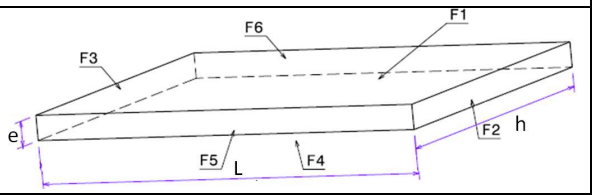
# GAMME D'USINAGE

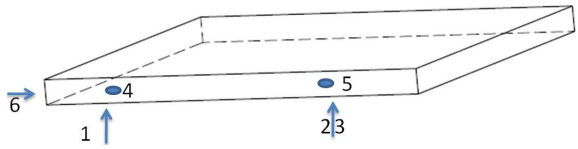
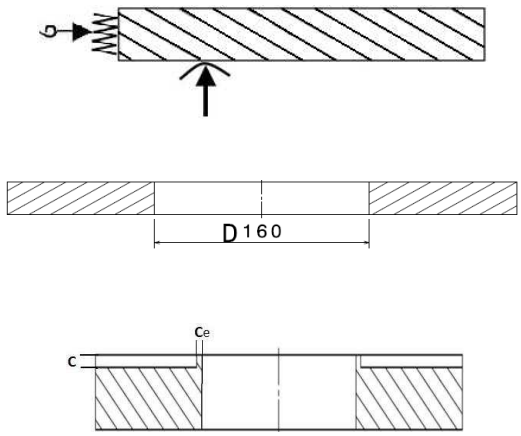
## I- L'arbre :

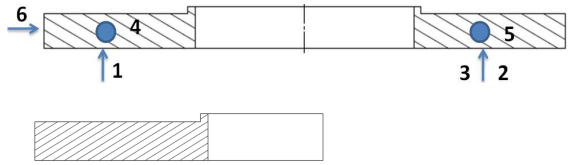
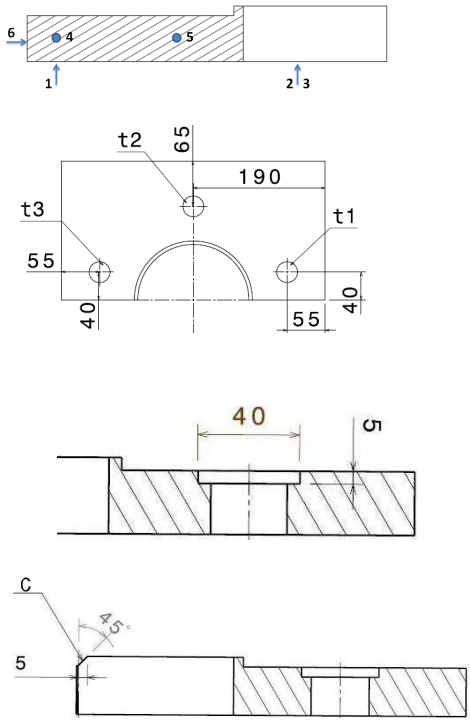
| Gamme d'usinage | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Établissement : ONCF Oujda | | Pièce : arbre | | Matière : A37 |
| Nom : Abdeslam & Aicha | | Nombre : 6 | | Date : 06/06/2011 |
| $N^o$de phase | Opération | Machine | outils | Mise en position |
| 00 | Contrôle de brut $L = 585 \quad \emptyset = 40$ | | |  |
| 10<br>A<br>B | • Mise en position<br>serrage sur le mandrin 3 mors<br>Appui ponctuel sur $F_2$<br>• Dresser $F_1$en finition $U_1 = 582.5mm$<br>• Centrage $F_1$<br>• Appui ponctuel sur $F_1$<br>• Charioter en finition $D_1 = 30mm \quad C = 40$<br>• Chanfreiner en finition $\alpha = 45^0 \quad ; 1mm$<br>• Filetage sur $D_1$ en finition le pas $= 3{,}5mm$ | Tournage au tour // | Outil couteau<br>Foret a centré<br>Outil charioté<br>Outil a fileté |  <br>  |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20<br>A<br><br><br><br><br><br><br><br>B | inverse la pièce<br>• Serrage sur le mandrin 3 mors<br>Appui ponctuel sur $F_1$<br>• Dresser $F_2$en finition $U_2 = 580$<br>• centrage $F_2$<br>appui ponctuel sur $F_2$<br>• charioter en finition $D_2 = 30$ ; $C_1 = 40$<br>• chanfreiner en finition $\alpha = 45$ ; $1mm$<br><br>• filetage sur $D_1 = 30$ le pas= $3{,}5mm$ | Tournage au tour // | Outil couteau<br><br>Foret a centré<br><br>Outil charioté<br><br>Outil a fileté |  |

## II- Porte extracteur :

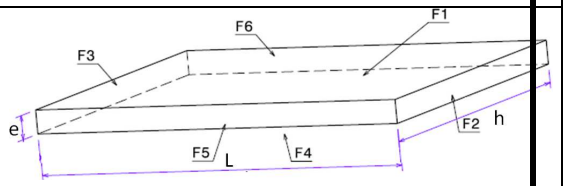
| Gamme d'usinage | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Établissement : ONCF Oujda | | Pièce : porte extracteur | | Matière : XC 38 |
| Nom : Abdeslam & Aicha | | Nombre : 1 | | Date : 06/06/2011 |
| $N^o$de phase | Opération | Machine | Outils | Mise en position |
| 00 | Contrôle de brut<br>$L = 385$ ; $h = 400$ ;<br>$e = 35$ | | |  |

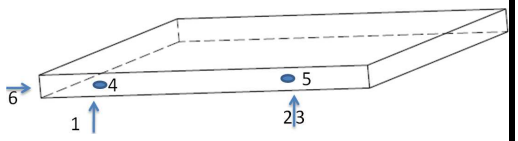
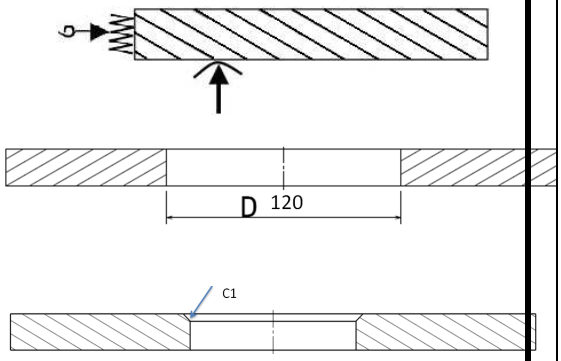
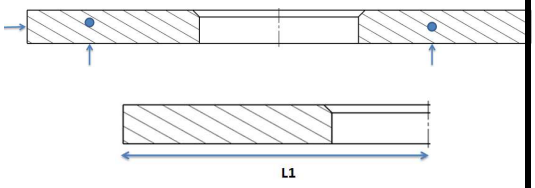
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10<br><br><br><br><br>A<br><br><br><br>B | • Mise en position<br><br>Appui plan (1 ; 2 ; 3) sur $F_4$<br>Appui linéaire (4 ; 5) sur $F_5$<br>Butée (6)<br>• Surfaçage $F_1$en finition $U_1 = 582.5mm$<br>• Surfacer $F_3$et $F_2$ en finition $U_2 = 400mm$<br><br>Inverser la pièce<br>• Appui plan (1 ; 2 ; 3) sur $F_1$<br>Appui plan (4 ; 5) sur $F_2$<br>• Surfacer $F_4$en finition $U_3 = 30mm$<br>• Surfacer $F_1$et $F_1$en finition $U_4 = 380mm$ | Fraiseuse universelle | Fraise deux tailles<br>$\emptyset = 40$ |  |
| 20 | • Mise en position<br>Serrage sur mandrin 4 mort indépendant<br>Appui ponctuel sur $F_1$<br>• Centrage au centre de pièce<br>• Perçage en $\emptyset 7^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 14^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 28^{h8}$<br>• Alésage en $\emptyset = 160mm$<br>• Dressage $C = 5mm$et | Tournage au tour // | Foret à centrer<br>Foret $\emptyset 7^{h8}$<br>Foret $\emptyset 14^{h8}$<br>Foret $\emptyset 28^{h8}$<br>Outil à aléser<br>Outil à dresser d'angle |  |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $C_e = 5mm$ | | | |
| 30 | • Mise en position<br>Appui plan (1 ; 2 ; 3)<br>Appui linéaire (4 ; 5)<br>Butée (6)<br>Scie la pièce en deux parties<br>$L_1 = 200$ | Fraiseuse universelle | Scie 1 taille<br>$\emptyset 100$ ; $e2$ |  |
| 40 | • Mise en position<br>Appui plan (1 ; 2 ; 3)<br>Appui linéaire (4 ; 5)<br>Butée (6)<br>Centrer les trous<br>$t_1(L_1 = 40; h_1 = 55)$<br>$t_2(L_2 = 40; h_2 = 55)$<br>$t_3(L_3 = 65; h_3 = 190)$<br>• Perçage en $\emptyset 7^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 14^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 28^{h8}$<br>• Perçage en | Fraiseuse universelle | Foret à centrer<br>Foret $\emptyset 7^{h8}$<br>Foret $\emptyset 14^{h8}$<br>Foret $\emptyset 28^{h8}$<br>Foret $\emptyset 32^{h8}$<br>Outil à aléser<br>Fraise deux tailles |  |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\emptyset 32^{h8}$<br>• Aléser les trous en $\emptyset 40$<br>• Chanfreiner C en finition<br>$\alpha = 45^0$ ;$5mm$ | | $\emptyset = 40$ | |

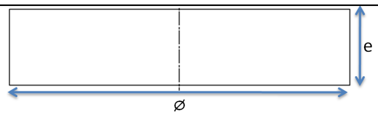
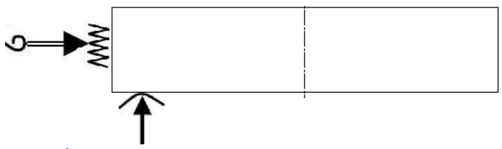
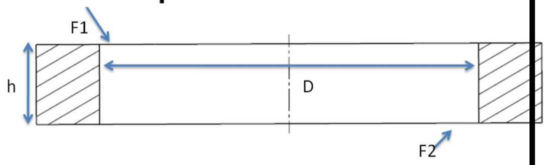
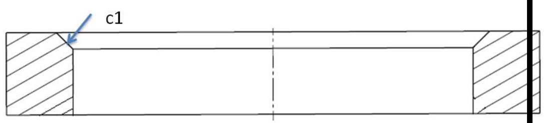
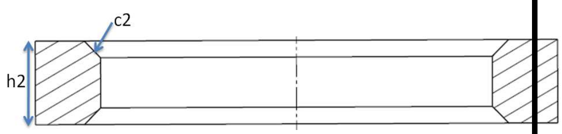
## III-porte arrière :

| Gamme d'usinage | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Établissement : ONCF Oujda | | Pièce : porte arrière | | Matière : XC32 |
| Nom : Abdeslam &Aicha | | Nombre : 1 | | Date : 06/06/2011 |
| $N^o$de phase | Opération | Machine | outils | Mise en position |
| 00 | Contrôle de brut<br>$L = 385$ ; $h = 400$ ;<br>$e = 35$ | | |  |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10<br><br>A<br><br>B | • Mise en position<br>Appui plan (1 ; 2 ; 3) sur $F_4$<br>Appui linéaire (4 ; 5) sur $F_5$<br>Butée (6)<br>• Surfaçage $F_1$en finition $U_1 = 582.5mm$<br>• Surfacer $F_3$et $F_2$ en finition $U_2 = 400mm$<br>Inverser la pièce<br>• Appui plan (1 ; 2 ; 3) sur $F_1$<br>Appui plan (4 ; 5) sur $F_2$<br>• Surfacer $F_4$en finition $U_3 = 30mm$<br>• Surfacer $F_1$et $F_1$en finition $U_4 = 380mm$ | Fraiseuse universelle | Fraise deux tailles<br>$\emptyset = 40$ |  |
| 20 | • Mise en position<br>Serrage sur mandrin 4 mort indépendant<br>Appui ponctuel sur $S_1$<br>• Centrage au centre de pièce<br>• Perçage en $\emptyset 7^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 14^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 28^{h8}$<br>• Alésage<br>en $\emptyset = 120mm$<br>• Chanfreiner$C_1$ en finition $\alpha = 45\ ; 5mm$ | Tournage au tour // | Foret à centrer<br>Foret $\emptyset 7^{h8}$<br>Foret $\emptyset 14^{h8}$<br>Foret $\emptyset 28^{h8}$<br>Outil à aléser<br>Outil à dresser d'angle |  |
| 30 | • Mise en position<br>Appui plan (1 ; 2 ; 3)<br>Appui linéaire (4 ; 5)<br>Butée (6)<br>• Scie la pièce en deux parties $L_1 = 200$ | Fraiseuse universelle | Scie 1 taille<br>$\emptyset 100\ ; e2$ |  |

## IV-cylindre de blocage des portes :

| Gamme d usinage | | |
|---|---|---|
| Établissement : ONCF Oujda | Pièce : cylindre de blocage des portes | Matière : XC32 |
| Nom : Abdeslam &Aicha | Nombre : 1 | Date : 06/06/2011 |

| $N^o$ de phase | Opération | Machine | outils | Mise en position |
|---|---|---|---|---|
| 00 | Contrôle de brut<br>$\emptyset = 160mm$ ;<br>$e = 35mm$ | | |  |
| 10<br>A<br>B | • Mise en position<br>serrage sur le mandrin 3 mors<br>Appui ponctuel sur $F_2$<br>• Dresser $F_1$ en finition $h = 32.5$<br>• Centrage au centre de pièce<br>• Perçage en $\emptyset 7^{h8}$<br>• Perçage en $\emptyset 14^{h8}$<br>Perçage en $\emptyset 28^{h8}$<br>• Alésage en $\emptyset = 120mm$<br>• Chanfreiner $C_1$ en finition $\alpha = 45$ ; $5mm$<br>inverse la pièce<br>• Chanfreiner $C_2$ en finition $\alpha = 45$ $5mm$ | Tournage au tour // | Outil couteau<br>Foret à centrer<br>Foret $\emptyset 7^{h8}$<br>Foret $\emptyset 14^{h8}$<br>Foret $\emptyset 28^{h8}$<br>Outil à aléser<br>Outil à dresser d'angle |     |

---
Faculté des Sciences et Techniques - Fès - B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
☎ 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14 Web : http://www.fst-usmba.ac.ma/

# Conclusion

Durant cette période, nous avons pu s'adapter à travailler en groupe et respecter les règles internes de l'entreprise en montrant la bonne conduite et l'assiduité.

D'une part on a pu acquérir une formation très agréable et enrichissante, ça nous a permis de s'intégrer facilement et particulièrement au sein de l'EMIO, ce qui a permis de raccorder notre esprit à la discipline, la qualité et la sécurité.

D'autre part, nous avons pris des idées sur ***les démarches pour réaliser une conception mécanique, en utilisant*** la méthode des éléments finis***, la simulation statique appliquée par le logiciel CatiaV5R18,*** et finalement la proposition des solutions technique liées à la maintenance des différents équipements des chemins de fer.