

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Conception d'une machine centreuse des arbres bruts de diamètre entre 180 et 400 mm.

Lieu : OPC Khouribga

Référence : /11GI

Préparé par :

-Yassir BOUTAHRI

- Kamal BAIROUK

Soutenu le 17 Juin 2011 devant le jury composé de :

- Pr. M. KAGHAT. (Encadrant FST)
- Pr. M. CHERKANI-Hassani. (Examineur)
- Pr. M.EL OUZAZANI. (Examineur)
- Mr. CHAIBI. (Encadrant Société)

DEDICACES

A nos pères affectueux, A nos très chères mères.

Aucune dédicace ne saurait exprimer nos sentiments, que Dieu le tout puissant vous préserve et vous procure santé et longue vie.

A nos professeurs et en particulier Mr. ELKEGHAT pour leurs énormes efforts.

A nos sœurs et nos frères, pour l'amour, le respect et le courage qu'ils nous ont toujours octroyés.

A nos familles.

A tous nos amis.

On vous dédie ce travail, expression de notre profonde affection, avec tous nos vœux de bonheur et de succès dans votre vie.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent en particulier M. Kaghat, notre encadrant, qui nous a beaucoup aidé et guidé par ses conseils, durant toute la période de ce projet de fin d'étude.

Nous tenons à remercier également les membres du jury : M. Cherkani et M. EL Ouazzani.

Nous adressons nos vives gratitudee à notre encadrent de stage Mr. Chaibi, qui nous a consacré son temps et qui a été bien disponible avec ses conseils et ses remarques prodiguées tout au long de la période du stage.

Nous tenons à remercier vivement M. Alaoui, M. Benmoussa, M. Kablani et M. Bachouch pour leurs conseils et leur assistance continue pendant cette période de stage.

Nos vives gratitudee sont adressées aussi à l'ensemble du personnel du MNK/LM/X, notamment les chefs d'ateliers, les chefs d'équipe et les ouvriers qui ont mis tout leur savoir-faire et leur expérience à notre disposition.

Nous tenons à remercier infiniment toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Sommaire

| | |
|--|----|
| DEDICACES | 2 |
| REMERCIEMENTS | 3 |
| Introduction | 6 |
| Chapitre 1: Présentation du groupe OCP et du service d'accueil. | 7 |
| I. Présentation du groupe OCP..... | 7 |
| 1. Introduction : | 7 |
| 2. Historique : | 7 |
| 3. Statut juridique : | 8 |
| 4. Statut économique : | 8 |
| 5. Situation géographique : | 9 |
| 6. Organigramme de l'OCP : | 11 |
| 7. Les filiales du groupe OCP : | 11 |
| 8. Rôle de l'OCP : | 12 |
| 9. Mission du groupe OCP : | 13 |
| 10. Organisation du personnel : | 14 |
| II. Présentation du service d'accueil..... | 15 |
| 1. Présentation de la Direction des Exploitations Minières de Kouribga : | 15 |
| 2. Présentation de la Division Maintenance Centralisée : | 17 |
| 3. Présentation du service Ateliers Centraux et Garages MNK/LM/X. | 18 |
| Chapitre 2: Etude de la machine centreuse. | 36 |
| I. Analyse de problème..... | 36 |
| 1. La méthode QQQQCP : | 36 |
| II. Proposition des solutions. | 38 |
| III. Analyse fonctionnelle..... | 41 |
| 1. Cahier de charge fonctionnelle : | 41 |
| 2. Diagramme à boîte pour analyse descendante : | 41 |
| 3. Diagramme Bête à corne : | 42 |
| 4. Diagramme pieuvre : | 42 |
| 5. Diagramme FAST (Function Analysis System Technique) : | 43 |
| 6. Méthode SADT : | 44 |
| IV. Calcul de structure..... | 45 |
| V. Les dessins de définitions de la machine centreuse : | 57 |

| | |
|----------------------|----|
| CONCLUSION | 56 |
| Annexe..... | 56 |
| Bibliographie :..... | 72 |

Introduction

Afin d'améliorer la rentabilité et augmenter la productivité de phosphate, l'OCP a suivi ces dernières années une nouvelle politique basée sur le renouvellement des anciennes installations, et ceci en augmentant leurs capacités et performances.

Les ateliers centraux sont appelés à répondre aux demandes des différents clients du groupe OCP en matière de réparation et de confection. Les machines conventionnelles sont devenues incapables d'absorber la totalité de la charge ainsi de répondre à la qualité d'usinage.

A cet effet et afin de réaliser des pièces conformes à la demande et dans les délais prévus, la section Machines-Outils vient d'être équipée de machines plus performantes et plus précises dont la rentabilité par rapport aux autres machines classiques est primordiale. Ces machines sont:

- ✓ 01 tour à commande numérique.
- ✓ 01 fraiseuse à commande numérique.

Dans ce contexte, il nous a été demandé de faire une étude sur la conception d'une centreuse des arbres bruts afin de diminuer la charge sur les machines de la section machines-outils et maximiser leur rentabilité.

Nous avons, dans ce projet, conçu la centreuse en suivant les étapes suivantes :

- ✓ Analyse de problème : méthode QQQQCP.
- ✓ Choix d'une solution.
- ✓ Analyse fonctionnelle.
- ✓ Calcul de structure.

Nous avons ensuite réalisé les dessins de définitions et le schéma cinématique à l'aide du logiciel AUTOCAD.

Chapitre 1: Présentation du groupe OCP et du service d'accueil.

I. Présentation du groupe OCP.

1. Introduction :

L'office chérifien de phosphates est la société qui a pris en main la production des phosphates du sol Marocain, avec une chaîne partant de la recherche du phosphate (prospection) jusqu'à l'exportation de ce dernier vers l'extérieur. Depuis sa création en 1920 jusqu'aujourd'hui, et dans le souci d'amélioration de la production et des conditions des travailleurs le groupe OCP est devenu le géant incontournable dans l'exploitation du phosphate en mettant tous les outils de gestion tel les cercles de qualité, la TPM, en passant par la certification et surtout l'implantation de la GMAO. Par sa production et son tonnage l'OCP devient le leader en matière de phosphates, surtout par sa ville Khouribga qu'on nomme «capitale mondiale du phosphate».

2. Historique :

Depuis sa création, le groupe OCP n'a cessé de s'agrandir et d'évoluer. Les étapes les plus importantes dans son évolution sont :

1920 : la France prit la décision d'instituer au profit de l'état marocain le monopole de l'exploitation des aménagements et de l'exploitation des phosphates au Maroc.

7/08/1920 : est la date de création de l'office chérifien des phosphates.

1921 : 33.000 tonnes de phosphates ont été extraites la production de ce centre atteint 1.828.431 tonnes.

1930 : le service du centre de Youssoufia.

1932 : procurera à L'OCP 6.960 tonnes supplémentaires qui seront portées à 9.800.000 tonnes en 1950.

1930 : le Maroc est devenu le cinquième producteur mondial, une production d'environ 1.500.000 tonnes.

11/03/1921 : le démarrage des travaux à Oued-Zem.

03/06/1921 : la descente du premier train de phosphates.

03/06/1921 : le chargement du premier bateau de phosphate à Casablanca.

1932 : l'OCP participait en majeure partie à la construction et à l'équipement d'un nouveau port pour l'écoulement du phosphate de Youssoufia, Safi qui sera en même temps port de pêche du Maroc.

1952 : mises en œuvre de la méthode d'extraction en découverte à Khouribga.

1960 : développements de la mécanisation du souterrain à Youssoufia.

1979 : ouverture d'un troisième centre de production en découverte, le centre de Benguéir.

3. Statut juridique :

L'OCP est Une Société anonyme à caractère industriel et commercial. Il a été fondé sous la forme d'un organisme d'état. Cet établissement est dirigé par un PDG et contrôlé par un conseil administratif.

L'OCP a été constitué sous forme d'un organisme étatique, mais étant donné le caractère de ses activités industrielles et commerciales, le législateur doté d'une organisation spécifique lui permettant d'agir avec la même souplesse que les entreprises privées avec lesquelles il se trouve en concurrence.

L'OCP fonctionne ainsi comme une société dont le seul actionnaire est l'état marocain, et il est dirigé par un directeur général nommé par Dahir «Actuellement le PDG/ Mustapha TERRAB».

Le contrôle est assuré par un conseil d'administration présidé par le premier Ministre.

En ce qui concerne la gestion financière, elle est entièrement séparée de celle de l'état.

L'OCP établit son compte d'exploitation et ses prix de revient comme toutes entreprises privées.

Il est inscrit au registre de commerce, et soumis sur le plan fiscal aux mêmes obligations que n'importe qu'elle entreprise privée (patente, taxes, droit de douane, impôts sur les bénéfices, etc....).

4. Statut économique :

Etant parmi les plus importantes entreprises minières, l'OCP n'a jamais cessé d'améliorer et de développer son image de marque et la qualité de ses travaux pour assurer à bon escient sa raison d'être qui est l'extraction, le traitement et la commercialisation des phosphates.

Il importe de signaler aussi que les activités de cet établissement ne se restreignent pas à l'extraction, le traitement et la commercialisation des Phosphates brut, mais il s'agit

aussi d'une phase de transformation de cette matière en matière industrialisée dans les usines de Safi et Jorf-Lasfar, soit sous forme d'acide phosphorique, soit sous forme d'engrais.

Les besoins mondiaux en phosphates et ses dérivés ont fait de l'OCP.

Une entreprise qui jusqu'à nos jours n'a cessé de grandir et pour ce maintenir face à la concurrence des autres pays producteurs des phosphates et ses dérivés, elle se modernise, se développe continuellement et s'affirme comme le "leader" du marché mondiale des Phosphates.

En effet le fait que le Maroc dispose de trois /quarts des réserves mondiales (98% dans le centre du pays et 2% dans le sud) et que l'élément P (phosphore) n'a pas de substituant dans la fertilisation a fait de l'OCP le premier exportateur et le troisième producteurs mondiale après USA et l'ex URSS.

5. Situation géographique :

Les mines actuellement en exploitation se situent dans quatre zones. Leurs produits marchands sont exportés ou transformés localement aux usines des industries chimiques de Safi et de Jorf Lasfer.

Ces zones minières sont:

- ✓ Zone Khouribga (Ouled- Abdoun).
- ✓ Zone de Youssoufia (Gantour).
- ✓ Zone de Benguerir.
- ✓ Zone de Boucraâ.

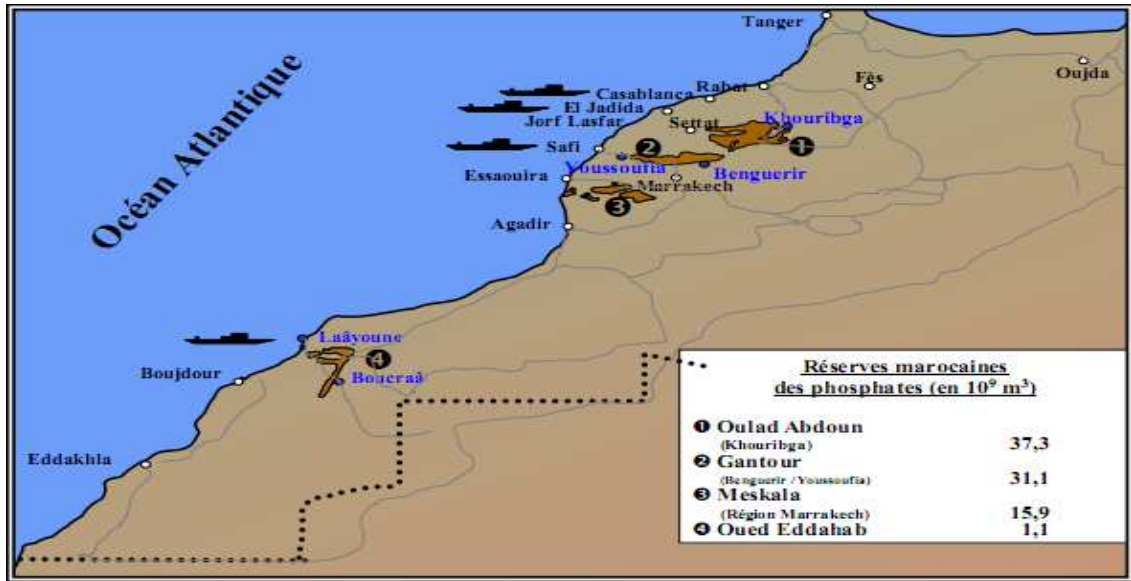


Figure 1 : Les différents sites d'exploitation.

En outre, l'OCP dispose de quatre ports d'embarquement :

- ✓ Casablanca : pour les produits de Khouribga.
- ✓ Youssoufia, Benguerir et les produits transformés localement.
- ✓ Jorf Lasfer : pour les produits locaux.
- ✓ Laâyoune : pour les produits de Boucraâ.

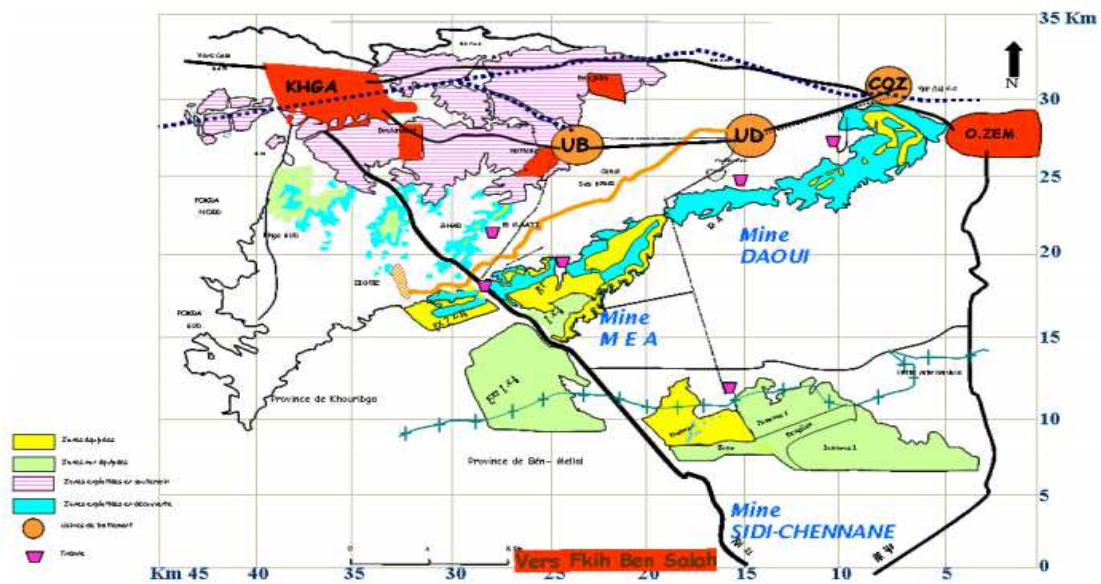


Figure 2 : Dispersion géographique des unités de production à Khouribga.

6. Organigramme de l'OCP :

Le Schéma présente l'organigramme actuel du groupe OCP avec ses filiales :

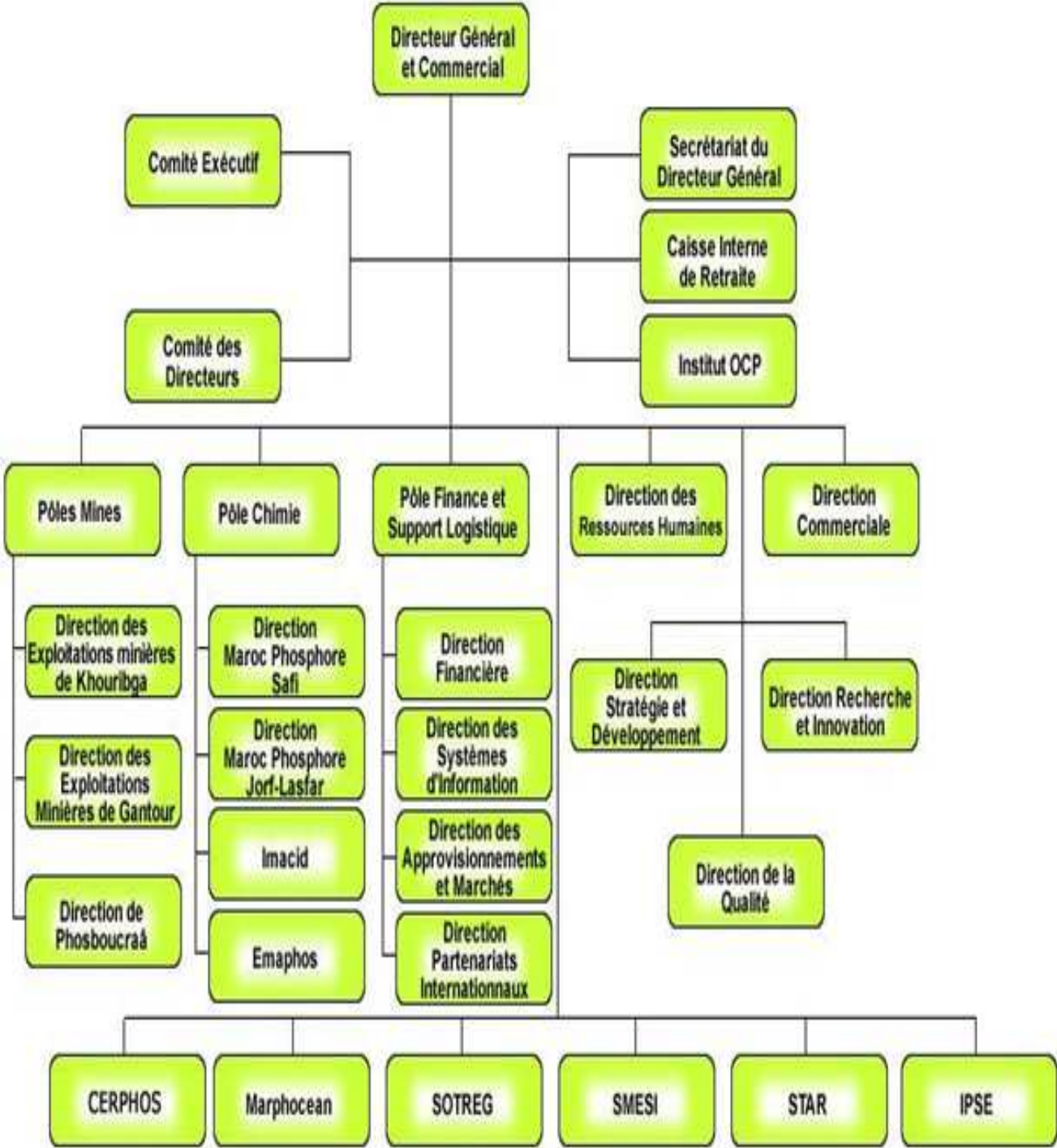


Figure 3 : Organigramme du groupe OCP.

7. Les filiales du groupe OCP :

Dans un but de diversification de son activité et afin de bénéficier d'une meilleure gestion de la richesse que l'Office a l'obligation de fructifier pour l'intérêt public, ce dernier à créer plusieurs filiales qui forment à ce jour le Groupe O.C.P.

Nous citons à ce propos en plus de l'OCP les filiales :

✓ SOTREG :

Société des Transports Régionaux comme son nom l'indique, elle a l'obligation d'assurer le transport des agents OCP travaillant à l'extérieur de la ville moyennant un prix unitaire fixé en fonction du prix de gasoil seulement, il faut citer qu'elle n'a pas un objectif lucratif.

✓ SMESI :

Société Marocaine d'Etudes Spéciales et Industrielle chargé d'assurer des études industrielles objectives et pratiques pour le compte de l'OCP.

✓ MARPHOCEAN :

Société de Transport Maritime des Produits Chimiques, cette dernière est chargée d'assurer le transport maritime des produits chimiques du Groupe.

✓ I.P.S.E :

Institut de Promotion Socio-éducative, elle dispense un enseignement fondamental de qualité pour les fils des agents du Groupe.

✓ MAROC PHOSPHORE :

Chargé du traitement industriel du phosphate et de sa mise en valeur en produisant les principaux dérivés de ce minerai.

✓ PHOSBOUCRAA :

Extraction et Traitement (lavage et séchage) du phosphate du gisement BOUCRAA.

8. Rôle de l'OCP :

Les ventes totales de l'OCP ont atteint 21 millions de tonnes de phosphate brut en 1990 pour ce fait l'OCP emploie environ 30000 personnes à travers tout le Maroc ces deux facteurs en font deux éléments clés de l'économie marocaine.

La direction générale de L'OCP coiffe plusieurs directions.

Actuellement l'OCP est devenue une grande entreprise avec son évalue à 75% des ressources mondiales.

9. Mission du groupe OCP :

L'OCP occupe une place importante tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale ; le Maroc est le 3ème producteur et le 1ère exportateur du phosphate dans le monde.

L'OCP assure les fonctions suivantes :

✓ EXTRACTION :

Il s'agit d'extraire le phosphate brut, des différentes zones minières où il se trouve soit en découverte (ciel ouvert) ou souterrain. Elle consiste à enlever le phosphate de la terre, et cela s'établit en quatre opérations : forage, sautage, décapage et défruitage.

✓ TRAITEMENT :

C'est une opération qui doit s'effectuer après l'extraction, pour que le phosphate devienne plus riche et donc plus sollicité pour sa qualité.

✓ TRANSPORT :

Une fois le phosphate extrait puis traité, il est transporté vers les ports (Casablanca, Safi, ou Jadida) pour son exportation vers l'étranger aux différents pays du monde (clients).

✓ VENTE :

On peut distinguer 2 types de ventes :

- Livraison du phosphate naturel (brut).
- Vente sous forme d'acides phosphoriques ou engrais à la suite d'une valorisation d'une partie de la production dans les usines chimiques de Safi ou de Jorf Lasfar.

D'autres parts, l'OCP n'a pas cessé d'améliorer ses compétences dans des domaines divers tels que :

L'étude des gisements et des minières :

- ✓ La mécanisation de l'extraction à ciel ouvert.
- ✓ La mise au point et la diversité des méthodes de traitement.
- ✓ La formation et le perfectionnement du personnel (15000 agents par an).
- ✓ Des cercles de qualité (500).
- ✓ Des groupes d'amélioration qualité.

La mission du groupe O.C.P peut être résumée dans deux points :

- ✓ Extraire le phosphate brut et le traiter pour le commercialiser.
- ✓ Valorise une partie à la production dans les usines chimiques, soit sous forme d'acide phosphorique, soit sous forme d'engrais.

10. Organisation du personnel :

- ✓ Personnel Hors-Cadres :

Il est classé selon les fonctions ci-après :

- Directeur.
- Chef de Division.
- Chef de service.

- ✓ Personnel TAMCA et OE :

Cette catégorie est répartie en 5 groupes professionnels, elle se compose de deux à trois niveaux, et à chaque niveau correspond une catégorie ou échelle.

Par catégorie, il y'a lieu d'entendre le personnel O.E (Ouvriers et Employés), et par échelle le personnel TAMCA (Technicien Agents de Maîtrise et Cadres Administratifs).

| | | |
|------------------------|--------------|--|
| Les Hors Cadre | | Les Ingénieurs - Les Médecins - Les Chefs de service |
| X6 | TAMCA | Chef d'atelier |
| X5 | | Contre Maître |
| X4 | | Contre Maître |
| X3 | | Chef d'équipe |
| OE | | Ouvrier Employé |
| Catégorie 7 | | Ouvrier Professionnel 1 ^{er} Classe |
| Catégorie 6 | | Ouvrier Professionnel 2 ^{ème} Classe |
| Catégorie 5 | | Ouvrier Professionnel |
| Catégorie 4 | | Ouvrier Qualifié |
| Catégorie 3 - 2 | | Ouvrier Spécialisé |

Tableau 1 : Organisation du personnel de l'OCP.

✓ Effectif :

L'OCP emploi des effectifs très important relevant de divers domaines (chimie, mécanique, mine, gestion, recherche), et son statut est régi par le « statut du mineur » du premier janvier.

1973. Le groupe OCP emploie 21960 employés répartis comme suite :

| Catégorie | Effectifs | Structure en % |
|--|-----------|----------------|
| Ouvriers et Employés (O.E) | 15782 | 69 % |
| Techniciens, Agents de Maîtrise et Cadres Administratifs | 5078 | 23.2 % |
| Ingénieurs et Assimilés | 789 | 3.6 % |
| Temporaires | 911 | 4.2 % |
| Total | 21960 | 100 % |

Tableau 2 : L'effectif du groupe OCP.

✓ Horaires :

Le Personnel travaille selon les horaires ci –après :

- ✓ De 06 H 00 à 14 H 00 : 1ère Poste.
- ✓ De 14 H 00 à 22 H 00 : 2ème Poste.
- ✓ De 22 H 00 à 06 H 00 : 3ème Poste.
- ✓ De 07 H 00 à 16 H 00 : Poste continu.

Sirène pour les employés de bureau :

- ✓ De 7 H 00 à 12 H 00 - De 14 H 00 à 18 H 00.

II. Présentation du service d'accueil.

1. Présentation de la Direction des Exploitations Minières de Khouribga :

Le groupe OCP est composé de plusieurs directions parmi lesquelles on trouve la direction d'exploitation minière de Khouribga (MNK).

Cette direction est chargée de l'extraction du phosphate, son traitement, son expédition, la maintenance de son parc matériel et la gestion administrative.

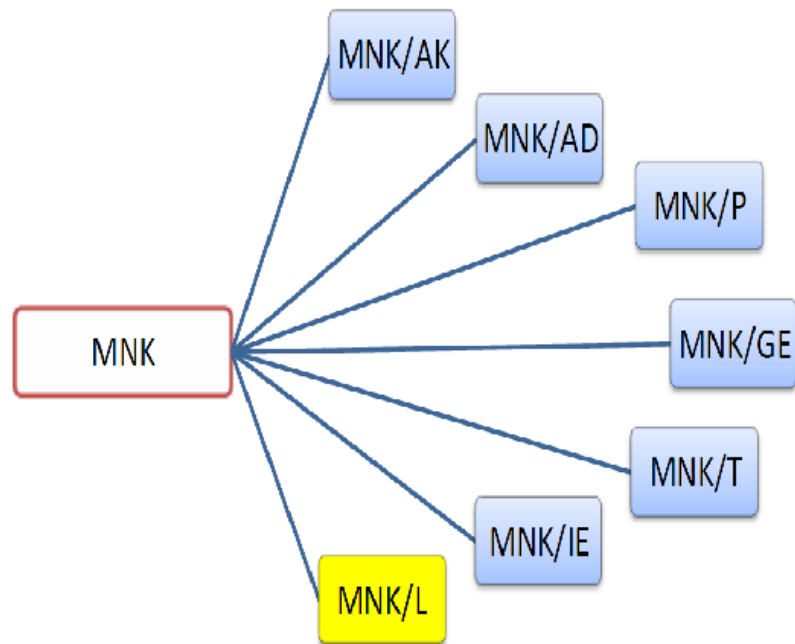


Figure 4 : Les différentes directions du Pôle Mine de Khouribga.

- ✓ MNK/P: Direction Production Khouribga.
- ✓ MNK/T : Direction Traitement Khouribga et embarquement.
- ✓ MNK/L : Direction logistique et projets d'amélioration.
- ✓ MNK/AK : Division Administrative et sociale.
- ✓ MNK/AD : Département Achats Décentralisés.

- ✓ MNK/IE : Etude Economique et système d'information.
- ✓ MNK/GE : Service Géologie.

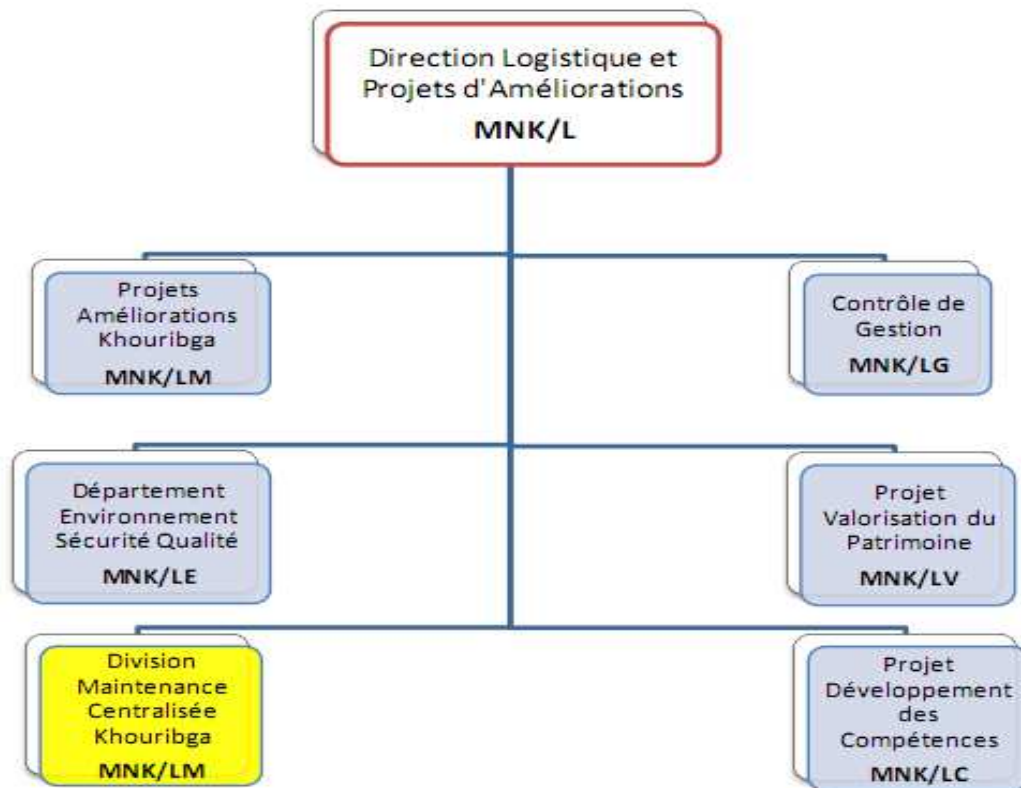


Figure 5 : Les différentes divisions de la Direction Logistique MNK/L.

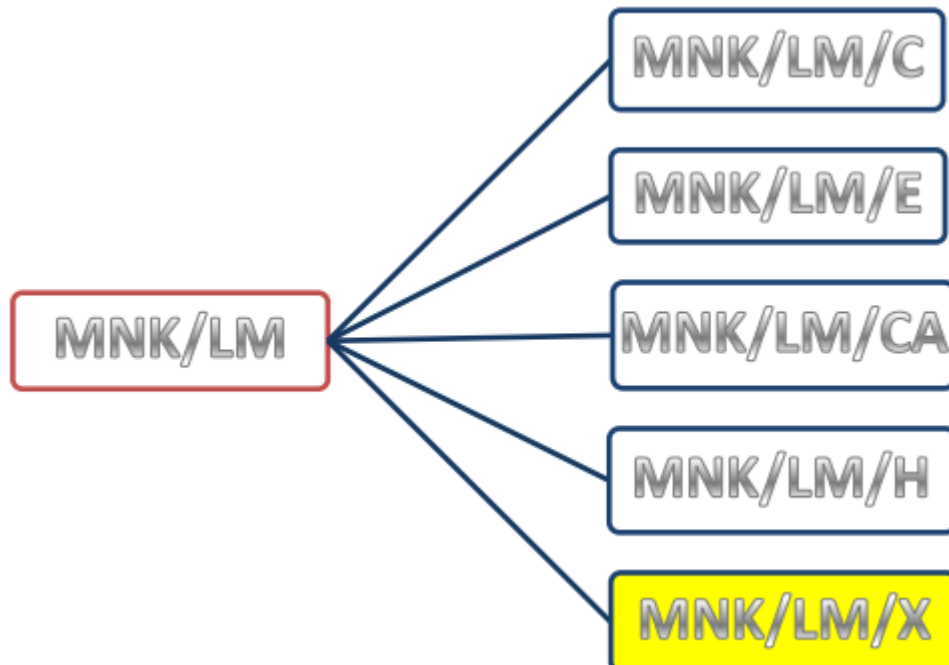
2. Présentation de la Division Maintenance Centralisée :

Suite au besoin des différentes directions du groupe OCP a un service qui s'occupe de toutes les opérations de maintenance et remise en état du matériel et d'installation chaque production de défaillance la division centralisé a été créé pour évoluer vers un milieu compromis entre des besoins et des exigences tant que techniques, économiques ou humains.

Elle se compose des services suivants :

- ✓ Service sécurité et environnement (MNK/LM/H).
- ✓ Service électricité et eau (MNK/LM/E).

- ✓ et garage (MNK/LM/X). Service Atelier centraux
- ✓ externalisation (MNK/LM/T). Service sous-traitance et
- ✓ Service laboratoire



contrôle de qualité (huiles et bandes) (MNK/LM/C).

Figure 6 : Les différents services de la Division PMK/LM.

3. Présentation du service Ateliers Centraux et Garages MNK/LM/X.

3.1 Historique :

Dès le démarrage de l'exploitation du phosphate en 1921, la nécessité d'avoir des ateliers se fait sentir pour répondre à un besoin de confection ou de réparation en vue de satisfaire les exigences des services d'extraction du phosphate.

Nous traçons ci-après les grandes dates de démarrage des ateliers des différentes sections des ateliers centraux.

- ✓ 1931 : Construction de 1er atelier qui va renfermer tous les corps de métier qui abrite actuellement la section ajustage.
- ✓ 1947 : Construction des nouvelles ateliers de :
 - Machines-outils.
 - Chaudronnerie.
 - Mécanique-auto.
 - Menuiserie bois.

- ✓ 1949 : Construction de la station service et garage.
- ✓ 1969 : Création des laboratoires de contrôle de qualité.
- ✓ 1977 : Construction du super atelier.

Les Ateliers Centraux et Garage faisaient partie intégrante de la Division Extraction.

Khouribga DEK / EK depuis la réorganisation de l'OCP dans les années soixante.

3.2 Mission du service :

Les ateliers centraux de Khouribga (MNK/LM/X) sont des ateliers de prestations qui répondent aux besoins de toutes les entités de groupe O.C.P en matière de réparation et confection des pièces mécaniques par différentes opération d'usinage, pour assurer la maintenance du matériel d'extraction du phosphate (dragline, pelles mécaniques, camions et engins de terrassement) et des installations fixes (criblage, manutention et séchage). Ces ateliers font preuve d'une contribution efficace au maintien d'une bonne disponibilité des équipements de production. En effet, les meilleures conditions de coût, délai et qualité, dont sont traités les travaux urgents aux ateliers centraux, permettent de parer à des pertes énormes de production. D'autre part, les prestations des ateliers centraux relatives aux grandes pièces, évitent au groupe OCP l'achat de ces grandes pièces d'origine, qui sont onéreuses et dont le délai d'acquisition est de plusieurs mois. Car ces ateliers sont dotés d'un parc machines importants qui leur permet d'aborder les usinages complexes et de grandes dimensions avec souci permanent de qualité.

3.3 Organigramme MNK/LM/X :

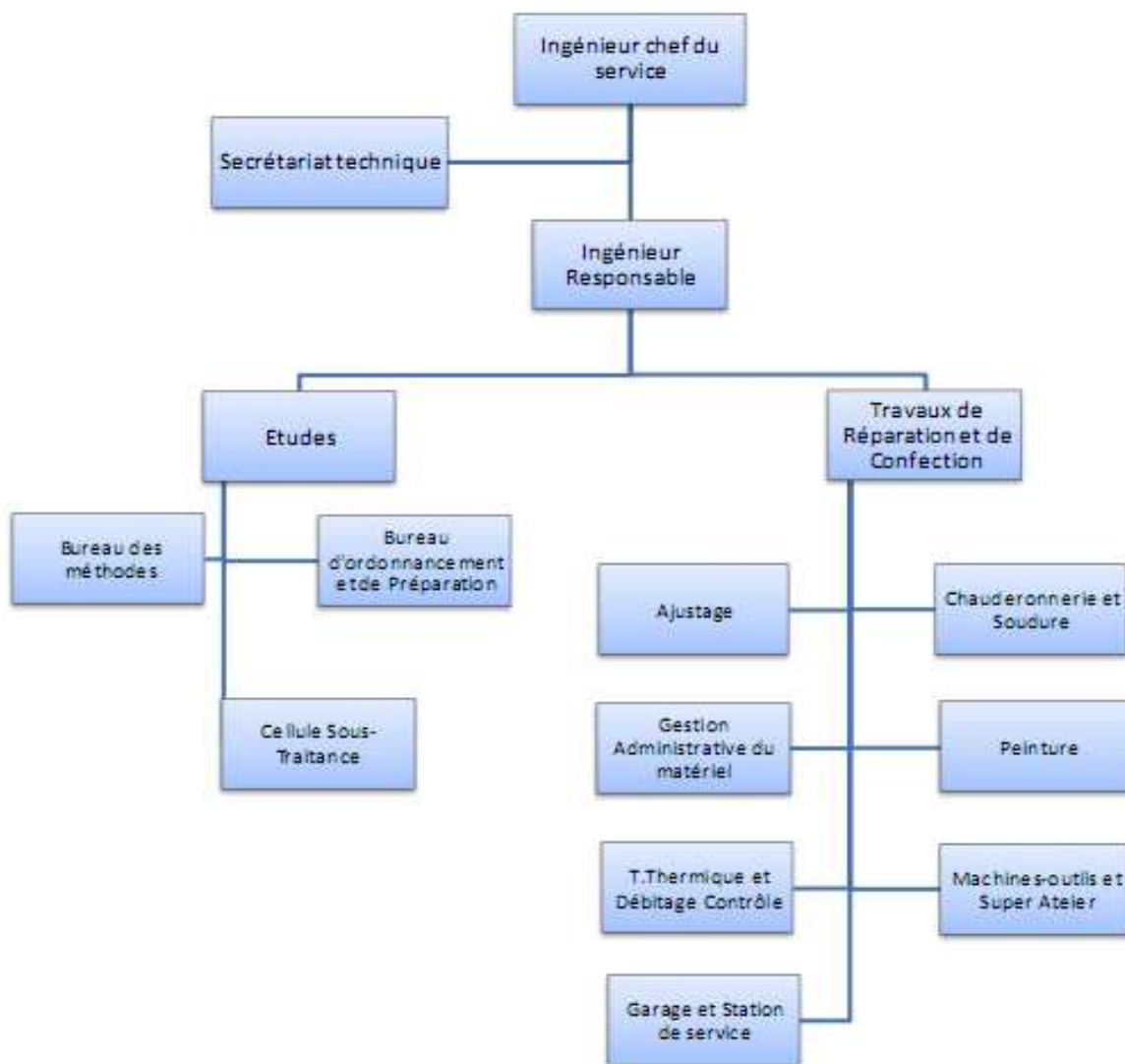


Figure 7 : Organigramme du service Ateliers centraux et garages.

3.4 Les moyens de MNK/LM/X.

3.4.1 Moyens humains :

Les Hors-Cadres : c'est la classe des ingénieurs dont les échelles 1 à 8, (Ingénieurs et assimilés).

Les TAMCAS : ils sont désignés par la lettre « X » et varient de X1 jusqu'à X6, (Techniciens Agent de Maîtrise et Cadre Administratifs).

Les OE (Ouvriers et Employés) : spécialisés et leurs aides.

3.4.2 Moyens matériels :

Les ateliers centraux sont dotés du moyen matériel très important en effet, en plus du matériel informatique (micros liées à un réseau), le matériel du bureau et matériel divers, les ateliers disposent d'un nombre important de véhicules, engins, et machines qui sont indiqués dans le dans tableau suivant:

| Moyens et matériels | Nombre |
|-----------------------|--------|
| Machines | 60 |
| Véhicules | 155 |
| Engins de manutention | 8 |

Tableau 3 : Les moyens matériels disponibles dans les Ateliers Centraux.

3.5 Les activités exercées par MNK/LM/X :

- ✓ la maintenance mécanique et électrique du patrimoine OCP.
- ✓ l'usinage des pièces mécaniques.
- ✓ la confection des Ouvrages de chaudronnerie et de menuiserie.
- ✓ la réparation des sous-ensembles mécanique des véhicules automobile de Khouribga et différentes installations.
- ✓ La confection et réparation de pièces suivant modèles ou planes.
- ✓ La location des véhicules aux différents services de la zone.

3.6 Les différentes sections de MNK/LM/X :

Les ateliers Centraux comportent des sections exécutantes productives et des sections non productives.

3.6.1 Les sections exécutantes productives :

Elles sont chargées de la réalisation des différents travaux confiés aux ACX. D'autres parts elles sont appelées services productifs parce que ce sont eux qui produisent les revenus des ACX par les prestations qu'ils fournissent.

a. Section Machines-Outils :



Figure 8 : La section Machines-Outils.

Cette section se classe parmi les sections productives des ateliers centraux. Elle joue un rôle primordial au niveau de travaux et des tâches à réaliser.

Vu sa préoccupation et sa charge de travail, elle représente le cœur du service LM/X. En effet, elle s'occupe de la réparation et de la confection des pièces métalliques par différentes opérations d'usinage à savoir : le FRAISAGE et le TOURNAGE.

Sous cette section il existe le super atelier qui contient des grandes machines dont trois sont numériques.

Les différents types de machines existantes dans cette section sont les suivants avec leurs fonctions :

| Machines | Travail effectué |
|-------------------------------|--|
| TOURS PALLELES | <ul style="list-style-type: none"> • Chariotage et dressage • Filetage • Perçage et alésage • Chambrage • Turnage conique |
| FRAISEUSE | <ul style="list-style-type: none"> • Surfaçage • Le taillage des dentures et des cannelures • Le détournage • Le rainurage |
| ALESEUSE | <ul style="list-style-type: none"> • L'alésage des pièces volumineuses • Le surfaçage • Le filetage extérieur et intérieur • Le fraisage |
| RECTIFIEUSE PLANE CYLINDRIQUE | <ul style="list-style-type: none"> • Rectifie les pièces prismatiques • Rectifie les pièces cylindriques |
| AFFUTEUSE | <ul style="list-style-type: none"> • Affûtage des outils de coupe |
| MORTAISEUSE | <ul style="list-style-type: none"> • Cannelure intérieure • Rainure de clavette • Taillage de formes irrégulier intérieur et extérieur |
| ETAU LIMEUR | <ul style="list-style-type: none"> • Surfaçage |

Tableau 4 : Les différentes machines existantes dans la section machines-outils.

| | MACHINES | DESIGNATION | CAPACITE | NOMBRE |
|---|-------------------|----------------|----------|--------|
|  | CAZE NEUVE HB 500 | TOUR PARALLELE | 500 mm | 4 |
| | CAZE NEUVE HB 575 | | 575 mm | 3 |
| | CAZE NEUVE HB 725 | | 725 mm | 3 |
| | SOMJA CHOLET 550N | | 550 mm | 2 |
| | CELTIC N.C 20 | | 420 mm | 1 |
| | CLOVIS 50 MERLI | | 1310 mm | 1 |
| | LE BLOND | | 1340 mm | 1 |
| TOTAL | | | | 15 |
|  | H. HURON | FRAISEUSE | 525 mm | 1 |
| | H. HURON | | 600 mm | 1 |
| | H. HURON | | 700 mm | 1 |
| | DUFFOUR | 400 mm | 1 | |
| | EZIO PENSOTTI | MORTAISEUSE | 350 mm | 1 |
| TOTAL | | | | 5 |

| | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
|  | CORNAC | ALESEUSE | 1000 mm | 1 |
| | TOTAL | | | 1 |
|  | HURE HURON | FRAISEUSE LATERALE | 1500 mm | 1 |
| | TOTAL | | | 1 |
|  | H.E.SOMUA | TOUR PARALLELE | 1780 mm & 3100 mm | 1 |
| | TOTAL | | | 1 |
|  | C. BERTHIEZ | TOUR VERTICAL | 3200 mm & 6000 mm | 1 |
| | TOTAL | | | 1 |
|  | SOENEN | PRESSE HYDRAULIQUE HORIZONTALE | 500 T | 1 |
| | MAS | PERCEUSE RADIALE | - | 1 |
| | ARBOGA | | - | 1 |
| | CASER | | - | 1 |
| | TOTAL | | | 4 |
|  | PROMECAM | PLIEUSE | 3000x12 | 1 |
| | PICOT | | 2000x4 | 1 |
| | AVERLAND | | 1500x8 | 1 |
| | FOMP | CINTREUSE | 2000x15 | 1 |
| | BOLDRINI | | 2000x35 | 1 |
| | OXYTOME | OXYCOPEUSE | 3000x300 | 1 |
| | PRESSE HYDRAULIQUE | - | 160 T | 1 |
| | TOTAL | | | 7 |

Tableau 5 : Les machines existantes dans MO et leurs caractéristiques.

Les machines à commande numérique :

✓ Fraiseuse à commande numérique :



Figure 9 : Fraiseuse à commande numérique

- Marque : CME.
- Modèle : MH – 300.
- Table : Surface : 5000 x 1100 mm.
- Course : Longitudinale : 3000mm, Transversale : 1200mm, Verticale : 1500mm.
- Broche puissance moteur : 30 kW.
- Principal cône : ISO 50.
- Principale vitesse : 50-4000 tr /min.
- Moteur hydraulique : 3,6 kW.
- Moteur graissage : 0,36 kW.
- Moteur réfrigération : 1 ,1 kW.
- Vis à billes : Axe X : crémaillère, Axes Y : 50x20 mm, Axe Z : 63x20 mm.
- Précision : + /_ 10µm.
- Poids approximatif : 30 000 Kg.

✓ Tour à commande numérique :



Figure 10 : Tour à commande numérique.

- Marque : TOS.
- Type : SUA 150 NUMERIC.
- Nombre total d'axes commandés: 2(X, Z) + un axe de broche.
- Nombre total d'outils: 4.
- Diamètre maxi usinable sur le banc: 1500mm.
- Diamètre maxi usinable sur le chariot: 1200mm.
- Diamètre maxi du passage de broche: 128 mm.
- Distance entre pointe: 3000 mm.
- Course transversale X: 750 mm.
- Puissance du moteur principal: 37 KW.
- Couple Maxi: 12000 N.m.
- Vitesse à puissance constante: 4 à 630 tr /min.
- Gamme de vitesse d'avance: 1 à 1000 mm/min.
- Déplacement rapide axe X: 5m/min.
- Déplacement rapide axe Z: 5m/min.
- Précision d'usinage: + /_ 20µm.

b. Section Chaudronnerie :



Figure 11 : La section Chaudronnerie.

La section chaudronnerie est un atelier de prestation qui s'occupe de la confection et la réparation des pièces de sous-ensembles des différentes machines et installations du groupe OCP, tels que les ouvrages métalliques, les pièces mécaniques et celle de chaudronnerie. Tous ces travaux se font par les opérations suivantes telles que le traçage, le découpage, le pliage, le cintrage et l'assemblage par soudure.

Les travaux demandés sont préparés dans la section BOP.

Une fois étudiés, le BOP les lance aux diverses sections concernées pour les instructions.

Ainsi, la chaudronnerie fait appel aux préparateurs pour discuter les problèmes concernant le travail demandé.

Le chef d'équipe relit le plan avec la carte et les donne à l'agent compétent le genre de travail.

c. Section Traitement thermique :



Figure 12 : La section Traitement Thermique.

Elle est composée de trois sections :

✓ La section traitement thermique :

Elle a pour tâche de faire subir aux pièces mécaniques, un traitement thermique pour améliorer leurs caractéristiques mécaniques afin d'optimiser le rapport qualité/coût des pièces confectionnées.

✓ La section débitage :

Elle a pour tâche, doter les ateliers productifs, tel que machines-outils et chaudronnerie, en matière première débitée avec les dimensions de la fiche de préparation : aciers, bronze, aluminium, tôles et profilés.

✓ La section contrôle de qualité :

Elle a pour tâche de contrôler toutes les pièces confectionnées aux ateliers chaudronnerie et machines-outils, les sous ensembles réparés par l'atelier ajustage et les pièces sous traitée afin d'assurer au service client la qualité et la conformité à la demande.

d. Section Ajustage :

C'est un atelier de prestation qui permet de répondre à tous les besoins des entités de l'OCP et ses filiales en matière de travaux d'ajustage, réparation et montage. Pour cela, il intervient dans les domaines suivants :

- ✓ Maintenance des machines et équipements propres au service.
- ✓ Maintenance des machines et équipements à l'extérieur des services hôpital/ villas des hôtes, MNK/P, MNK/T, MNK/AK, garage et station service et distribution du carburant.
- ✓ Expertise du matériel en vue de sa réforme à l'atelier et à l'extérieur.

Opération d'ajustage :

Limage - Perçage - Traçage - Sciage - Taraudage - Alésage - Extraction.

3.6.2 *Les sections fonctionnelles.*

a. Bureau d'Ordonnancement et de préparation :

Elle fait l'ordonnancement des travaux pour toutes les sections avec la planification suivant un ordre prioritaire et un temps à louer de chaque opération bien déterminée. En plus le suivi des travaux dans toutes les sections. Aussi, elle s'occupe de la réception du matériel des services clients suite à des bons de travaux concernant toutes les opérations demandées en expertisant le matériel avant de le remettre à la GAM pour Enregistrement.

Le BOP s'occupe d'assurer le déroulement de la réparation de la commande dès son arriver jusqu'à la livraison aux clients.

Il se charge de la préparation, de l'ordonnancement et de la planification de l'ensemble de travaux demandes partout les directions et services appartenant au réseau du groupe d'OCP marocain suivant leur degré d'urgence.

Les processus de bon de travail.

1) *Réception du BT :*

Le bureau de préparation et d'ordonnancement (BOP) reçoit le bon de travaux (BT) du service utilisateur établi en 3 exemplaires :

- ✓ La copie d'origine + souche jaune pour la section analytique exécutive (SAE).
- ✓ La copie bleue va être retournée au service demandeur accompagné du matériel et du constat des travaux terminés (CTT).

Les préparateurs sont appelés à procéder aux opérations suivantes :

Examen de toutes les rubriques portées sur le BT à savoir :

- ✓ Le libellé des travaux pour étudier la faisabilité.
- ✓ La section analytique d'imputation (SAI) pour les services OCP.
- ✓ La section analytique cliente (SAC) pour les filiales.
- ✓ L'approbation du chef de service et du contrôle du matériel du service demandeur
- ✓ Le code urgence.
- ✓ Le plan (cotes, lisibilité..).
- ✓ L'état du matériel en cas de réparation.

2) *Validation et enregistrement :*

Le bon de travaux est signé par le préparateur contrôleur et validé par le chef de service, dans le cas où le travail demandé nécessite une modification ou n'est pas faisable aux

ateliers centraux le BT, le plan et le matériel sont retournés immédiatement au service demandeur.

Saisie :

Si le BT est conforme, le BOP procède à ce qui suit :

- ✓ Enregistrement du BT sur le registre de réception (registre de la division correspondante).
- ✓ Saisie du BT sur terminal (application SNA).
- ✓ Instruit sur le BT le N° de commande donné par le système et le code de la SAE mère.
- ✓ Instruit sur le BT le code d'urgence.

Création de la fiche de travail :

La fiche de travail est un document sur lequel vont être inscrits tous les renseignements concernant la commande notamment :

- ✓ Le N° du BT et la date d'établissement.
- ✓ Le libellé des travaux demandés et le N° du plan.
- ✓ Le service demandeur et la SAI ou la SAC.
- ✓ Le N° de la commande.
- ✓ Les sections exécutante.
- ✓ Les tâches des opérations et les temps alloués pour chaque section.
- ✓ Toutes les modifications et observations portées ultérieurement.
- ✓ Le code d'urgence.

Ordonnancement :

Les BT reçus sont de 3 types :

Confection : - travaux d'usinage.

- travaux de chaudronnerie (CH) et soudure (S).

- travaux de menuiserie (MN).

Le chef du BOP fait un contrôle des travaux demandés pour classement des fiches de travail, ainsi les travaux de faible valeur ajoutée seront transmis à la cellule sous traitante, les travaux de forte valeur ajoutée ou travaux à caractère urgents seront exécutés en interne.

Révision d'équipement et véhicules de servitude :

- ✓ Les équipements et sous ensembles à réviser sont déposés au parc BOP jusqu'à l'établissement de la fiche de préparation et la disponibilité de la main d'œuvre à la section exécutante.

- ✓ Les véhicules de servitude : Le BOP reçoit le BT accompagné d'une chic liste des opérations et des sous ensembles à réviser.

Intervention à l'extérieure de l'atelier :

Les travaux se font soit :

- ✓ Par des BT permanents pour toute intervention rapide sur les équipements du service social.
- ✓ Par des BT particuliers : pour les travaux d'usinage avec barre d'alésage sur les sites.

3) *Élaboration des gammes et saisie des taches :*

La fiche de préparation est un document transmis par le BOP aux sections exécutantes qui porte les détails des opérations à réaliser, l'enchaînement des taches et le circuit à suivre pour chaque type de travail.

Le préparateur doit établir des fiches de préparation propre à la section exécutante et faire l'saisie des taches sur système.

La fiche de préparation doit être instruite par les informations suivantes :

- ✓ Le service demandeur et la SAI.
- ✓ Le code de la SAE et le N° de la commande.
- ✓ Le libellée du travail demandé.
- ✓ Le N° du BT et la date d'établissement.
- ✓ La date de début et de fin des travaux.
- ✓ La date d'élaboration de la fiche.
- ✓ Le N° de la tache et le temps alloué.
- ✓ Le circuit et les détails des opérations.
- ✓ Le visa du préparateur qui établi la fiche.
- ✓ Le plan de réalisation.

4) *Urgent :*

Les travaux à caractère urgent (code 0) sont traités en priorité et envoyer aux sections exécutantes.

La préparation de la matière nécessaire pour la réalisation se fait en temps masqué.

NB : L'urgence ne peut être déclarée que par l'intervention du chef du service client et l'accord du chef du service Exécutant.

5) *Planification du travail demandé :*

Le BOP élabore un planning hebdomadaire par section en tenant compte :

- ✓ Du degré d'urgence.
- ✓ De la charge dans chaque section.
- ✓ De la disponibilité des machines et main d'œuvre.

Les travaux planifiés sont classés par date de planification et par section exécutante dans un classeur au BOP.

Pour le suivi des travaux, des étiquettes de différentes couleurs sont installées dans un tableau qui reflète la situation des travaux (en retard, en cours et planifiés).

Chaque fin de semaine les préparateurs font la mise à jour du planning avec les chefs des sections exécutantes et mentionnent toutes les anomalies qui ont causées le retard.

6) *Distribution :*

Les fiches de préparation planifiées sont transmises du BOP aux sections exécutantes une semaine avant le début d'exécution des travaux.

NB : Les fiches de préparation de la section débitage sont transmises quinze jours avant le début d'exécution des travaux.

Dans le cas où la matière première d'une commande n'est pas disponible, la section débitage établie une DAX, le dossier sera retiré du planning et classé dans les autres dossiers en attente matière.

7) *Réalisation de travaux :*

Le travail demandé est lancé en réalisation dans les sections exécutantes concernées à la date prévue.

Les préparateurs sont appelés à faire des tournées dans les SAE pour voir l'état d'avancement des travaux.

Et le déblocage en cas d'arrêt ou de problèmes.

8) *Contrôle de conformité :*

La section contrôle procède à un contrôle qualitatif et quantitatif des travaux terminés suivant les plans et exigences des clients.

Les préparateurs sont avisés à chaque fois qu'il y a une non-conformité.

9) *Livraison du matériel :*

- ✓ Les articles confectionnés conformes sont livrés aux clients par le biais du BOP
- ✓ La souche bleue + CTT + matériel sont remis au service demandeur, contre une signature du prenant sur les registres de la livraison :
- ✓ Chaque section transmet la fiche de préparation au BOP après chaque fin de tâche.
- ✓ Les fiches de préparation retournées au BOP doivent être renseignées par :
- ✓ Les documents de transmission inter sections signalent tous les mouvements.
- ✓ Les matricules des opérateurs et le nombre d'heure saisie.
- ✓ Les N° du BS et les souches des sorties matière et pièces de rechange des magasins.
- ✓ Les observations complémentaires.

NB : Après retour des fiches de préparation, les préparateurs procèdent aux :

- ✓ Classement des fiches de préparation sur fiche de travail (dossier).
- ✓ Contrôle du temps alloué par rapport au temps réalisé.
- ✓ Contrôle des souches des BS et plan.
- ✓ Saisie du CTT et classement des dossiers.

b. Section de « SOUS -TRAITANCE » :

C'est une cellule qui s'occupe de réparation du matériel à l'Extérieur de l'OCP.

Ce sont des travaux de réparation et d'entretien au cas où l'OCP n'a pas la capacité d'effectuer ses travaux dans ses propres ateliers, et il fait appel à des réparations extra OCP.

Ces travaux sont demandés à MNK/AD par BREX (bon de réparation à l'extérieure).

c. Section Bureau du Dessin Industriel :

Le bureau de dessin industriel occupe au sein des ateliers centraux une place bien particulière sa principale activité, le dessin de défruitier des pièces de recharge industriel.

d. Section Secrétariat et Statistiques :

C'est un bureau rattaché à Monsieur chef de la division, il s'occupe essentiellement de l'exécution de différentes tâches liées au travail de ce chef.

Rôle et travaux du secrétariat :

Secrétariat technique est une section qui est liée directement à L'ingénieur chef de PMK/LM/X.

IL veille sur les dates des réunions et sur l'application des notes intérieures du service notamment sur la sécurité, il tient à exécuter Immédiatement les instructions des consignes données par l'ingénieur.

Chaque jour, il assure la réception, le tri et l'expédition du courrier et Prépare éventuellement les éléments de réponse.

- ✓ Assure les liaisons diverses telles que : Réception et orientation des visiteurs, demande d'informations ou d'audiences, etc...
- ✓ Assure des tâches simples de gestion du personnel et du matériel du service.
- ✓ Rédige quelques correspondances administratives simples.
- ✓ Assure des tâches matérielles telles que traitement de texte urgent ou confidentiel et classement du courrier (classement numérique, et idéologique).
- ✓ Assure l'accueil des stagiaires.

Le secrétaire responsable de la discipline dans le cadre de ses attributions, supervise les employés relevant de son autorité et assure leur formation.

e. Section Approvisionnement :

C'est une section qui a pour rôle d'établir les demandes d'achat des pièces de rechange, suite à l'expression des besoins des services demandeurs en collaboration et assure l'approvisionnement régulières en pièces de rechange en vue d'éviter toute rupture de stock et assure ainsi la bonne marche des différentes ateliers de la division.

f. Section Magasin :

C'est le lieu de stockage du matériel, la gestion des stocks, la distribution en vue d'être utilisé au fur et à mesure des besoins des utilisateurs.

g. Section Antenne du Personnel :

L'antenne est un service qui assure la gestion du personnel de toutes les sections. Il veille à ce que chaque agent puisse bénéficier de tous ses droits et remplir toutes ces obligations.

Parmi ses taches on peut citer :

- ✓ La réception et la distribution des bulletins de paie.
- ✓ L'établissement des primes.
- ✓ Etablissement de la planification de congé.
- ✓ Etablissement des bulletins de mouvements.
- ✓ Réception du courrier enregistrement préparation des parapheurs.
- ✓ Contrôle des justifications des heures supplémentaires.
- ✓ L'organisation et établissement des plannings des visites systématiques.

- ✓ L'enregistrement des feuilles de soins de prescriptions médicales.
- ✓ L'enregistrement du courrier du départ.
- ✓ Pointage du personnel.

h. Section Gestion Administratives du Matériels :

La section G.A.M est une section fonctionnelle qui assure la gestion administrative du matériel détenu par les ateliers centraux et le contrôle technique de la zone de Khouribga et DEK/PC (Port à Casablanca).

Le bureau du GAM s'occupe de :

- ✓ L'achat et l'acquisition du matériel.
- ✓ Etablissement du DRI (demande de reforme des immobilisations) en cas de reforme du matériel.
- ✓ L'élaboration du budget de fonctionnement qui exploite les écritures comptables de tout les frais de fonctionnement.
- ✓ Il s'occupe aussi du suivi des heures de marche de chaque matériel, du suivi des heures de prestations, et aussi du suivi et de l'intervention de l'outillage individuel affecté aux ouvriers.
- ✓ La gestion du matériel assisté par ordinateur GMAO : elle est applicable à entretenir les véhicules gérés par le garage et toutes les machines de PMK/LM/X.
- ✓ Le suivi de la ferraille.

Les attributions de section G.A.M :

- ✓ Réception des bons de travaux et du matériel à réparer.
- ✓ Suivi du matériel proposé à la réforme.
- ✓ Suivi du matériel affecté aux ateliers Centraux.
- ✓ Expédition du matériel réparé aux services.

i. Cellule Informatique :

Elle assume une grande responsabilité dans le service à savoir :

- ✓ Élaboration de programmes informatique (Application et base de données) de gestion et de suivi des activités des sections appartenant à PMK/LM/X selon leurs besoins exprimés sur des cahiers des charges approuvés et avisés par les intervenants à Savoir le chef du service, le responsable de la cellule informatique et les chefs des sections concernées.
- ✓ Installation et configuration de logiciels fournis par le groupe OCP.
- ✓ Formation et conseils aux agents œuvrant dans le domaine informatique (Saisie).

...Et autres travaux divers

- ✓ Processus complet d'une confection :

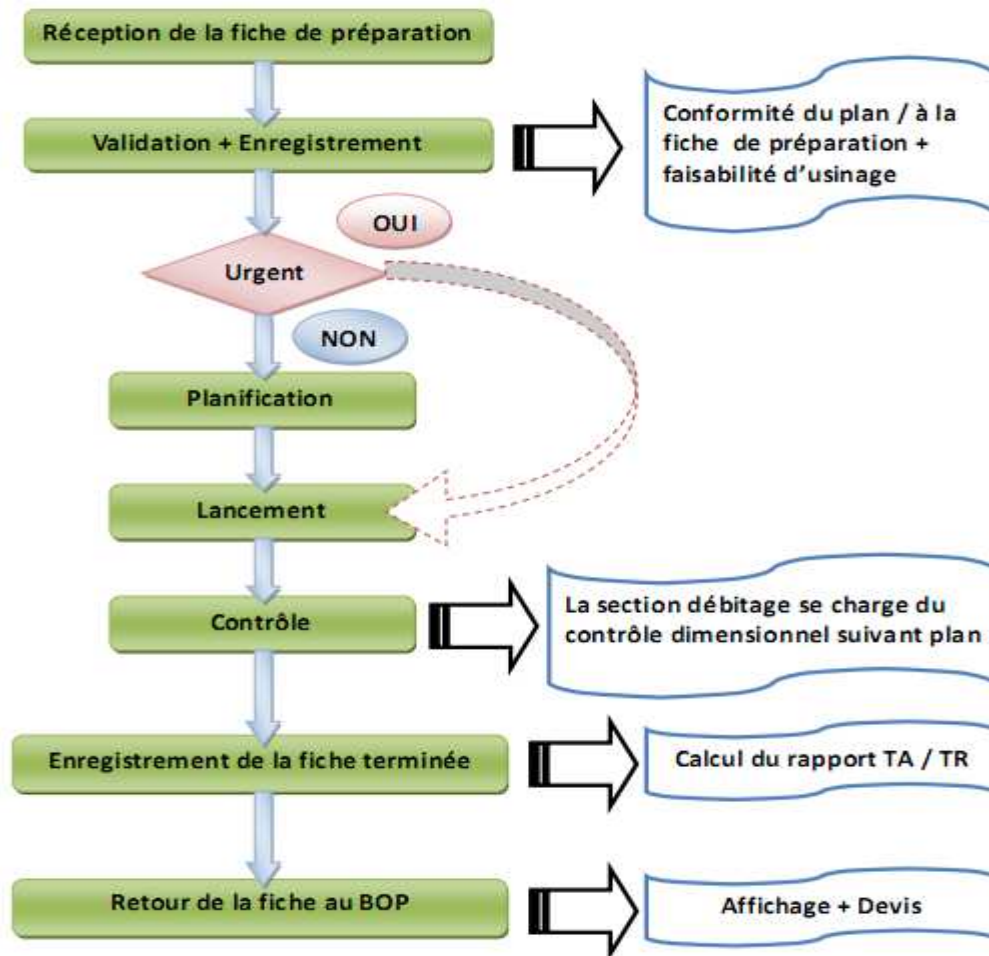


Figure 13 : Schéma du processus d'une confection.

Chapitre 2: Etude de la machine centreuse.

I. Analyse de problème.

1. La méthode QQQQCP :

C'est quoi le problème :

Il s'agit de centrer les arbres bruts dans le minimum de temps et de cout. Il est impossible de confectionner un arbre sans le centrer.

La procédure utilisée est le centrage par la machines-outils fraiseuses et tours. On utilise ces deux machines, car elles sont les seules qui peuvent centrer des arbres pour le moment.

Cette procédure est caractérisée par un cout élevé. Le nombre d'arbres à centrer est important. L'atelier prend en charge de la fabrication des pièces de rechange de tout le groupe OCP.

Les conséquences : dépassement des délais de confection des pièces de rechange à cause des pertes de temps pour centrer les arbres bruts.

Il y'a un risque d'arrêt de production en cas de retard dans la confection de pièces de rechanges.

Qui est concerné :

Les services production et maintenance sont concernés. Chaque arbre à centrer engendre un retard de fabrication pour une machine et alors l'arrêt de production. Le coût indirect de la maintenance augmente.

Le service machines-outils est concerné.

Les services production et maintenance sont intéressés par les résultats et le service (machines-outils) est intéressé par la mise en œuvre.

Où :

Le problème se pose sur les fraiseuses et les tours de l'atelier machines outils pour usinage et confection des pièces de rechanges.

Quand :

Chaque fois que l'on veut confectionner un arbre.

Lorsque le nombre des pièces dégradées des équipements de production augmente. (vieillessement des machines).

Comment :

Le centrage des arbres bruts sur les fraiseuses et les tours augmente la charge sur ces machines. Ce qui conduit fréquemment à des retards et le coût indirect de la maintenance augmente aussi.

Pourquoi :

Car la charge sur les machines outils et fréquemment élevé, à cause du vieillissement des machines.

II. Proposition des solutions.

1. Première Solution :

On réalise une centreuse qui contient deux parties principales :

Un bâti avec des appuis de forme en V pour supporter, bien positionner et fixer l'arbre à l'aide d'un vis-écrou. Un système de perçage (perceuse électrique): l'axe de foret de perceuse est toujours parallèle à l'axe de l'arbre et perpendiculaire à la médiatrice de l'angle de l'appui V, le déplacement vertical de la perceuse est assurée par un système vis-écrou guidé en translation par une queue d'aronde et le déplacement horizontal par un système pignon-crémaillère. On calcule l'ordonnée du centre en fonction du diamètre de l'arbre de l'angle de l'appui en V à partir d'un point origine qui facilite les calculs.

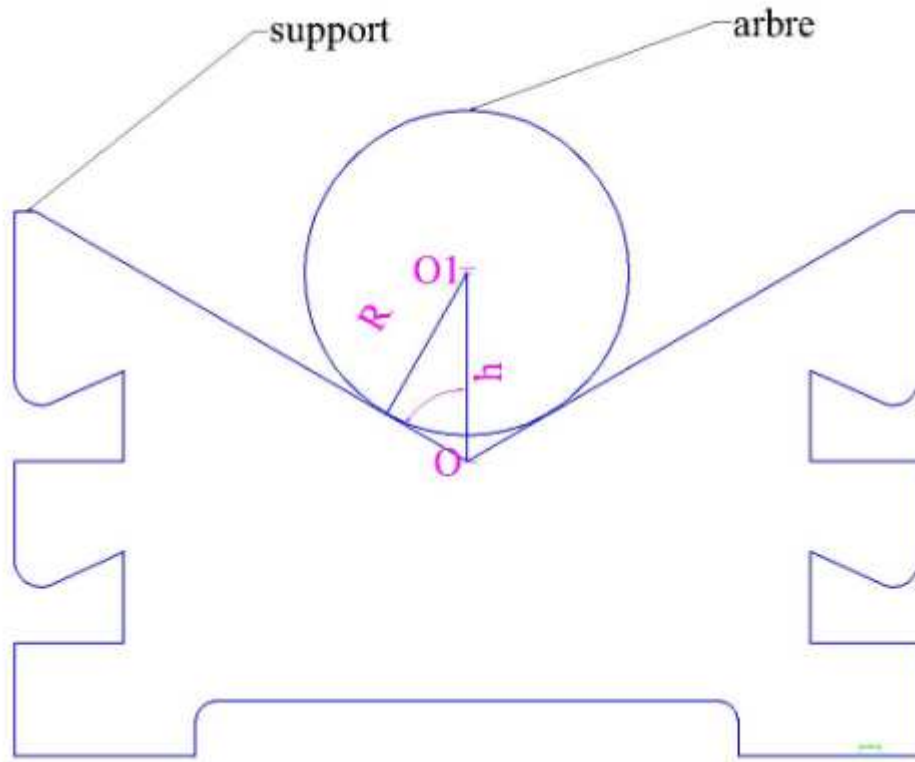


Figure 14 : Schéma d'un arbre supporté sur appui en V.

$$\text{On a } \sin(\rho) = \frac{R}{h} \text{ alors } h = \frac{R}{\sin(\rho)}$$

2. Deuxième solution :

On cherche la relation entre le centre de l'arbre O_i et le point P_i , afin de déterminer le centre à partir du point P . On place une vis de translation qui contient deux pas différents, deux écrous assureront la translation, l'un la translation de la perceuse et le deuxième la translation du palpeur.

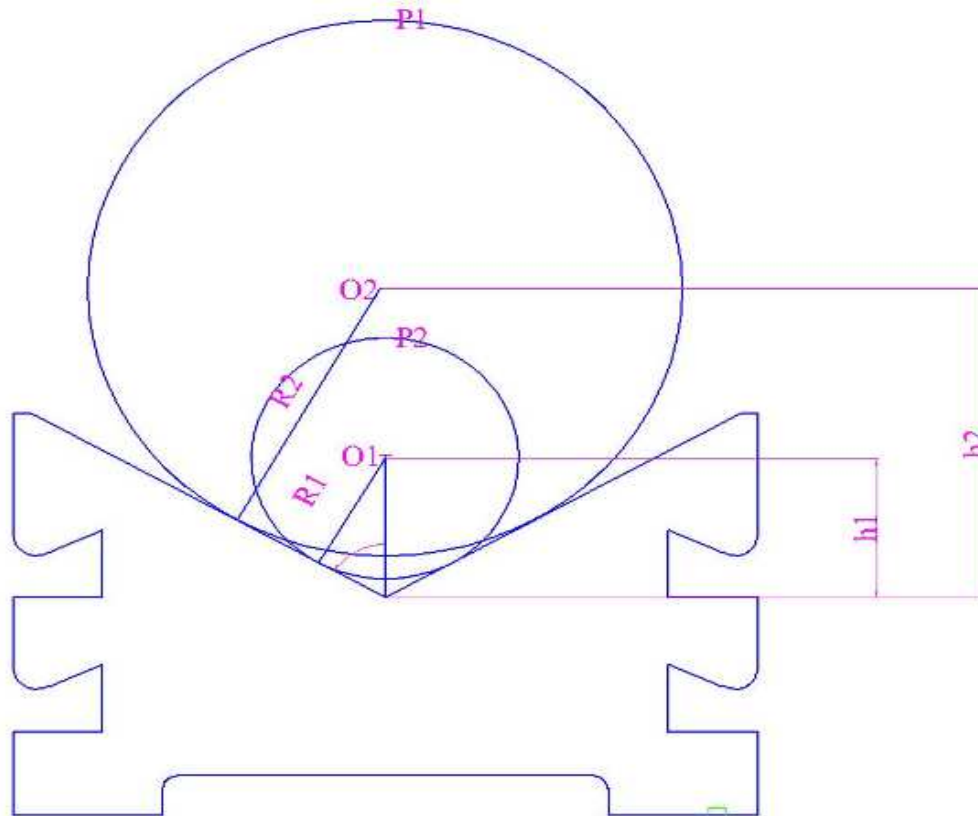


Figure 15 : Schéma d'un arbre supporté sur appui en V.

Lorsque le foret de la perceuse se déplace de O_1 à O_2 , le palpeur se déplace de P_1 à P_2 .

3. Choix de la solution :

La première solution est facilement réalisable mais il faut calculer la hauteur du centre pour chaque arbre dans l'intervalle de diamètre de 180mm à 400mm.

On a choisi la deuxième solution, elle nous permet de centrer les arbres de diamètre entre 180 et 400mm sans calcul, grâce au rapport de pas entre les deux filetages de la vis de translation verticale.

III. Analyse fonctionnelle.

Elle est utilisée dans les premières phases d'un projet pour créer ou améliorer un produit. Elle se présente le plus souvent sous forme de graphe ou diagramme d'analyse.

L'analyse fonctionnelle consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions d'un produit.

1. Cahier de charge fonctionnelle :

Définition des besoins :

La machine centreuse doit être capable de centrer les arbres bruts du diamètre 180 mm à 400 mm et de la longueur 1,20 m à 8 m

Perceuse : Bosch - GBM 32-4.

Puissance de prise de courant nominale : 1.500 W.

Régime à vide : 210 / 330 / 470 / 740 tr/min.

Puissance restituée : 1.000 W.

Poids de la perceuse : 7,3 kg.

Vitesse de rotation nominale : 120 / 185 / 265 / 420 tr/min.

Couple nominal : 80,0 / 52,0 / 36,0 / 32,0 Nm.

Moment de couple max. : 220,0 / 130,0 / 120,0 / 93,0 Nm.

Ø perçage acier : 32 mm.

2. Diagramme à boîte pour analyse descendante :

Ces diagrammes décrivent et décortiquent les produits ou systèmes d'un point de vue fonctionnel, en détaillant l'aspect hiérarchique et en classant par niveaux d'importance l'ensemble des fonctions.



Figure 16 : Diagramme à boîte pour analyse descendante.

3. Diagramme Bête à corne :

Le diagramme Bête à cornes est un outil de représentation graphique en analyse de la valeur. Il est issu de la méthode APTE (Application aux Techniques d'Entreprise).

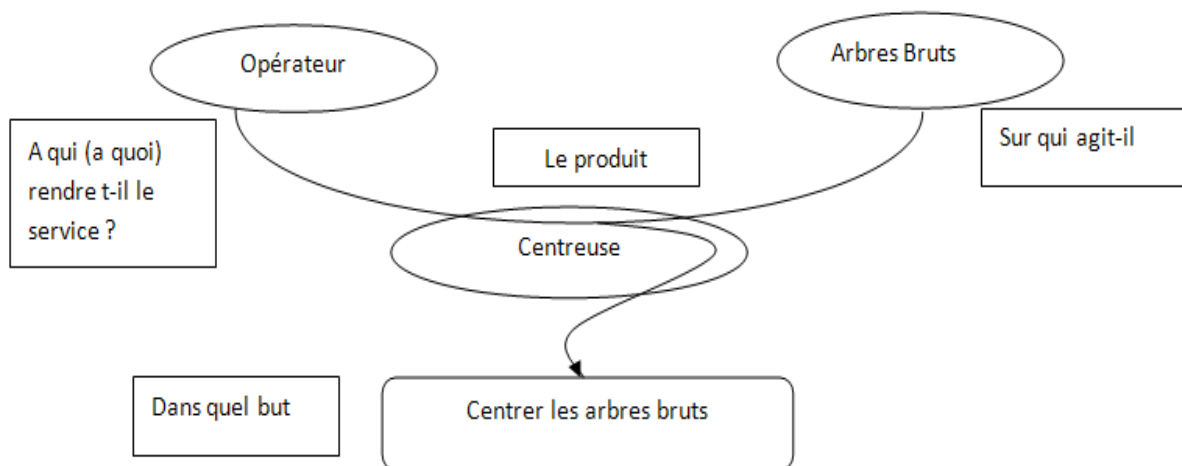


Figure 17 : Diagramme Bête à corne.

4. Diagramme pieuvre :

Le diagramme pieuvre est un outil graphique issu de la méthode APTE (Application aux Techniques d'Entreprise) déposé par la société du même nom.

C'est un outil qui permet de représenter les fonctions d'un produit et leurs relations avec une grande rapidité de compréhension.

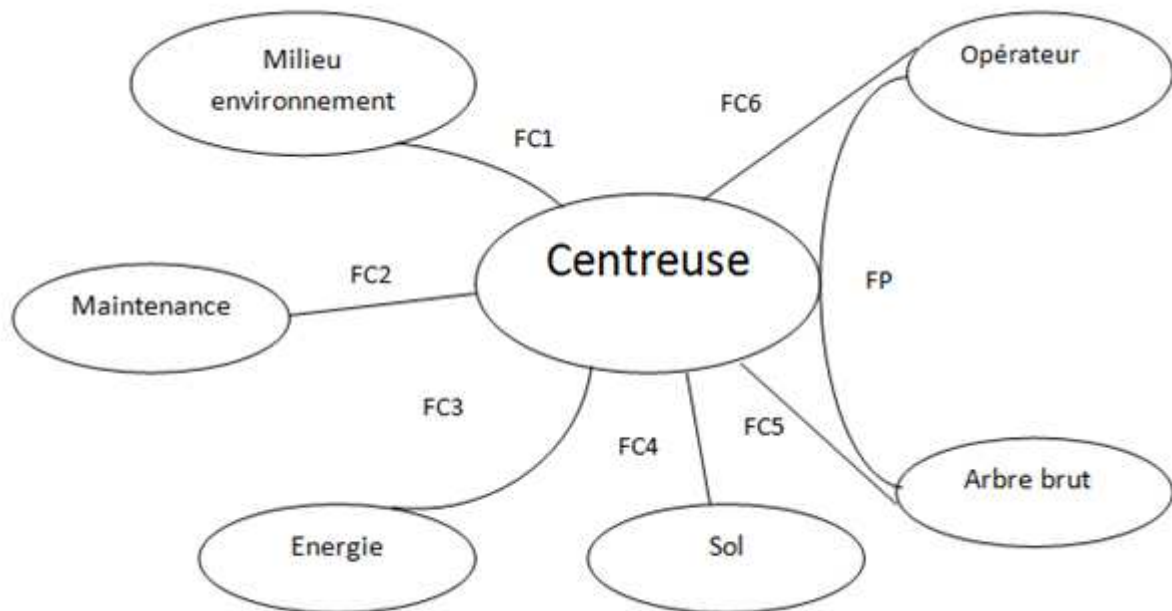


Figure 18 : Diagramme pieuvre.

FP : fonction principale.

FC : fonction contrainte.

FP : centrer les arbres bruts.

FC1 : la centreuse doit résister aux chocs probables dans l'atelier à cause de la manutention des arbres.

FC2 : la centreuse doit être facile à maintenir.

FC3 : la centreuse doit être alimentée par l'énergie.

FC4 : implanter la machine (l'adapter au sol).

FC5 : la centreuse doit centrer l'arbre.

FC6 : s'adapter à l'utilisateur (être facile à utiliser)

5. Diagramme FAST (Function Analysis System Technique) :

Lorsque les fonctions sont identifiées, cette méthode les ordonne et les décompose logiquement pour aboutir aux solutions techniques de réalisation.

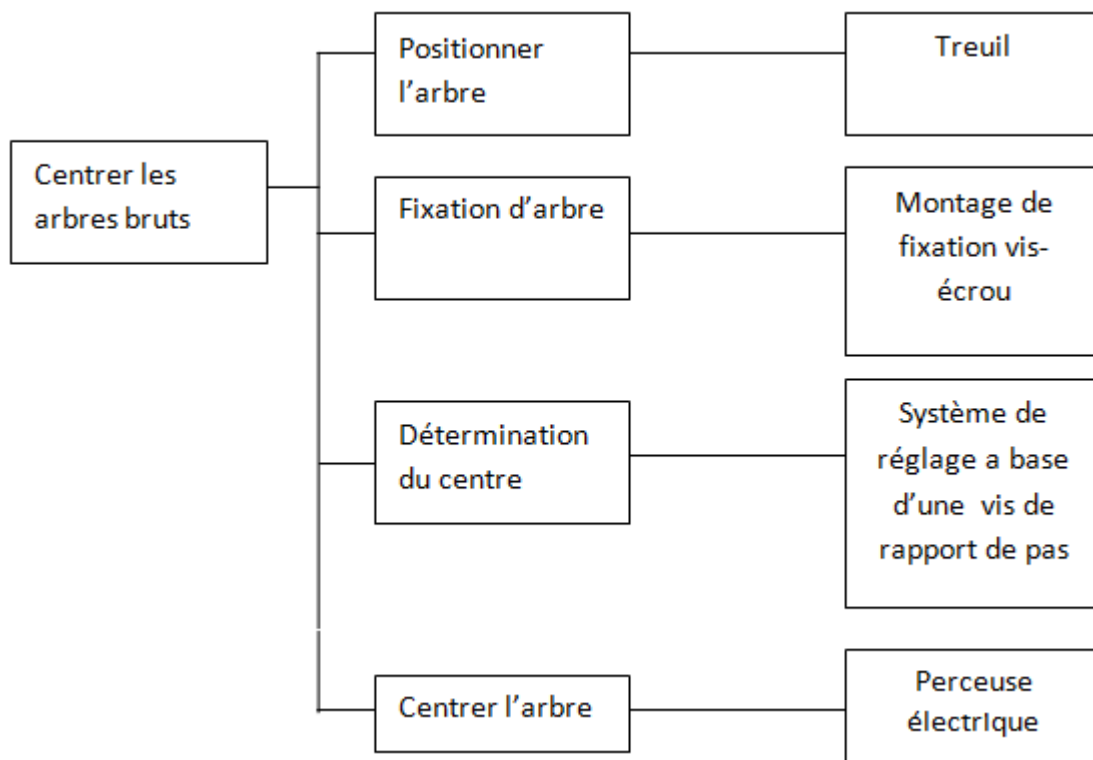


Figure 19 : Diagramme FAST.

6. Méthode SADT :

Elle reprend les principes précédents mais utilise des règles précises et un formalisme plus complexe. Elle est bien adaptée aux systèmes automatisés vastes ou complexes intégrant l'informatique.

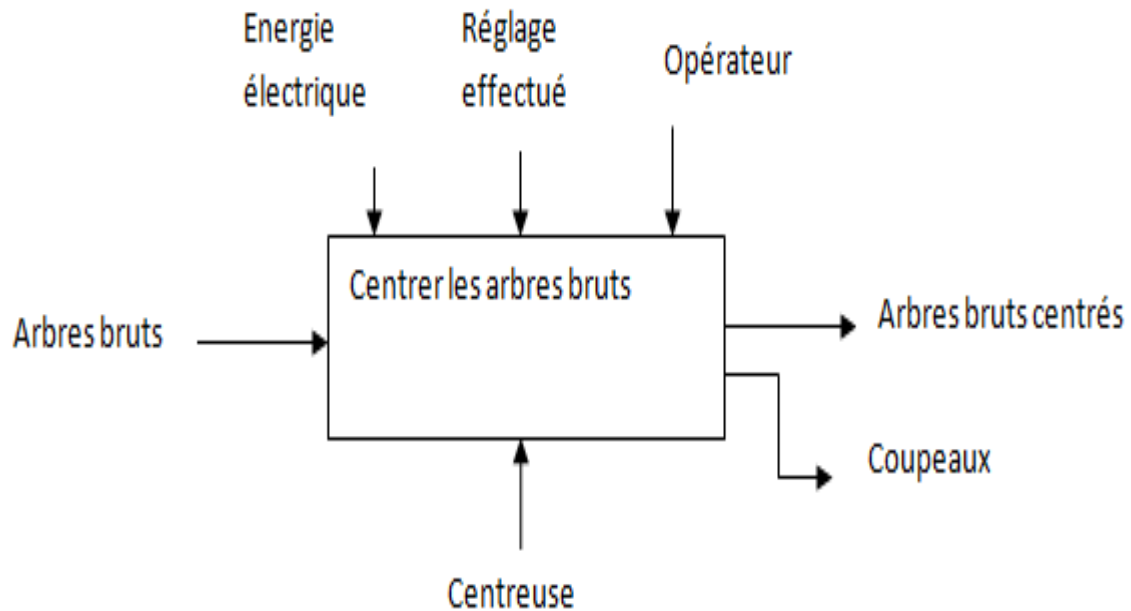


Figure 20 : Méthode SADT.

IV. Calcul de structure.

Dans cette partie calcul de structure on va calculer les dimensions de la vis, de la table et des supports des arbres.

On prend en considération les sections principales qui subissent des charges maximales.

1. **Calcul de pas de la vis de translation :** (on reprend la figure 15)

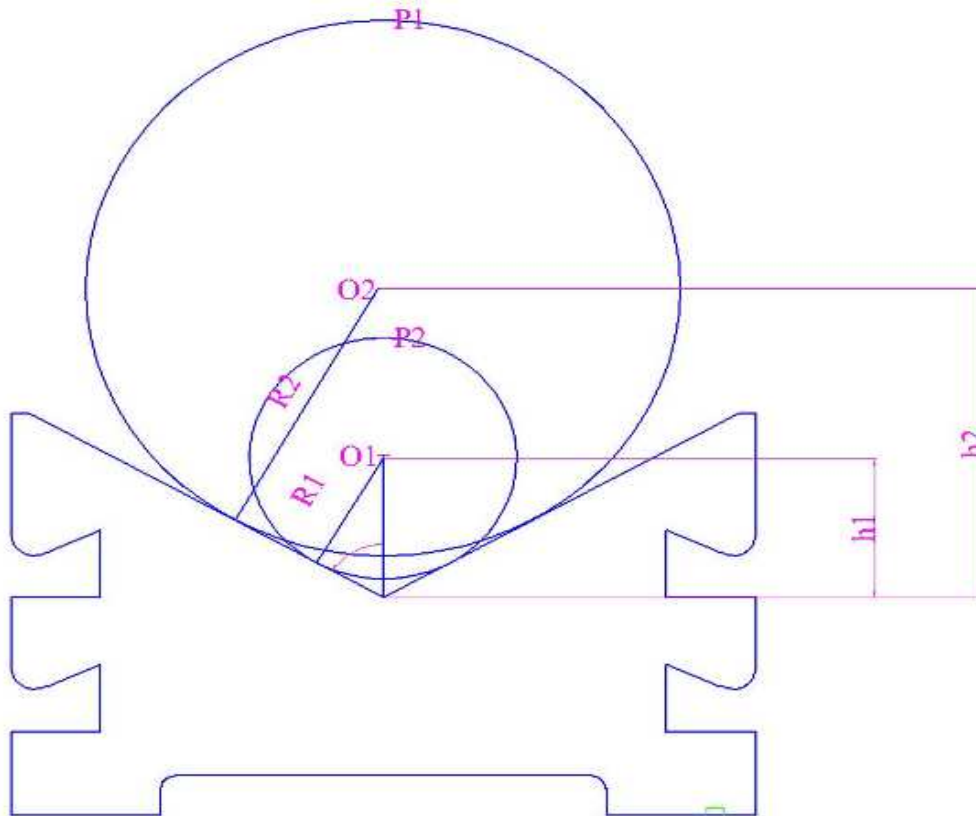


Figure 21 : Schéma d'un arbre supporté sur appui en V.

On pose : $h_1=OO_1$ et $h_2=OO_2$

On a : $\sin(\varphi) = \frac{R_2}{R_1}$ alors $h_1 = \frac{R_1}{\sin(\varphi)}$ de même $h_2 = \frac{R_2}{\sin(\varphi)}$

Donc : $O_1O_2 = h_2 - h_1 = \frac{R_2 - R_1}{\sin(\varphi)}$

Avec O_1O_2 : la distance entre le centre de l'arbre le plus petit et l'arbre le plus grand.

Alors la marge de déplacement du foret de la perceuse est égale à la distance O_1O_2 .

Et $P_1P_2 = h_2 + R_2 - (h_1 + R_1) = h_2 - h_1 + R_2 - R_1 = (R_2 - R_1) \left(1 + \frac{1}{\sin(\varphi)}\right)$

Avec P_1P_2 : la distance entre le quadrant supérieur de l'arbre le plus petit et le quadrant supérieur de l'arbre le plus grand.

Alors la marge de déplacement du palpeur est égale à la distance P_1P_2 .

Calcul de rapport de déplacement entre le déplacement du palpeur et de la perceuse :

On note X le rapport de déplacement entre le déplacement du palpeur et de la perceuse

$$\text{On a: } X = \frac{P_2 - P_1}{h_2 - h_1} = \frac{(R_2 - R_1) \left(1 + \frac{1}{\sin(\varphi)}\right)}{\frac{(R_2 - R_1)}{\sin(\varphi)}}$$

$$\text{Alors } X = \frac{P_2 - P_1}{h_2 - h_1} = 1 + \sin(\varphi)$$

Pour que les arbres soient stables sur les supports de forme en V il faut que l'angle du support soit inférieur de 180° or $2\varphi < 180^\circ$

Pour simplifier les calculs on travail avec les angles principales $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ \dots$

Et chaque fois qu'on remplace φ avec l'une des valeurs de ces angles dans la formule du rapport $X = 1 + \sin(\varphi)$ on trouve une valeur du rapport, dont ces rapports trouvés on choisi celui de pas de la vis qui est facile à réaliser sur les machines de la section machines-outils

$$\text{Pour } \varphi = 60 \text{ on a trouvé : } X = \frac{11}{5,89} = 1,86$$

Le rapport de pas $X = 1,86$ avec un pas du palpeur qui est égale a 11 mm et un pas de perceuse qui est égale a 5,89 mm.

Calcul de la marge de déplacement de la perceuse :

Pour calculer la marge de déplacement de la perceuse on va déterminer la distance entre le centre de l'arbre le plus petit et l'arbre le plus grand.

$$\text{On a: } O_1O_2 = h_2 - h_1 = \frac{R_2 - R_1}{\sin(\varphi)} = \frac{200 - 90}{\sin(60)}$$

$$\text{Alors } O_1O_2 = 127 \text{ mm.}$$

Calcul de la marge de déplacement du palpeur :

Pour calculer la marge de déplacement du palpeur on va calculer la distance entre le quadrant supérieur de l'arbre le plus petit P_1 et le quadrant supérieur de l'arbre le plus grand P_2 .

$$P_1P_2 = (R_2 - R_1) \left(1 + \frac{1}{\sin(\varphi)}\right) = (200 - 90) \left(1 + \frac{1}{\sin(60)}\right)$$

$$R_1 = 90 \pm 1 \text{ mm et } R_2 = 200 \pm 1 \text{ mm et } \varphi = 60 \pm 0,1^\circ$$

$$P_1P_2 = 237 \text{ mm.}$$

Calcul du diamètre de la vis de translation :

Le diamètre de la vis doit vérifier la relation suivante :

$$\frac{I_0 \times 2}{d} \geq \frac{M_t}{R_{pg}}$$

avec $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$

I_0 : le moment quadratique de la section considérée par rapport au centre de cette section.

R_{pg} : la résistance pratique au cisaillement

$M_t = F \times l$ moment de torsion.

F : la force appliquée sur le levier.

$F = 250 \text{ N}$

l : longueur de levier.

$l = 100 \text{ mm}$.

$M_t = 250 \times 100 = 250 \cdot 10^2 \text{ N}\cdot\text{mm}$

d: diamètre intérieur du vis.

$R_e: 225 \text{ N/mm}^2$

$R_{pg}: \frac{R_e}{s} = \frac{R_p}{2} = 225/4 = 0,56 \cdot 10^2 \text{ N/mm}^2$

R_e : la limite a la rupture et R_p la résistance pratique.

s : Facteur de sécurité on pris $s=2$

alors : $\frac{I_0 \times 2}{d} \geq 0,1963d^3$

donc : $0,1963d^3 \geq \frac{M_t}{R_{pg}}$

| |
|------------------------|
| $d \geq 13 \text{ mm}$ |
|------------------------|

2. Calcul de hauteur de l'écrou :

C'est évidemment dans la partie de plus faible diamètre que la rupture par extension tend à se produire. La valeur maximale admissible pour l'effort est donc :

$N = R_p \times \frac{\pi d^2}{4}$

Avec N est l'effort appliqué par la perceuse et le système pignon-crémaillère.

Pour que la résistance au cisaillement des filets soit assurée en toute sécurité il faut que :

$$N \leq \pi \cdot d \cdot h \cdot R_{pg} \text{ d'où : } R_p \cdot \frac{\pi d^2}{4} \leq \pi \cdot d \cdot h \cdot R_{pg}$$

$$\text{Soit : } h \geq \frac{d \cdot R_p}{4 R_{pg}}$$

La vis et l'écrou sont en acier de même nuance, $R_{pg} = \frac{R_p}{2}$ et l'on a :

$$h \geq 0,5d$$

$$h \geq 0,65 \cdot 10^1 \text{ mm}$$

3. Calcul des dimensions de la table support :

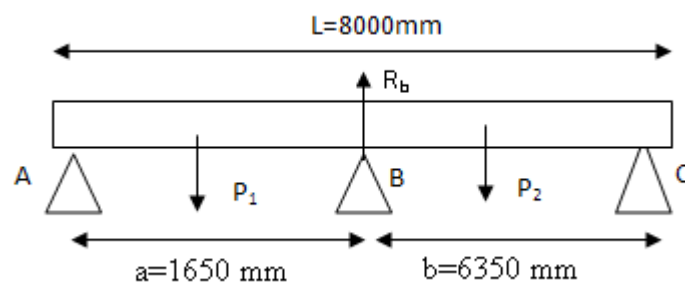


Figure 22 : Schéma représentant le positionnement de l'arbre sur les supports.

L'appui B applique une réaction maximale R_b sur la charge pour un arbre de diamètre de 400mm et de longueur 8000 mm (charge maximale).

$$R_b = \frac{a \times P_1}{2} + \frac{b \times P_2}{2} = 2083 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$R_b = 2083 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$P_1 = M_1 \times g \times a = 986,46 \times 9,81 \times 1650 \cdot 10^{-3} = 1597 \cdot 10^1 \text{ N}$$

P_1 : le poids de l'arbre appliqué sur les appuis A et B

$$P_2 = M_1 \times g \times b = 986,46 \times 9,81 \times 6350 \cdot 10^{-3} = 6145 \cdot 10^1 \text{ N}$$

P_2 : le poids de l'arbre appliqué sur les appuis B et C

$$\text{Et : } P = P_1 + P_2 = L \times M_1$$

(M_1 : la masse linéique de arbre en acier de diamètre 400 mm)

$$\text{On a } M_1 = 986,46 \text{ kg/m}$$

Et $g = 9,81 \text{ N/kg}$

4. Epaisseur du support en V :

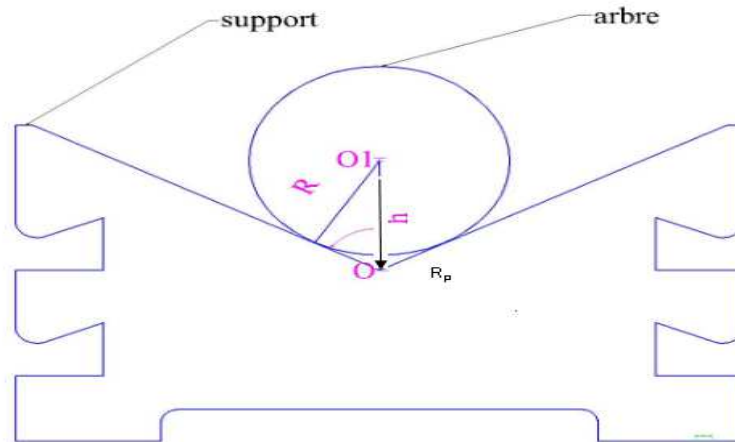


Figure 23 : Schéma représentant le positionnement de l'arbre sur le support en V.

La section de la poutre doit vérifier la relation :

$$S \geq \frac{R_b}{R_{pg}}$$

On a :

$$R_{pg} = \frac{\frac{M_g}{e}}{s} = \frac{R_b}{s} = \frac{226}{2} = 0,56 \cdot 10^2 \text{ N/mm}^2$$

$s=2$ coefficient de sécurité.

$$\text{alors : } e^2 \geq R_b / R_{pg} = \frac{2088 \cdot 10^3 \text{ N}}{0,56 \cdot 10^2} = 3720 \text{ mm}^2$$

e : épaisseur de support en V.

$e \geq 61 \text{ mm}$

5. Calcul de la section des pieds de la table :

La section de pied de table doit vérifier la relation :

$$S \geq \frac{R_b}{R_{pg}}$$

S : la section de pied de table.

Si on néglige le poids des supports devant le poids de l'arbre on trouve

$$S \geq 3720 \text{ mm}^2$$

$S \geq 3720 \text{ mm}^2$

6. Calcul de la section de poutre horizontale de la table :

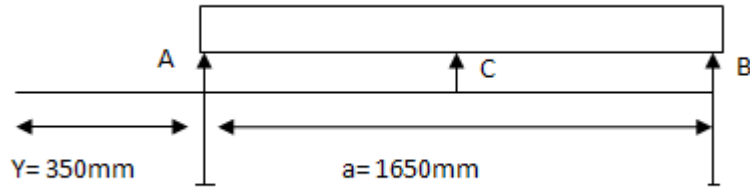
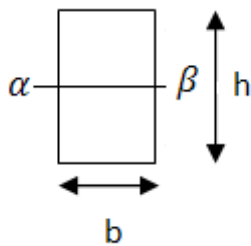


Figure 24 : Schéma représentant le positionnement de l'arbre de petite longueur.

La section de la poutre doit vérifier la relation :

$$\frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} \geq \frac{M_{fmax}}{R_{pg}}$$

$I_{\alpha\beta}$: le moment quadratique de la section considérée par rapport à l'axe $\alpha\beta$.



Avec : $M_{fmax} = R_c \times \frac{a}{4}$

R_c : la force de contre réaction de l'appui C

On a : $R_c = \frac{a}{2} \times M_l \times g = 7984 \text{ N}$

Avec $M_l = 986,46 \text{ kg/m}$ et a : la distance entre les supports des arbres A et B

Alors : $M_{fmax} = 3293 \text{ mN}$

On a : $I_{\alpha\beta} = \frac{b h^3}{12}$ donc $\frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} = \frac{b h^2}{6}$

Supposons que : $h = 2b$ alors $\frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} = 0,6666b^3$

Alors : $0,6666b^3 \geq \frac{M_{fmax}}{R_{pg}}$

Avec $R_{pg} : \frac{R_e}{s} = \frac{R_e}{4} = \frac{225}{4} = 0,56 \cdot 10^2 \text{ N/mm}^2$

R_{pg} : la résistance pratique au cisaillement

R_e : la limite à la rupture et R_p la résistance pratique.

s : Facteur de sécurité on pris $s=2$

alors :

$$b^3 \geq 88294$$

$$b \geq 44 \text{ mm et } h \geq 89 \text{ mm}$$

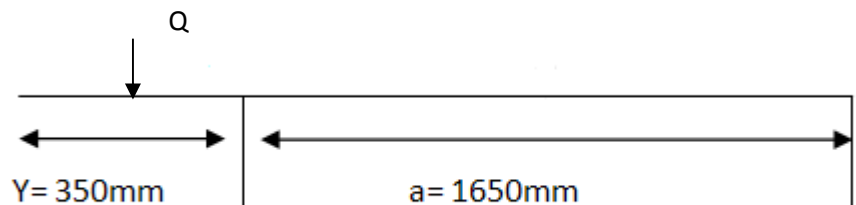


Figure 25 : Schéma représentant l'influence de la charge du système de la perceuse.

Remarque :

$$Q \ll R_b \Rightarrow M_{fmax(R_b)} = R_c \times \frac{a}{4} \gg M_{fmax(Q)} = Q \times \frac{Y}{4}$$

Q : la charge de système de la perceuse.

Alors : $\frac{I_{xx} \times 2}{h} \geq \frac{M_{fmax}}{R_{pg}}$ est toujours valable pour la même section.

7. Calcul des dimensions de la vis de fixation de la perceuse sur le système pignon-crémaillère :

Soit T La force de contre réaction de foret suite à l'application d'un moment sur le pignon.

$$\text{On a : } T \times r = F \times l$$

$F \times l$: Moment de force appliquée sur le pignon, avec :

F : la force appliquée sur le levier.

$$F = 250 \text{ N}$$

l : longueur de levier.

$l=100$ mm.

r : diamètre primitif de pignon.

$$\text{Alors } T = \frac{F \times l}{r}$$

$$T = \frac{250 \times 100}{30}$$

$$T = 833 \text{ N}$$

8. Calcul du diamètre de la vis :

Le diamètre de la vis doit vérifier la relation :

$$\text{On a: } \frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{d} \geq \frac{M_{f\max}}{R_{pg}}$$

Avec $I_{\alpha\beta}$: le moment quadratique de la section considérée par rapport à l'axe $\alpha\beta$.

Puisque en utilise 4 vis de fixation :

$$M_{f\max} = \frac{T \times l'}{2} / 4 \quad l' : \text{longueur de vis.}$$

Pour fixer une perceuse de hauteur 140 mm on utilise des vis de longueur 160 mm

$$M_{f\max} = 833 \times \frac{140}{8} = 14577 \text{ mmN}$$

$$R_{pg} : \frac{R_e}{s} = \frac{R_p}{2} = 225/4 = 0,56 \cdot 10^2 \text{ N/mm}^2$$

R_e : la limite à la rupture et R_p la résistance pratique.

s : Facteur de sécurité on pris $s=2$

R_{pg} : la résistance pratique au cisaillement

$R_{pg} = 56,25 \text{ N/mm}^2$ Résistance pratique au cisaillement.

$$I_{\alpha\beta} = \frac{\pi d^4}{64} \quad \text{alors } \frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{d} = 0,0982 d^3$$

$$\text{Donc : } d^3 \geq \frac{M_{f\max}}{R_{pg} \times 0,0982}$$

$$d^3 \geq \frac{14577}{0,56 \cdot 10^2 \times 0,0982} = 2651$$

$$d \geq 14 \text{ mm}$$

Profondeur de taraudage $h \geq 0,5d \Rightarrow h \geq 0,5 \times 14 = 7 \text{ mm}$

9. Calcul de la section de guidage de l'écrou :

Soit T La force de contre réaction de foret suite à l'application d'un moment sur le pignon

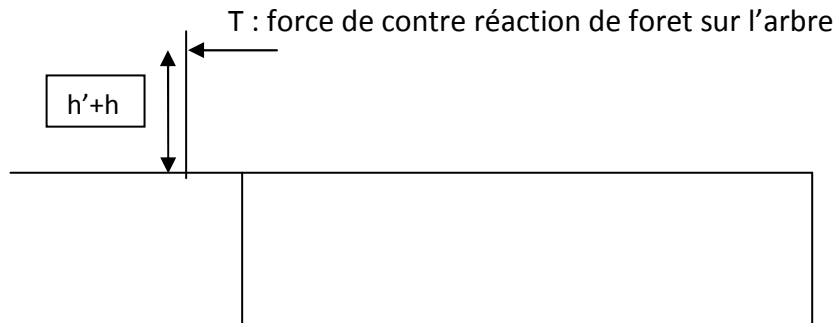


Figure 26 : Schéma représentant l'influence de contre réaction de foret à centrer.

On va calculer la section de guidage de l'écrou.

La section du guidage de l'écrou doit vérifier la relation :

$$\frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} \geq \frac{M_{fmax}}{R_{pg}}$$

Avec $I_{\alpha\beta}$: le moment quadratique de la section considérée par rapport à l'axe $\alpha\beta$.

$$\text{Avec } M_{fmax} = \frac{T \times (h' + h_2)}{2} = \frac{888 \times (1629 + 231)}{2}$$

$$M_{fmax} = 7747 \cdot 10^2 \text{ mmN}$$

$$\text{On a : } I_{\alpha\beta} = \frac{bh^3}{12} \quad \text{donc } \frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} = \frac{bh^2}{6}$$

$$\text{Supposons que : } h = 2b \text{ alors } \frac{I_{\alpha\beta} \times 2}{h} = 0,6666b^3$$

$$\text{Alors : } 0,6666b^3 \geq \frac{M_{fmax}}{R_{pg}}$$

$$\text{Avec } R_{pg} : \frac{R_e}{s} = \frac{R_e}{4} = \frac{225}{4} = 0,56 \cdot 10^2 \text{ N/mm}^2$$

R_{pg} : la résistance pratique au cisaillement

R_e : la limite à la rupture et R_p la résistance pratique.

s : Facteur de sécurité on pris $s = 2$

Alors :

$$b^3 \geq 2077 \cdot 10^1 \text{ mm}^3$$

$$b \geq 27 \text{ mm} \text{ et } h \geq 55 \text{ mm}$$

CONCLUSION

Les problèmes de centrage des arbres rencontrés sur les machines tournantes engendrent des pertes considérables ce qui diminue la productivité de ces machines et augmente le coût indirect de la maintenance.

La centreuse conçue permettra de palier la difficulté de centrage, et rendra la tâche plus simple. La perceuse a été récupérée de la direction traitement, les poutres de table étaient en stock, et les autres pièces ont fait l'objet de réalisation.

Après qu'on a terminé l'étude de la centreuse, le chef de la section machines-outils a décidé de réaliser cette centreuse. La date de réalisation a été prévue à la semaine après, pour résoudre le problème de la surcharge des machines définitivement.

Annexe

Les dessins de définitions et schéma cinématique de la machine centreuse :

Bibliographie :

Claude Hazard, " Mémotech - Dessin technique ", Educalivre, paris, 2002.

H.Longeot, L.Jourdan, "Construction Industrielle", Dunod, 1982.

Guillaume sabatier, Françoise Ragusa, Hubert Antz, "Manuel De Technologie Mécanique", Dunod, paris, 2006.

André Chevalier, "Chevalier Guide du dessinateur industrielle", HACHETTE Technique, Edition 2004.

Jean-Louis Fanchon, "Guide Des Sciences Et Technologies Industrielles", Nathan.

Rene Basquin, "Mécanique deuxième partie", Delagrave.