

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de BEJAIA



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Mécanique
Spécialité : Conception Mécanique et Productique

THEME

Motorisation de la mini-pelleteuse, fixation et manutention

Réalisé par

Mlle. BOUDRAA Yasmina

Mr. ZIOUANE Aziz

Proposé et dirigé par :

Mr. BELAMRI Abdelatif

Présenté devant le jury :

Mr. A .BENSLIMANE

Université de Bejaia

Président

Mr. Dj . HADDAR

Université de Bejaia

Examinateur

Promotion 2015/2016

Remerciements

Dieu merci pour la santé, la volonté et le courage qui ont été nos accompagnés durant le cursus universitaire afin de réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre sincère gratitude :

- ✓ *A notre promoteur **Mr BELAMRI A**, de nous avoir encadré, de son suivi, ses conseils, sa disponibilité et sa patience. Nous vous témoignons ici toute notre reconnaissance.*
- ✓ *Aux membres du Jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail : **Mr BENSLIMANE. A** qui a accepté de présider notre soutenance ainsi que **Mr HADDAR .Dj** qui a accepté d'examiner notre soutenance.*
- ✓ *Aux personnels de **VMS industrie** pour nous avoir accueilli d'une façon très amicale et de nous avoir intégré rapidement au sein de l'équipe ; ce qui nous a permis de travailler dans un milieu très sympathique et conviviale.*
- ✓ *A tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant notre projet.*
- ✓ *A tout le personnel du Hall de Technologie (**Rachid**, et d'autres) pour leurs serviabilité.*
- ✓ *En dernier lieu une forte pensée à ceux qui ont contribues a l'élaboration du présent mémoire.*

Dédicaces

Au nom de l'amour de l'obéissance et de respect, je dédie ce travail :

A mes très chers parents ;

Papa, ce grand homme, toujours prêt à me tendre la main lorsqu'e j'en ai besoin, ce repère toujours présent pour guider mes pas, ce merveilleux père qui n'a jamais hésité à tout sacrifier pour ces enfants .Merci papa

Maman, cette amie qui m'a donné la vie, cette femme toujours prête à dire que tout ira bien, cette maman, qui partage avec nous les joies et les peines avec tout son cœur, aujourd'hui et du fond de mon cœur, je te dis MERCI.

A mes chers frères ; Abdelhak et son épouse Hassiba

Mourad et son épouse Mila

Massi et son épouse Hayet

A mes très chères sœurs ; Akila et son époux Mustafa

Samira et son époux Malek

Sabrina et son futur conjoint Tarik

A mes poussins : Asma, Tiziri, Ahcen, Zako, Rezkia, Amira et Hemimi.

A toute la famille BOUDRAA

A mon encadreur Mr BELAMRI .A pour le temps consacré à ma formation en répondant attentivement à mes questions. Cela m'a aidé à mieux comprendre la mécanique et la conception , ainsi qu'à être rigoureuse dans les analyses. Merci pour votre gentillesse, votre sympathie, votre bonne humeur, et votre soutien tout au long de ces trois années.

A toute la promo CMP ma deuxième famille je vous aime.

A tous mes Ami(e)s que j'aime tant, Farid, Lila, Nadjet, Merzouk, Jugo, Nacer , Rachid,Lamine...

Ainsi qu'à ceux dont les noms ne figurent pas sur cette liste et qui m'ont soutenue d'une manière ou d'une autre.

BOUDRAA Yasmina

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents : je ne peux pas passer sous le silence de leurs supports moral, matériel et leur sacrifice afin de me voir aujourd'hui au niveau de ce statut. Aucun mot ne saurait témoigner l'étendu des sentiments que j'éprouve à leur égard je souhaite que Dieu leur préserve une longue vie.

A mes très chers amis frères qui m'ont soutenu

A ma grande famille ainsi que mon binôme

*Sans oublier mon prof Mr. **BELAMRI Abdelatif** qui m'a toujours encouragé.*

A tous mes camarades

ZIOUANE Aziz

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction Générale i

Chapitre I : Fixation du moteur sur le châssis, accouplé à la pompe hydraulique

Partie 1 : présentation de l'entreprise et généralités sur le moteur	1
I.1 Présentation de l'entreprise	1
I.2 généralités sur le moteur thermique	1
I.3 Constitutions du moteur à 4 temps.....	2
I.3.1 Les organes fixes.....	2
I.3.2 Les organes mobiles.....	4
I.3.3 Les organes annexes	6
I.4 Caractéristiques mécanique d'un moteur thermique à combustion interne	7
I.5 Les types du moteur thermique.....	9
I.5.1 Définition de chaque type	9
I.5.2 Comparaison entre le moteur Diesel et le moteur à essence.....	9
Partie 2 : Transmission	10
I.6 Embrayage	11
I.6.1 Définition de l'embrayage	11
I.6.2 Rôle de l'embrayage.....	11
I.6.3 Les principaux éléments d'un embrayage mécanique	11
I.6.4 Fonctionnement de l'embrayage	12
I.7 La Boite de vitesses	14
I.7.1 Définition de la boîte de vitesses	14
I.7.2 Rôle de la boîte de vitesses	14
I.7.3 Principaux composants d'une boîte de vitesses.....	14
I.7.4 Fonctionnement de la boîte de vitesses.....	15
Partie 3 : Pompe hydraulique	16
I.8 Pompe hydraulique	16
I.8.1 Définition	16
I.8.2 Les différents types de pompe hydraulique	16
I.8.3 Liaison entre le moteur et la pompe hydraulique.....	17

Sommaire

Partie 4 : Fixation et positionnement du moteur sur le châssis	18
I.9 Le positionnement du moteur	18
I.10 Fixation du moteur sur le châssis	19
I.10.1 Définition du support moteur.....	20
Chapitre II : Le système de levage et les procédés de fabrication	
II.1 Introduction	21
II.2. Etude de système de manutention	21
II.3 Notre système en fonction du parc machine du hall de technologie	24
II.3.1 Soudure.....	24
II.3.2 Découpe plasma.....	27
Chapitre III : Dimensionnement et simulation numérique	
Partie 1 : Dimensionnement du système de levage et fixation du moteur	30
III.1 Introduction.....	30
III.2 Présentation des composantes du système de levage.....	30
III.2.1 Réducteurs de vitesse à engrenages.....	31
III.2.1.1 Système roue et vis sans fin	32
III.3 fixation du moteur	40
Partie 2 : La simulation numérique	42
III.4 Les étapes à suivre pour faire la simulation	42
III.5 Interprétations des résultats	43
III.5.1 Système de levage	43
III.5.1.1 Roue et vis sans fin.....	43
III.5.1.2 Le châssis et le bras du système de levage.....	45
III.5.2 Système de fixation du moteur	48
Chapitre IV : fabrication	
IV.1 Principe d'usinage par enlèvement de matière	50
IV.2 Les paramètre de coupe	50

Sommaire

IV.3 Calcul des paramètres de coupe	51
IV.3.1 Formules des paramètres de coupe.....	51
IV.3.2 Facteurs influant sur la vitesse de coupe.....	52
IV.4 Les machines-outils	52
IV.4.1 Le tour	52
IV.4.2 La fraiseuse	53
IV.4.3 Taillage de la rainure de clavette avec un étau limeur	54
IV.5 La gamme d'usinage	54
IV.5.1 Usinage de la roue.....	54
IV.5.2 Usinage de la vis sans fin.....	58
IV.5.3 Usinage des coussinets.....	61
IV.6 La fabrication des pièces	64
IV.6.1 Pièces pour la fixation du moteur	64
IV.6.2 Les pièces du système de levage	67
IV.6.2.1 Roue et vis sans fin	67
IV.6.2.2 Le bras et le châssis.....	70
Conclusion générale	72

Annexe

Références bibliographiques

Liste des figures

Liste des figures

Chapitre I : Fixation du moteur sur le châssis, accouplé à la pompe hydraulique

Figure I.1 : Diagramme de présentation de l'entreprise.....	1
Figure I.2 : Niveau A-0 d'un moteur thermique.....	2
Figure I.3 : Un bloc moteur modèle V8.....	2
Figure I.4 : La culasse d'un moteur a 4 cylindres.....	3
Figure I.5 : Le joint de culasse.....	4
Figure I.6 : Piston avec ses différents segments.....	4
Figure I.7 : Un vilebrequin.....	5
Figure I.8 : Un volant moteur.....	5
Figure I.9 : Les composants d'une bielle.....	6
Figure I.10 : Arbre à came.....	6
Figure I.11 : Caractéristique d'un moteur.....	7
Figure I.12 : Décomposition des forces agissant sur le maneton du vilebrequin.....	8
Figure I.13 : (a)moteur diesel, (b) moteur à essence.....	9
Figure I.14 : Le diaphragme d'embrayage.....	11
Figure I.15 : Un disque d'embrayage.....	12
Figure I.16 : Butée d'embrayage.....	12
Figure I.17 : La position embrayée.....	13
Figure I.18 : La position débrayée.....	13
Figure I.19 : Boîte de vitesses manuelle à 7 rapports de la Porsche 911.....	14
Figure I.20 : Les composants d'une boîte de vitesses.....	15
Figure I.21 : Vue en coupe d'une pompe à engrenage externe.....	16
Figure I.22 : Les différents types de pompe hydraulique.....	17
Figure I.23 : La position du moteur sur le châssis.....	19
Figure I.24 : La fixation désirée sur la mini pelleteuse.....	19
Figure I.25 : Un exemple du support moteur Le Cônes avec base de fixation AMC MECANOCAUCHO.....	20

Chapitre II : Le système de levage et les procédés de fabrication.

Figure II.1 : Principe d'utilisation de système de levage.....	21
Figure II.2 : Les différents composants de notre système.....	21

Liste des figures

Figure II.3 : Les différentes liaisons de notre système.....	22
Figure II.4 : Les parties qui représentent la liaison pivot.....	22
Figure II.5 : Liaison glissière par obstacle.	23
Figure II.6 : Une liaison pivot glissant.	23
Figure II.7 : Liaison pivot avec obstacle.	24
Figure II.8 : Soudage en électrode enrobée.	25
Figure II.9 : Principe de soudage à l'arc	25
Figure II.10 : Principaux types de joints.	26
Figure II.11 : Principales positions de soudage.....	26
Figure II.12 : Les quatre états de la matière.	27
Figure II.13 : Coupage au plasma.....	28
Figure II.14 : Principe de découpage plasma	28
Figure II.15 : Géométries de torches à plasma pour la découpe.	29

Chapitre III : Dimensionnement et simulation numérique

Figure III.1 : Fonctionnalité d'un système de levage.....	30
Figure III.2 : Le système de levage validé avec la roue et vis sans fin	31
Figure III.3 : Les différents types d'engrenages	31
Figure III.4 : Une vis sans fin entraine une roue.	32
Figure III.5 : Les éléments de la vis sans fin.....	33
Figure III.6 : Dimensions d'une clavette parallèle.	37
Figure III.7 : Un coussinet.....	40
Figure III.8 : Triporteur a benne VM12 commercial de VMS industrie avec un moteur monocylindre ,4 temps.....	40
Figure III.9 :L'équipement offert par VMS industrie.....	41
Figure III.10 : Présentation du l'emplacement du moteur avec les pattes support.	43
Figure III.11 : Le cycle de conception d'un produit	42
Figure III.12 : Distribution des contraintes de Von Mises	44
Figure III.13 : Distribution des déformations.....	44
Figure III.14 : Distribution des déplacements.	45
Figure III.15 : Distribution de coefficient de sécurité	45
Figure III.16 : Distribution des contraintes de Von Mises	46
Figure III.17 : Distribution des déformations.....	46

Liste des figures

Figure III.18 : Distributions des déplacements.	47
Figure III.19 : Distribution de coefficients de sécurité	47
Figure III.20 : Distribution des contraintes de Von Mises.....	48
Figure III.21 : Distribution de coefficient de sécurité.....	49

Chapitre IV : fabrication

Figure IV.1: Mouvement de coupe (V_c), d'avance (V_a) et passe (P) dans les quatre opérations de coupe.	51
Figure IV.2 : Un tour conventionnelle TOS SN 40 C.....	52
Figure IV.3 : Axes du tour, opérations faites au tour avec les outils	53
Figure IV.4 : La fraiseuse conventionnelle FH 1.6 utilisée pour le taillage des dentures de la roue en bronze.	53
Figure IV .5 : Etau limeur aLmO EL 450 utilisé pour la réalisation de la rainure de clavette de la roue en bronze.	54
Figure IV.6 : Pattes support.....	64
Figure IV.7 : Les étapes de réalisation des pattes support sur une presse à l'aide d'un moule.....	64
Figure IV.8 : Usinage de la rainure de la deuxième plaque avec une fraise 2 tailles à alésage et a entrainement par tenon diamètre 50mm	65
Figure IV.9 : Les deux matrices du moule d'emboutissage	65
Figure IV.10 : Préparation de l'emplacement du moteur sur le châssis	66
Figure IV.11 : Positionnement et fixation du moteur sur le châssis de la machine.....	66
Figure IV.12 : La réalisation de la rainure de clavette de la roue sur l'étau limeur.....	67
Figure IV.13 : L'outil, porte outil et le gabarit d'usinage	64
Figure IV.14 : Usinage des dentures de la roue montée sur un gabarit d'usinage, sur un diviseur 1/40, tête de la fraiseuse inclinée de 8°	68
Figure IV.15: La roue dentée à sa phase finale.	68
Figure IV.16 : La réalisation du premier filet de la vis à l'aide d'un outil de forme	69
Figure IV.17 : Usinage de deuxième filet.	69
Figure IV.18 : La vis à son état final.....	70
Figure IV.19 : Représentation du bras du système de levage sur SOLIDWORKS	70
Figure IV.20 : Représentation du châssis de système sur SOLIDWORKS	71

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Chapitre III : Dimensionnement et simulation numérique.

Tableau III.1 : Tableau détaillé des caractéristiques d'engrenages roue et vis sans fin.....	34
Tableau III.2 : Les modules normalisés.....	36
Tableau III.3 : Les caractéristiques de notre vis et roue.....	37
Tableau III.4 : Dimensions des clavettes normalisées.....	38

Chapitre IV : Fabrication.

Tableau IV.1 : La gamme d'usinage de la roue en bronze.....	58
Tableau IV.2 : La gamme d'usinage de la vis.....	61
Tableau IV.3 : La gamme d'usinage des coussinets.....	63

Nomenclature

Nomenclature

ω : Vitesse angulaire [ras/s].

N : Vitesse de rotation [tr/mn].

R_{pe} : résistance à la pratique a l'extension du matériau de la dent [N/mm²].

V_c : vitesse de coupe [m/mn]

r : rapport de transmission.

F_t : Force tangentielle appliquée sur la dent [N].

m : module des pignons [mm].

s : Coefficient de sécurité.

K : coefficient de largeur de denture

l : la distance entre l'axe de la manivelle et la roue [mm].

A_{cis} : La surface cisailée [mm²].

V : l'effort tranchant

d : le diamètre de l'arbre [mm].

M_t : le moment de torsion [N .mm].

τ_e : la limite d'élasticité en cisaillement [N/mm²]

V_a : la vitesse d'avance [mm/mn]

R_{pg} : résistance pratique au cisaillement en [N/mm²]

R_g : résistance élastique au cisaillement en [N/mm²]

Introduction générale

Introduction générale

L'homme est doté d'un potentiel d'imagination remarquable, depuis toujours il cherche à construire des outils pour pallier ses propres carences et soulager sa peine. Ainsi, avec obstination, il a tenté d'utiliser, avec un maximum d'efficacité, ce que la nature a mis à sa disposition pour réaliser des opérations que ses propres possibilités physiques ne pouvaient pas lui permettre.

Au cours des deux derniers siècles, c'est l'explosion avec la naissance du moteur : machine à vapeur, moteur électrique, moteur à combustion interne, turbine à gaz, etc., toujours plus puissants, plus compacts et plus durables.

La mini pelleuse fabriquée au niveau du hall de Technologie de l'Université de Bejaia par les étudiants du département Génie Mécanique, option Conception Mécanique et Productique promotion 2014/2015. Cette dernière a abouti à la mettre sur pied et l'équipée de différents systèmes tels que : le châssis, système de levage, système de traction et système de direction. Notre objet d'étude consiste à équiper la mini pelleuse d'un moteur et d'un système de transmission.

Pour positionner le moteur on aura besoin d'un système de levage qui assurera cette fonction en toute sécurité, ensuite on aura besoin des systèmes de fixation sur le châssis.

Notre présent travail est partagé en quatre chapitres. Pour cela il nous est apparu utile de commencer d'abord par étudier séparément la partie du moteur, le système de levage, le dimensionnement et la partie fabrication.

Le premier chapitre se présente en quatre parties, la première partie représente une présentation de l'entreprise VMS industrie où nous avons effectué notre stage pratique et des généralités sur le moteur thermique. Ensuite la deuxième partie sur la transmission, la troisième sur liaison moteur pompe hydraulique. Enfin, la dernière partie sur la fixation et positionnement du moteur sur le châssis.

Le deuxième chapitre traite en premier lieu la représentation de notre système de levage avec ses différents composants et liaisons. La partie de procédé de fabrication vient en dernier lieu où nous avons expliqué les procédés nécessaires pour la fabrication de notre propre système.

Le troisième chapitre traite la partie dimensionnement du système de levage avec le choix de la position du moteur sur le châssis et les simulations faites sur SolidWorks.

Le dernier chapitre représente la partie fabrication ; les procédés de fabrications utilisés au cours de notre projet en fonction du parc machine du hall de technologie et la gamme d'usinage pour les pièces usinées.

Pour finir, une conclusion générale sur l'ensemble de travail est réalisée. Celle-ci représente le rôle d'un ingénieur en conception mécanique et les paramètres qui doivent les respecter durant la réalisation d'un projet.

Chapitre I
Fixation du moteur
sur le châssis,
accouplé à la pompe
hydraulique

Partie 1 : présentation de l'entreprise et généralités sur le moteur

Nous avons effectué notre stage de formation au sein de l'entreprise Viva Motors Saigh industrie afin de réaliser le projet de fin d'étude par la préparation d'un mémoire. Vous trouverez dans le paragraphe suivant une présentation succincte de l'entreprise VMS industrie.

I.1 Présentation de l'entreprise

La SARL VMS industrie a été créée le mois de juillet 2014, sise à Hellouane Ouzellaguen Bejaia. Spécialisée dans ; la fabrication et le montage en CKD de cycles et motocycles, la fabrication des pièces détachées et accessoires ainsi que la réparation de cycles et motocycles.

L'objectif de production à court terme est de **2100** unités / An avec un effectif de **55** employés pour un taux d'intégration entre **25 % et 40 %** selon les différents produits [1].

L'unité de production pour le montage de cycles, motocycles, tricycles et quads se compose de bureau, magasins, showrooms pour exposition et vente ainsi qu'un atelier de production à plusieurs parties :

- Partie de pré-montage.
- Partie de montage sur chaîne de production.
- Partie de contrôle et test.

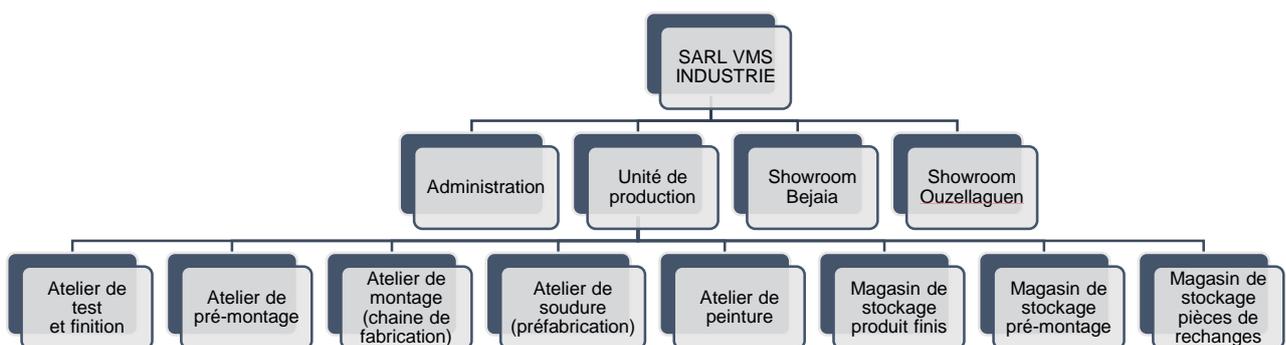


Figure I.1 : Diagramme de présentation de l'entreprise.

I.2 généralités sur le moteur thermique

Aujourd'hui, nous avons plusieurs modes de moteurs et dans notre cas on va étudier le moteur thermique à combustion interne à quatre temps.

Un moteur thermique transforme l'énergie chimique en énergie calorifique puis en énergie mécanique (**figure I.2**) nécessaire pour assurer le déplacement d'un véhicule [2].

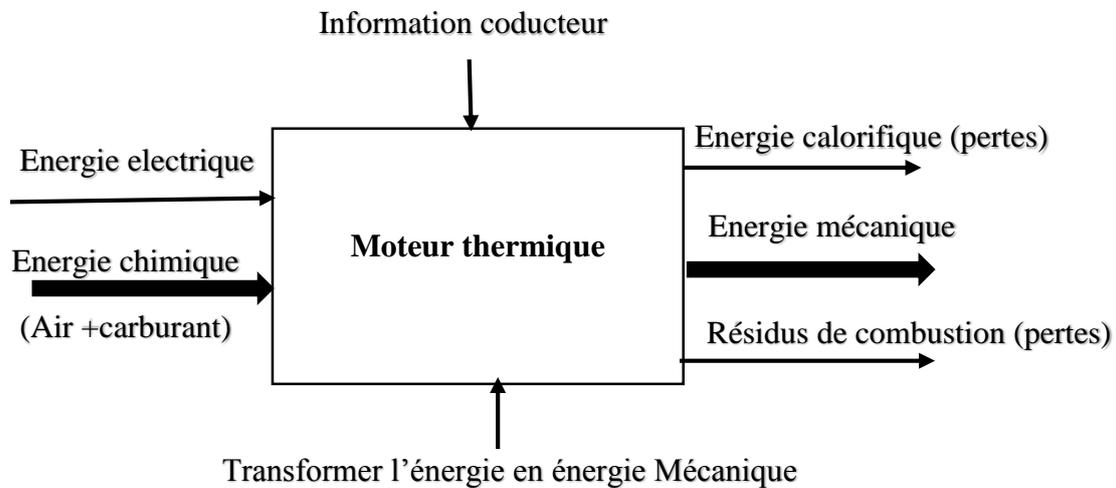


Figure I.2 : Niveau A-0 d'un moteur thermique.

I.3 Constitutions du moteur à 4 temps

Le moteur comporte plusieurs parties[3]:

- Les organes fixes
- Les organes mobiles
- Les organes annexes

I.3.1 Les organes fixes

A. Le bloc-moteur : C'est "le châssis" du moteur, il supporte tous les organes principaux (pistons, vilebrequin...) ainsi que des organes annexes (démarreur, alternateur...). Il ne doit pas se déformer sous la contrainte de la combustion et il doit permettre l'évacuation d'une partie de la chaleur dégagée par la combustion.



Figure I.3 : Un bloc moteur modèle V8.

B. La culasse : elle est en général, en alliage léger .Elle assure la fermeture des cylindres dans leur partie supérieure, constituant ainsi la chambre de combustion.

Elle comporte :

- Les conduits d'admission et d'échappement
- Les soupapes
- Les bougies
- Des éléments de refroidissement
- Les chambres de combustion

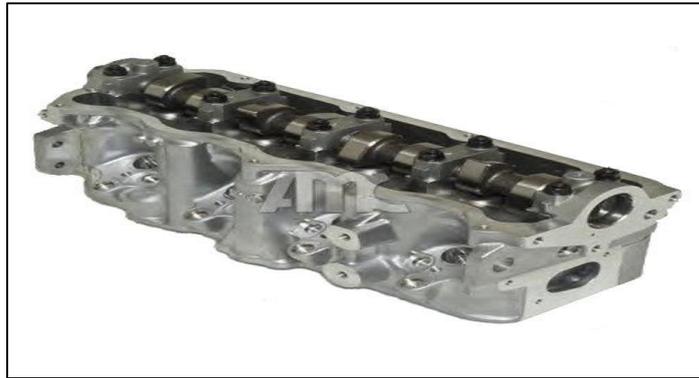


Figure I.4 : La culasse d'un moteur a 4 cylindres

C. Le carter inférieur : Il sert de réserve pour l'huile de graissage et participe également à son refroidissement.

D. Les joints : Ils sont nombreux, le principal étant le joint de culasse, qui est un joint métaloplastique placé entre la culasse et le bloc cylindre. Son rôle est :

- Assure l'étanchéité au gaz entre la chemise et la culasse.
- Assure l'étanchéité à l'eau vers l'extérieur entre la culasse et le bloc cylindre, vers le cylindre entre la culasse et les chemises.
- Assure l'étanchéité à l'huile vers l'extérieur entre la culasse et le bloc cylindre, à l'intérieur entre l'huile et l'eau.



Figure I.5 : Le joint de culasse.

I.3.2 Les organes mobiles

A. Les pistons

- Ils transforment l'énergie due à la combustion en énergie mécanique.
- Ils doivent avoir une bonne résistance mécanique et thermique.
- Ils doivent être légers pour réduire l'inertie de l'attelage mobile.
- L'étanchéité entre piston et cylindre est assurée par les segments.

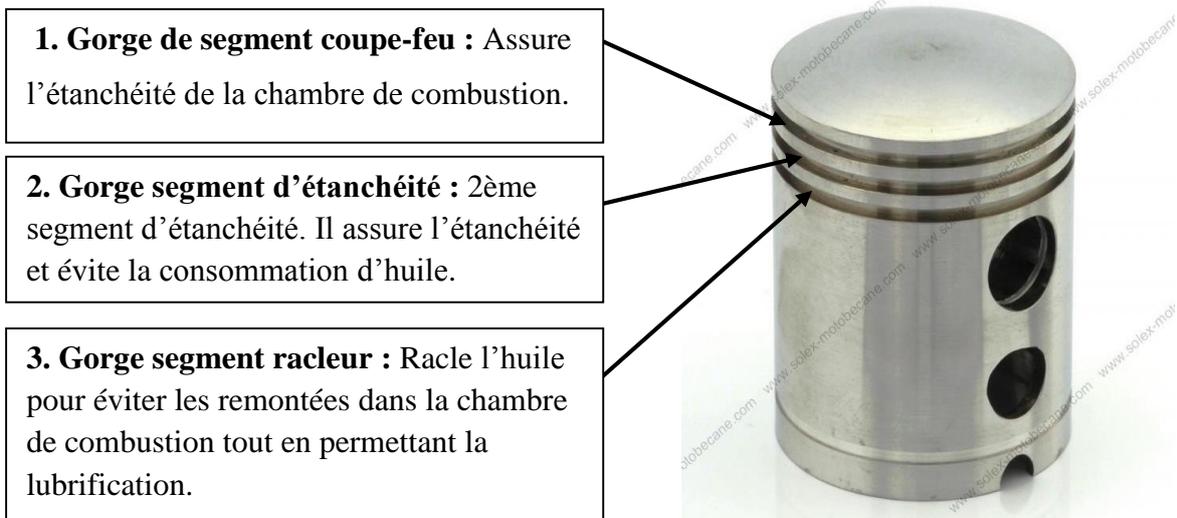


Figure I.6 : Piston avec ses différents segments

B. Le vilebrequin et le volant moteur

Le **vilebrequin** ou arbre moteur est la manivelle en forme de Z qui reçoit la poussée de la bielle et fournit un mouvement rotatif à partir du mouvement alternatif du piston.

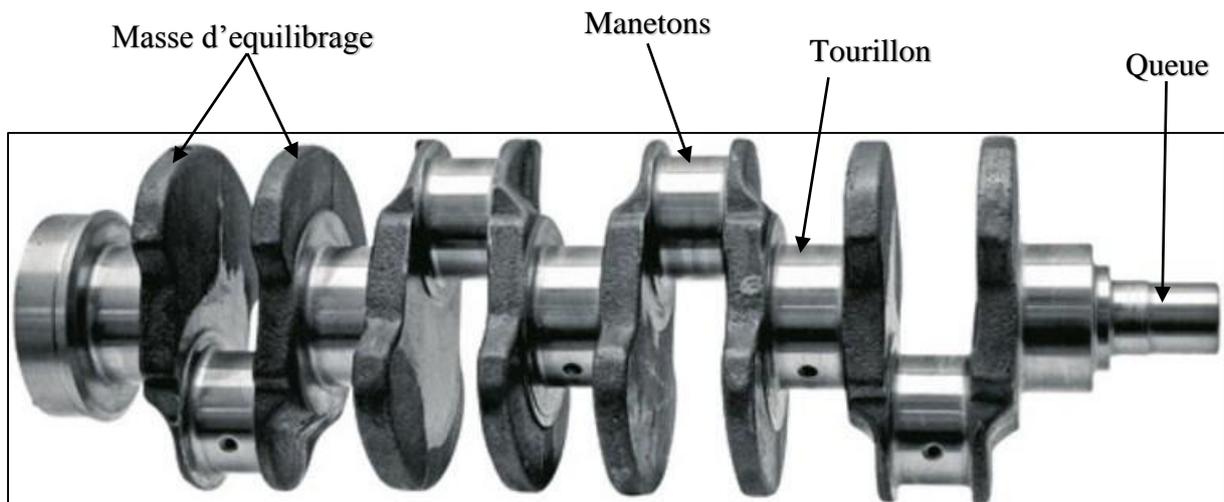


Figure I.7 : Un vilebrequin.

Le volant moteur situé en bout de vilebrequin emmagasine de l'énergie durant le temps moteur (combustion / détente). Il restitue durant les temps non moteur.

Le volant moteur est une masse d'inertie qui régularise et équilibre la rotation du vilebrequin.



Figure I.8 : Un volant moteur.

C. La bielle

La bielle est la pièce mécanique dont une extrémité est liée au piston par l'axe de piston et l'autre extrémité au maneton du vilebrequin.

Elle permet la transmission des forces entre deux éléments animés de mouvement différents :

- Le mouvement rectiligne alternatif du piston
- Le mouvement circulaire continu du vilebrequin



Figure I.9 : Les composants d'une bielle.

D. La distribution : Elle gère l'ouverture et la fermeture des soupapes donc l'entrée et la sortie des gaz.

E. Arbre à came : Appelé aussi « arbre de distribution », il commande l'ouverture des soupapes en transformant le mouvement rotatif issu du moteur en mouvement longitudinal actionnant les soupapes, il est en acier fabriqué par usinage puis un traitement thermique et durcissement puis finition des surfaces fonctionnelles.



Figure I.10 : Arbre à came.

F. les soupapes

La soupape est un bouchon métallique dont le rôle est d'ouvrir et de fermer les orifices d'admission et d'échappement afin de permettre la compression, la combustion et l'évacuation des gaz brûlés.

I.3.3 Les organes annexes

A. Le système d'allumage : Il provoque la combustion des gaz admis par étincelle.

B. Les systèmes d'alimentation et de carburation : Ils assurent le stockage, l'approvisionnement et la préparation d'un mélange combustible air + essence.

C. Le circuit de graissage : Il assure la lubrification des pièces en mouvement et participe au refroidissement du moteur.

D. Le circuit de refroidissement : Il évacue dans l'atmosphère les calories non transformées en énergie mécanique.

E. Les collecteurs : Ils permettent l'entrée et la sortie des gaz : Admission et échappement.

F. Les circuits électriques de démarrage et de charge : Ils permettent :

- Le démarrage du moteur
- La recharge de la batterie, qui est un réservoir d'électricité.

I.4 Caractéristiques mécanique d'un moteur thermique à combustion interne

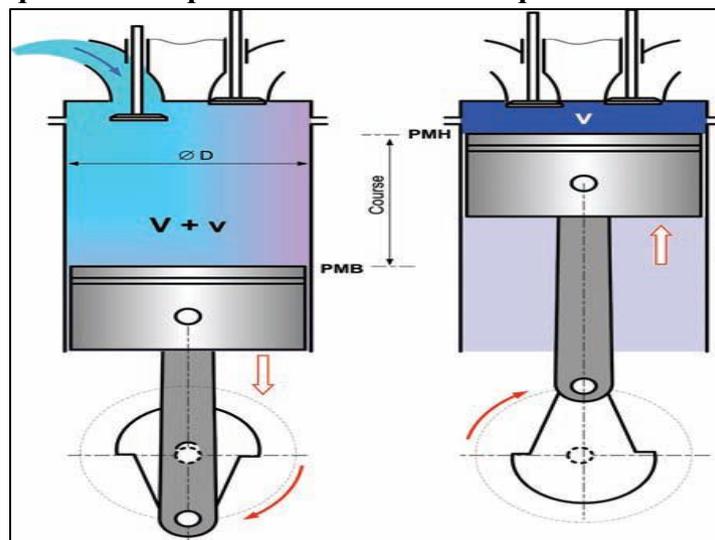


Figure I.11 : Caractéristique d'un moteur[4].

- **L'alésage :** c'est le diamètre (D) du cylindre en millimètre.
- **La course :** c'est la distance (c) parcourue par le piston entre le Point Mort Haut (PMH) et le Point Mort Bas (PMB).
- **La cylindrée :** la cylindrée unitaire (Vu) d'un cylindre c'est le volume balayé par le piston entre le PMH et le PMB.

$$V_u = c \times \pi d^2 / 4 \quad \text{(I.1)}$$

La cylindrée totale (Vt) d'un moteur c'est la cylindrée unitaire multipliée par le nombre de cylindres n.

$$V_t = V \cdot n \quad \text{(I.2)}$$

Remarque : On exprime également la cylindrée en litres. 1 litre valant 1000 cm³, on peut dire par exemple, qu'un moteur de 2000 cm³ est un moteur de 2 litres.

- **Le rapport volumétrique (ρ) :** c'est le rapport entre le volume total d'un cylindre (V+v) et le volume de la chambre de combustion (v).

$$\rho = (V + v) / v \quad \text{(I.3)}$$

En général on laisse le résultat sous forme de fraction. Exemple : $\frac{8}{1}, \frac{9}{1}$ ou 9 pour 1.

- **Le couple moteur :** La pression qui agit sur la tête de piston lui communique une force d'intensité : $\mathbf{F} = \mathbf{p} \cdot \mathbf{S}$ (I.4)

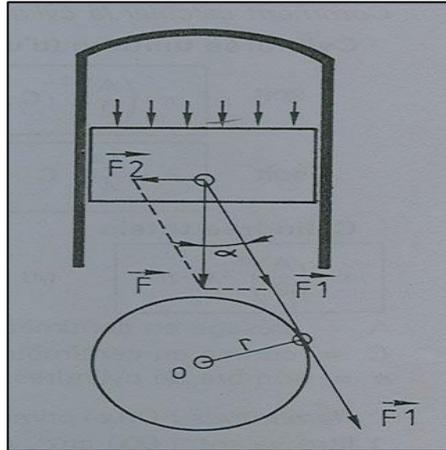


Figure I.12 : Décomposition des forces agissant sur le maneton du vilebrequin.

Déterminons F_1 sur la bielle : $\mathbf{F}_1 = \mathbf{F} / \cos \alpha$ (I.5)

Le moment du couple moteur est donc le produit de la force sur la bielle par la longueur du bras de maneton de vilebrequin. $\mathbf{C} = \mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{r}$ (I.6)

Le travail développé (W) est égal au produit de la force sur la bielle (F_1) par le déplacement de la bielle (l). $\mathbf{W} = \mathbf{F}_1 \cdot l$ (I.7)

Déplacement de la bielle pour un tour : $l = 2\pi r$ (I.8)

Travail de force pour un tour : $\mathbf{W} = \mathbf{F}_1 \cdot 2\pi r$ (I.9)

D'où $\mathbf{W} = \mathbf{C} \cdot 2\pi$ (I.10)

Pour un nombre de tours donnés (N) le travail sera : $\mathbf{W} = \mathbf{C} \cdot 2\pi \cdot N$ (I.11)

On peut observer que le couple le plus élevé se situe lorsque la bielle et le bras du vilebrequin forment un angle de 90° .

- **La puissance d'un moteur**

La puissance effective est le travail moteur fourni en une seconde. Soit pour N [tr/mn] :

$$\mathbf{P} = \mathbf{W}/t = \mathbf{C} \cdot 2\pi N / 60 = \mathbf{C} \cdot \omega \quad \text{(I.12)}$$

Où ω [rad/s]- la vitesse angulaire de vilebrequin.

➤ La consommation spécifique d'un moteur

C'est la quantité de carburant en gramme que doit consommer le moteur pour produire une puissance de 1KW pendant une heure. Elle s'exprime en g / kW.h

I.5 Les types du moteur thermique

Il existe deux familles de moteurs en automobiles. Moteurs à essence et moteurs diesel, on va présenter une brève définition [3] et comparaison entre eux.

I.5.1 Définition de chaque type

- ✓ **Les moteurs diesel (figure I.13 (a))** dont la combustion est déclenchée par l'injection de gazole sous pression dans l'air fortement comprimé. Il se produit une auto-inflammation, ce qui signifie que le mélange s'enflamme spontanément.
- ✓ **Les moteurs à essence (figure I.1 (b))** dans lesquels la combustion du mélange air/essence est amorcée par l'étincelle d'une bougie d'allumage. Ils possèdent donc un système d'allumage commandé. Le mélange air/essence peut s'effectuer par :
 - Carburateur
 - Injection d'essence

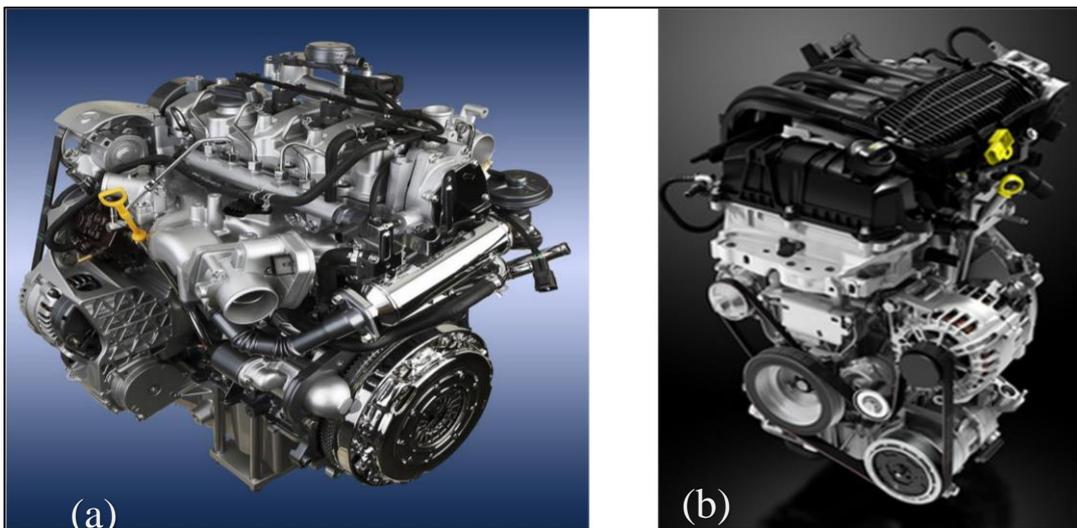


Figure I.13 : (a)moteur diesel, (b) moteur à essence.

I.5.2 Comparaison entre le moteur Diesel et le moteur à essence

Le moteur diesel se différencie du moteur à explosion par plusieurs points[5].

Dans le moteur à explosion, le mélange air-essence est formé dans le carburateur à l'extérieur du cylindre. Par contre, dans le moteur diesel, il se fait dans le cylindre, l'air étant aspiré et le combustible injecté ensuite, à l'aide d'un "injecteur" alimenté par une "pompe

d'injection" qui lui communique une pression supérieure à celle régnant dans le cylindre en fin de compression pour permettre son introduction.

Dans le moteur à explosion on essaie d'augmenter le taux de compression mais on est limité par le phénomène "d'auto-allumage". Dans le moteur Diesel, seul l'air est aspiré et on peut le comprimer sans inconvénient pour atteindre des pressions et des températures très élevées. Le taux de compression est plus élevé dans le moteur diesel que dans le moteur à explosion, ce qui permet d'obtenir un rendement de l'ordre de 35 % alors que le rendement d'un moteur à explosion ne dépasse pas 25 %. C'est au contact de cet air comprimé que le combustible alors injecté s'enflamme.

Comparativement au moteur à explosion, le moteur Diesel ne possède ni carburateur, ni système d'allumage, mais chaque cylindre a un système d'alimentation propre qui comprend : un injecteur et un élément de la pompe d'injection.

Le moteur diesel fournit de l'énergie mécanique meilleure que le moteur à essence pour les raisons suivantes :

- ✓ Le rendement est élevé.
- ✓ Le combustible employé pour les moteurs Diesel est relativement bon marché.
- ✓ Les gaz d'échappement sont moins toxiques
- ✓ Les dangers d'incendie sont réduits. En effet, le gas-oil ne produit des vapeurs inflammables que chauffé aux environs de 80°C, soit à une température nettement supérieure à celle de l'été. Par contre, l'essence produit des vapeurs inflammables à une température bien inférieure.

Partie 2 : Transmission

La puissance produite par le moteur se transmet aux roues motrices par l'intermédiaire d'un certain nombre d'organes. Ils constituent ce qu'il est convenu d'appeler "la transmission".

La transmission permet de transférer le mouvement et la puissance du moteur vers les roues grâce à l'embrayage, l'arbre de transmission et la boîte de vitesse qui la compose.

I.6 Embrayage

I.6.1 Définition de l'embrayage

L'embrayage est un dispositif propre aux véhicules équipés d'une boîte de vitesse manuelle. L'embrayage est l'élément qui transmet la puissance du moteur vers la boîte de vitesse ou désaccouple l'ensemble pour permettre le changement de rapport.

I.6.2 Rôle de l'embrayage

- ✓ Assurer un accouplement progressif entre le moteur et les organes de transmission jusqu'à leur complète liaison.
- ✓ Permettre la désolidarisation moteur-boîte de vitesses pour faciliter les changements de rapports en limitant les à-coups.

I.6.3 Les principaux éléments d'un embrayage mécanique

- ✓ **Le diaphragme** est une sorte de rondelle Belleville, qui se comporte comme un ressort unique. La partie active du diaphragme est comprimée entre le plateau mobile et la cloche. Pour débrayer, la butée agit au centre du diaphragme.



FigureI.14 : Le diaphragme d'embrayage.

- ✓ **Le disque d'embrayage** : Les garnitures sont en matériaux composite et procurent un haut coefficient de frottement et une bonne résistance aux températures élevées. Les ressorts amortissent les à-coups lors des manœuvres d'embrayage et les variations de couple du moteur. Le moyeu cannelé coulisse sur les cannelures de l'arbre d'embrayage.



Figure I.15 : Un disque d'embrayage.

- ✓ **La butée** disposée autour de l'arbre d'entrée de boîte, reçoit la poussée de la pédale lors d'un débrayage pour la transmettre aux leviers ou au centre du diaphragme. Elle se compose d'une bague tournant avec le mécanisme et d'une autre bague coaxiale non rotative reliée à la pédale par l'intermédiaire de la fourchette et du système de commande.



Figure I.16 : Butée d'embrayage.

I.6.4 Fonctionnement de l'embrayage

La pédale transmet le mouvement du conducteur au cylindre émetteur avec démultiplication d'effort et de progressivité. (Débrayer : Appui sur la pédale / Embrayer : La pédale est relâchée). Le cylindre émetteur reçoit l'effort de la pédale (via la transmission hydraulique) et pousse l'huile vers le servo-pneumatique. Le servo -commande, déclenchée par la pression hydraulique, pousse la fourchette d'embrayage grâce à son vérin pneumatique.

Les deux positions d'embrayage se résument comme suit : pour un embrayage a diaphragme

a. Position embrayée (figure I.17)

- Les ressorts agissent sur le plateau de pression.

Chapitre I : Fixation du moteur sur le châssis, accouplé à la pompe hydraulique

- Le disque est emprisonné entre le volant moteur et le plateau de pression.
- L'accouplement moteur - boîte de vitesses est réalisé.
- Le couple et la vitesse de rotation sont transmis à l'arbre primaire.

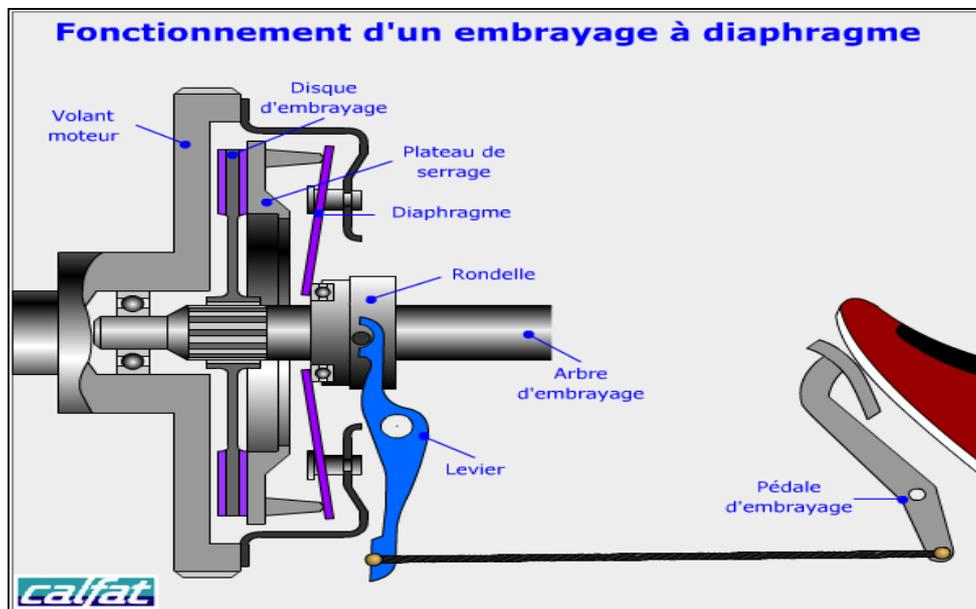


Figure I.17 : La position embrayée.

b. position débrayée (figure I.18)

- La butée est mise en appui sur le diaphragme. Celui-ci, en se déformant, permet le déplacement du plateau de pression et libère le disque.
- Il n'y a plus de liaison entre le moteur et l'arbre primaire.

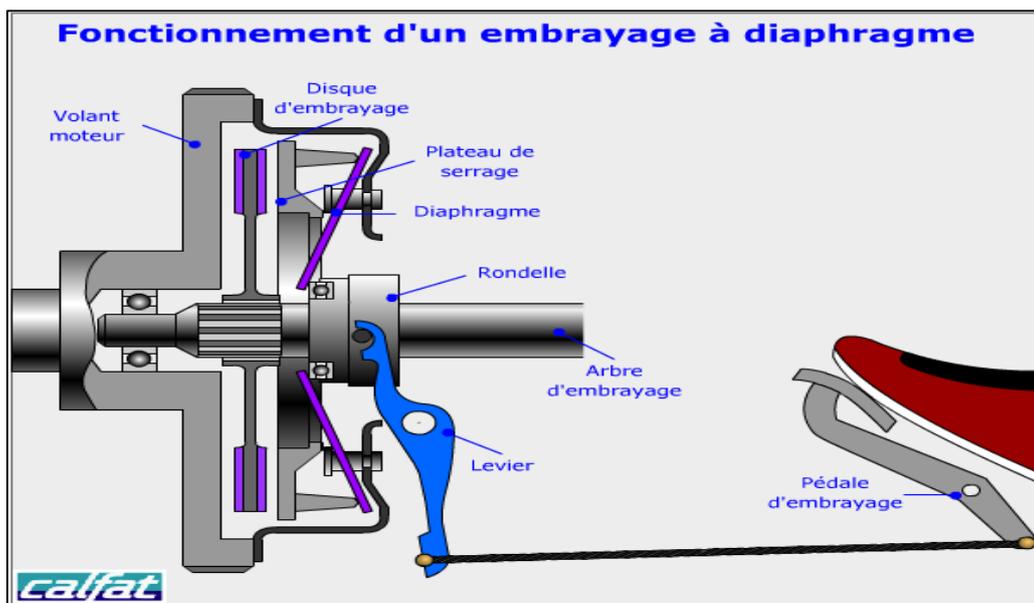


Figure I.18 : La position débrayée.

I.7 La Boîte de vitesses

I.7.1 Définition de la boîte de vitesses

Une boîte de vitesses automobile est un dispositif mécanique qui permet d'adapter la puissance du moteur à la puissance nécessaire à l'essieu, en fonction des différentes conditions de roulage rencontrées (démarrage, accélération, roulage en côte...) [6].

La boîte de vitesses se situe entre l'embrayage et l'arbre de transmission.

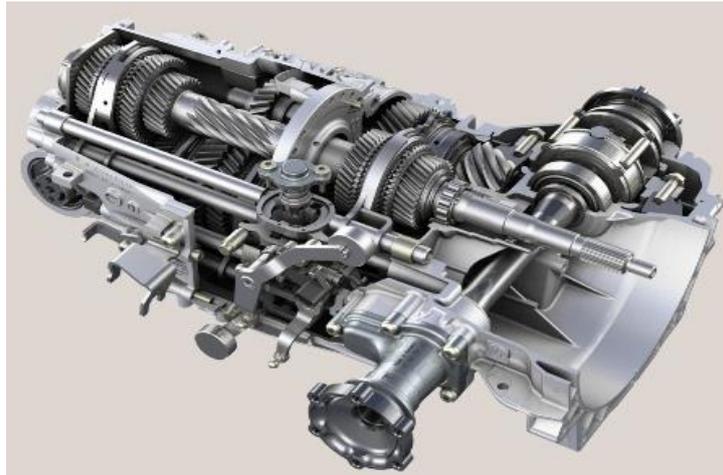


Figure I.19 : Boîte de vitesses manuelle à 7 rapports de la Porsche 911.

I.7.2 Rôle de la boîte de vitesses

- Adapter le couple moteur au couple résistant en utilisant les différents rapports.
- Permettre l'inversion du sens de rotation de la transmission (marche arrière).
- Permettre de séparer le moteur de la transmission, la boîte de vitesses étant au point mort et l'embrayage en position embrayée.

I.7.3 Principaux composants d'une boîte de vitesses

Généralement, les boîtes de vitesses manuelles sont composées de trois arbres :

a. Arbre primaire : il reçoit le couple moteur et la vitesse de rotation du vilebrequin par l'intermédiaire de l'embrayage.

b. Arbre secondaire : il transmet le couple modifié au pont

c. Arbre intermédiaire : il transmet le mouvement de l'arbre primaire à l'arbre secondaire. Il se trouve uniquement sur les boîtes 3 arbres. (Propulsions)

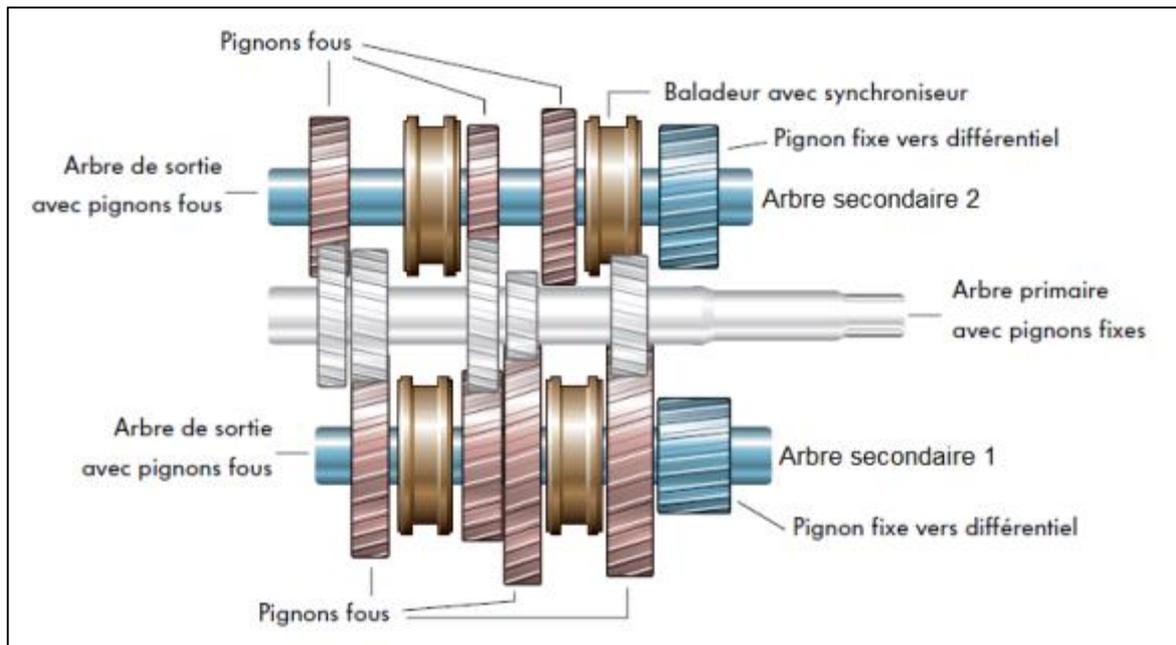


Figure I.20 : Les composants d'une boîte de vitesses.

I.7.4 Fonctionnement de la boîte de vitesses [6]

Le choix de plusieurs couples de pignons (engrenages) de diamètres différents offre différents rapports de transmission. Pour un même régime moteur, la combinaison de la sélection permettra d'adapter le couple moteur pour démarrer progressivement, adapter la vitesse de déplacement du véhicule, gravir une côte, utiliser le frein moteur en descente etc.

L'arbre primaire reçoit le mouvement du moteur et de l'embrayage.

L'arbre intermédiaire, pourvu de pignons de tailles différentes, est entraîné en rotation directement par l'arbre primaire.

Des pignons, de tailles différentes, engrenés par l'arbre intermédiaire, tournent librement sur l'axe de l'arbre secondaire, c'est la position point mort.

Le conducteur débraye : le mouvement du conducteur sur levier de vitesse déplace en translation un pignon « baladeur-craboteur » qui lie le pignon libre avec l'arbre secondaire, celui-ci entraîne l'arbre de transmission. Le véhicule entre en mouvement lorsque le conducteur embraye.

Pour le changement de rapport en marche, afin que les engrenages ne s'entrechoquent pas, il est important que les arbres et pignons aient une vitesse de rotation identique. Un synchroniseur (sorte de frein conique) adaptera la vitesse de rotation des engrenages avant le crabotage

Partie 3 : Pompe hydraulique

I.8 Pompe hydraulique

I.8.1 Définition

Une pompe hydraulique c'est un système mécanique dans la fonction et de transformer une énergie fournie par un moteur thermique ou électrique en énergie hydraulique, elle aspire l'huile dans un réservoir et la refoule avec un débit plu élevée, donc une pompe hydraulique est un générateur de débit.

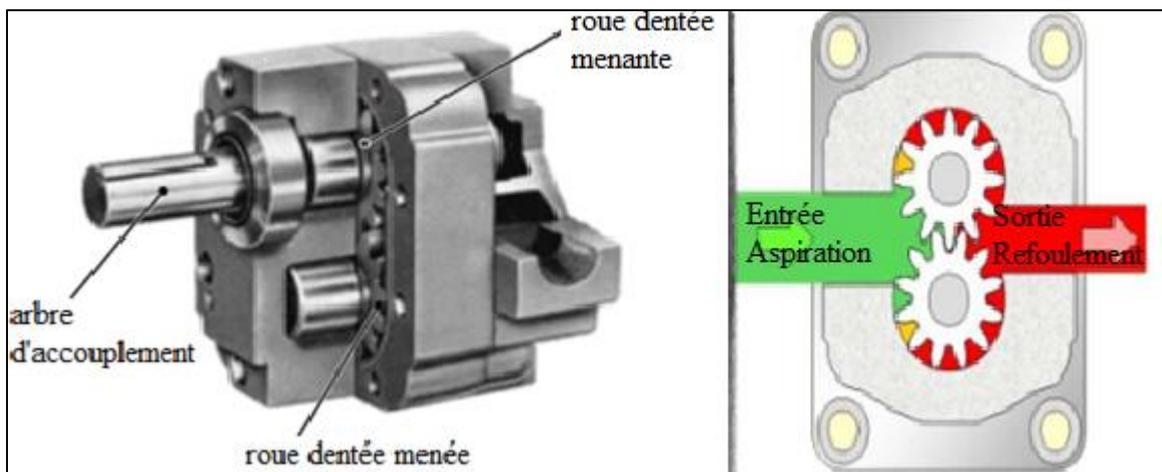


Figure I.21 : Vue en coupe d'une pompe à engrenage externe.

Une pompe est caractérisée par

- la cylindrée V_g en $[cm^3 / tr]$ ou
- le niveau de pression supportable
- le rendement
- la vitesse de rotation N $[tr/mn]$
- le prix, ...

On a ici la formule du débit : $Q = (V_g \times N) / 1000$ (I.13)

Q c'est le débit en (L / mn)

I.8.2 Les différents types de pompe hydraulique

Les pompes sont classées en 3 grandes familles comme illustre la figure I.22 ; pompe à denture, pompe à palettes et pompe à piston. Dans ces familles, il existe différentes technologies de construction et pour certaines des variantes à cylindrée variable.

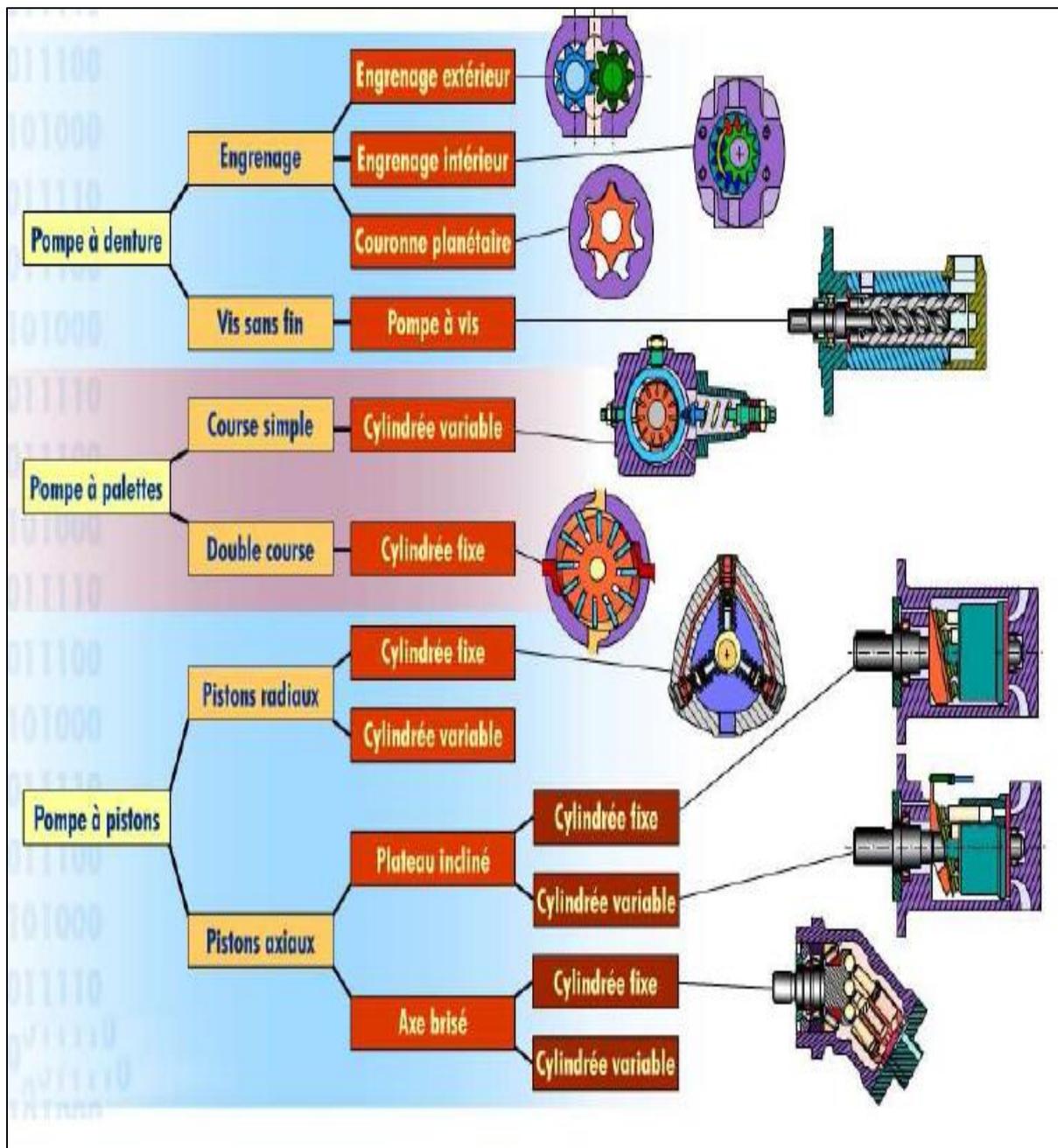


Figure I.22 : Les différents types de pompe hydraulique.

I.8.3 Liaison entre le moteur et la pompe hydraulique

Le moteur et la pompe hydraulique seront positionnées de telle sorte qu'au niveau du point de transfert des forces d'un arbre à un autre, les axes de rotation des deux arbres soient colinéaires quand la machine fonctionne dans des conditions normales.

L'ingénieur concepteur a la responsabilité de choisir un accouplement flexible compatible avec le système qu'il est en train de concevoir. En plus il doit s'assurer que le système dans lequel l'accouplement s'insère fonctionnera d'une façon satisfaisante.

Pour notre étude le choix d'accouplement se fera dans l'autre partie de mémoire suivant le moteur et la pompe choisis.

➤ Définition d'accouplement

L'accouplement est un dispositif de liaison entre le moteur et le récepteur. Celui-ci permet la transmission de la puissance motrice vers le mécanisme à activer. C'est un produit courant du commerce qu'il convient de choisir et d'adapter à chaque montage particulier. On peut les classer comme suit :

- ✓ **Accouplements permanent** : Il est dit permanent lorsque l'accouplement de deux arbres est permanent dans le temps. Le désaccouplement n'est possible que par démontage du dispositif.
- ✓ **Accouplement temporaire** : Il est dit temporaire lorsque l'accouplement ou le désaccouplement peuvent être obtenus à n'importe quel moment, sans démontage du dispositif, suite à une intervention extérieure.
- ✓ **Accouplement ou joint homocinétique** : Un accouplement est dit homocinétique lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée est rigoureusement identique à celle de l'arbre de sortie à tout instant.

Partie 4 : Fixation et positionnement du moteur sur le châssis

I.9 Le positionnement du moteur

Avant de positionner le moteur il faut faire attention au châssis. Bien sûr, la conception du châssis est primordiale pour avoir une bonne position qui donnera une meilleure stabilité à la machine.

Pour cela on a procédé comme suit : trouvé une position qui va servir à équilibrer et répartir les différentes charges du moteur, celle du balancier et la charge engendrée par le godet durant le fonctionnement.

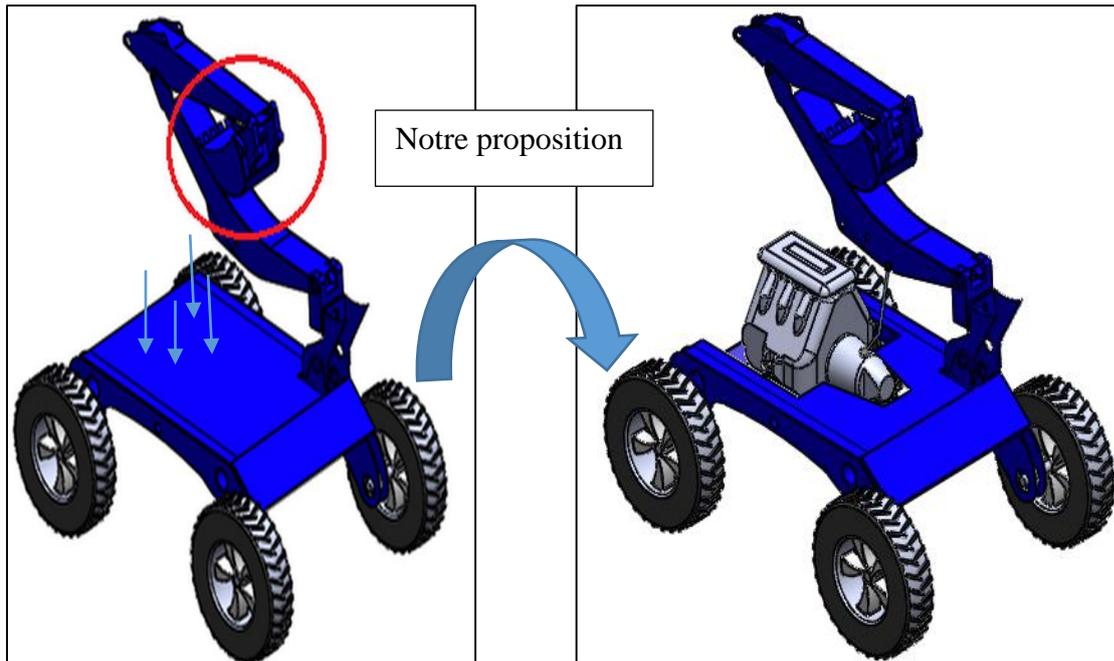


Figure I.23 : La position du moteur sur le châssis.

I.10 Fixation du moteur sur le châssis

Toute machine dont la conception incorpore des éléments mobiles ou rotatifs, produit un déséquilibre connu sous le nom de vibration. Cette vibration produite par une machine entraîne différents problèmes, tels que la diminution de la durée de vie utile de la propre machine en raison de la fatigue de ses composants, ainsi que la transmission de cette vibration à d'autres structures voisines non isolées, donnant lieu à des problèmes de transmission de bruit et de vibration.

Pour assurer la bonne fixation du moteur sur le châssis on utilisera les supports moteurs.

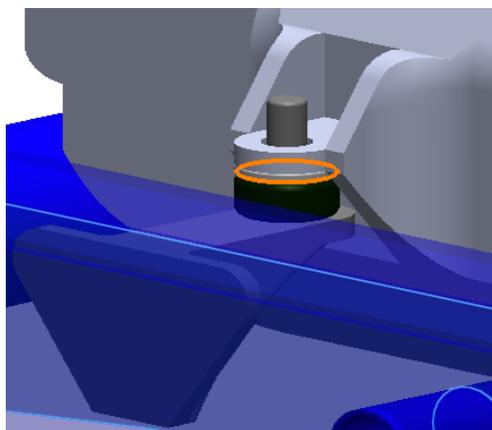


Figure I.24 : La fixation désirée sur la mini pelleuse.

I.10.1 Définition du support moteur

Un support moteur est une pièce relie au moteur de voiture, il sert a supporté le poids du moteur et amortir les chocs dus aux vibrations qu'induit le fonctionnement du moteur de notre véhicule.

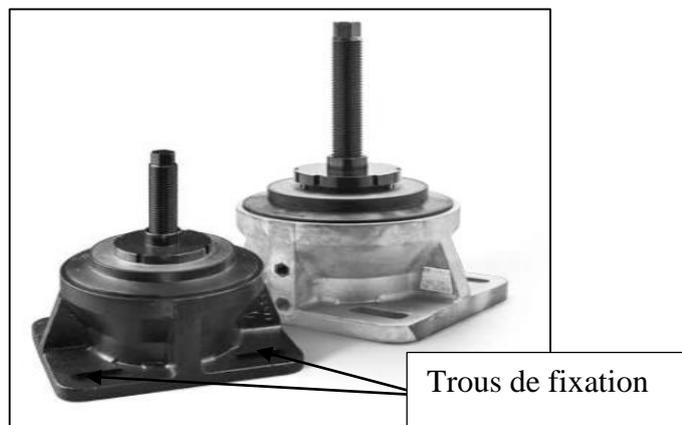


Figure I.25 : Un exemple du support moteur Le Cônes avec base de fixation AMC MECANOCAUCHO.

✓ Exemple d'un modèle de support moteur

Le Cônes avec base de fixation AMC MECANOCAUCHO ® travaillent l'élastomère en compression-cisaillement. Ils sont constitués d'une armature extérieure métallique hautement résistante et d'une armature conique interne concentrique. Pour faciliter l'installation, ils disposent d'une base avec des trous de fixation au châssis[7].

✓ Caractéristiques techniques

Les Cônes avec base de fixation AMC MECANOCAUCHO ® sont conçus pour offrir une élasticité axiale prédominante sous grandes charges. L'élastomère incorporé est un caoutchouc à faible raideur dynamique, ce qui permet d'obtenir de basses fréquences propres tout en maintenant une grande stabilité de l'ensemble suspendu. La raideur radiale du support est supérieure à la raideur axiale. Ceci est tout particulièrement intéressant pour les applications où le maintien d'une grande stabilité horizontale est souhaité.

✓ Applications

Les Cônes avec base AMC MECANOCAUCHO ® Cône 100 sont spécialement conçus pour leur utilisation sur des moteurs et machines auxiliaires, aussi bien pour des applications statiques ou mobiles.

Chapitre II

Le système de levage et les procédés de fabrication

II.1 Introduction

Certaines interventions sur les organes les plus lourds du véhicule (moteur, boîte, pont) peuvent nécessiter d'éventuels déplacements, il est préférable en effet de disposer d'un moyen de manutention. Au niveau du parc machine (hall de technologie) dont on travaille, il existe un transpalette qui assure ce service guère. Et pour cela qu'on s'est adonné pour la réalisation d'un système de levage (**figure II.1**) qui va nous permettre de positionner le moteur sur le châssis en toute sécurité et qu'il soit manipulable par un seul opérateur.

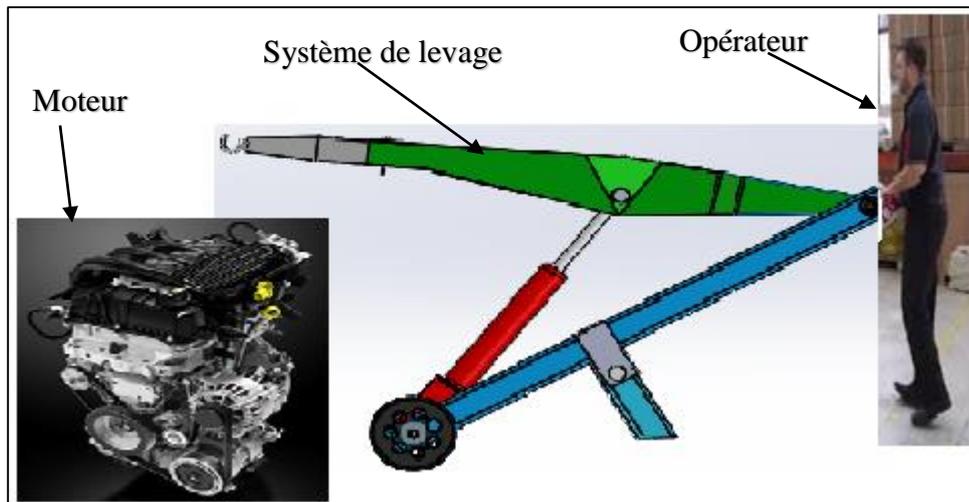


Figure II.1 : Principe d'utilisation de système de levage.

II.2. Etude de système de manutention

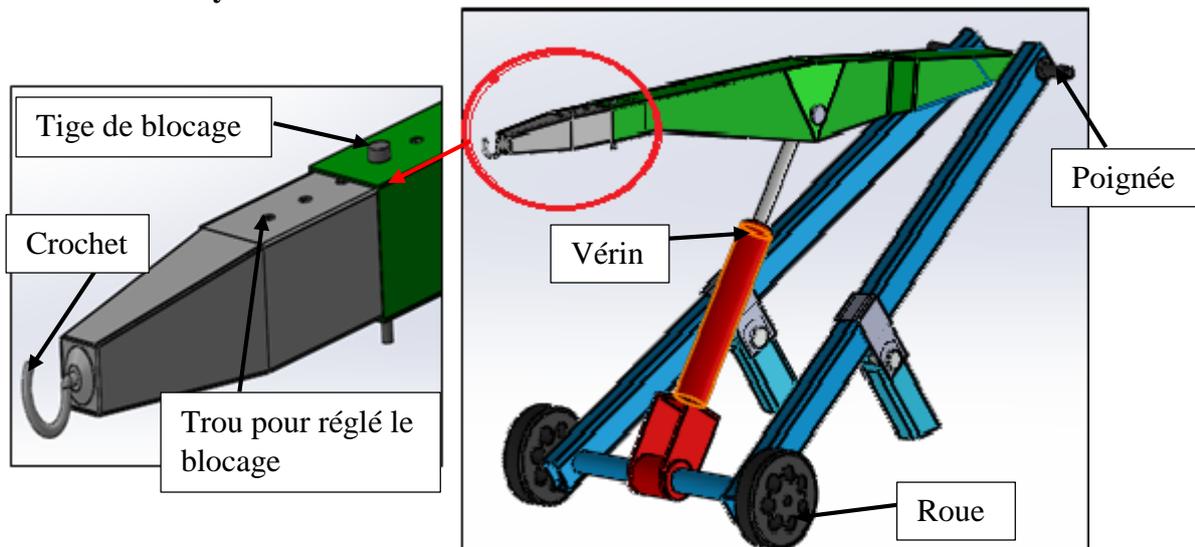


Figure II.2 : Les différents composants de notre système.

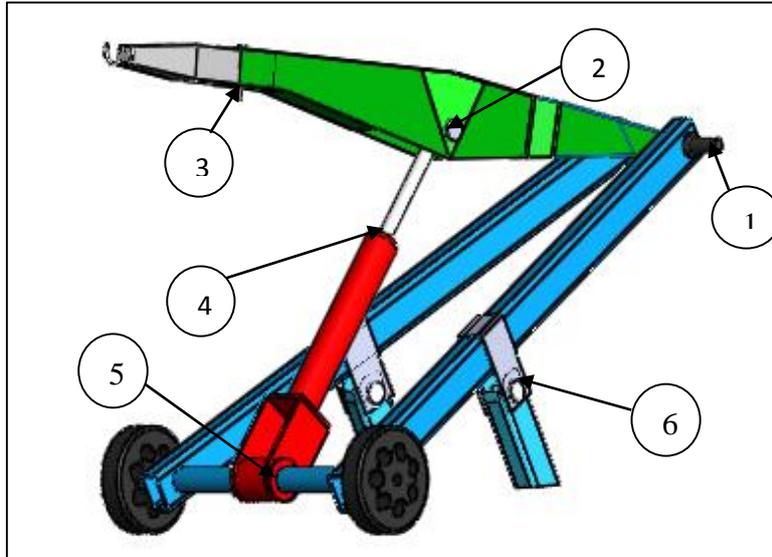


Figure II.3 : Les différentes liaisons de notre système.

(1),(2)et (5) : Représentent des liaisons pivot

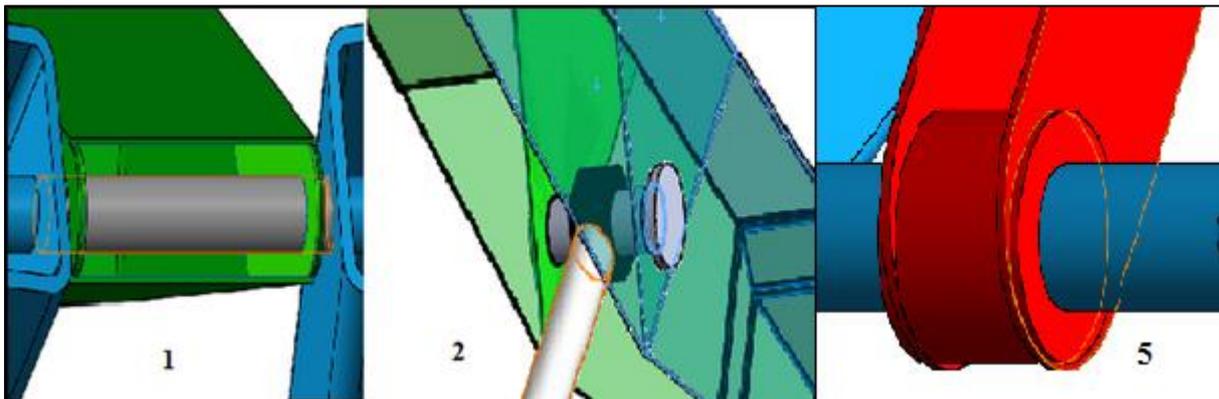


Figure II.4 : Les parties qui représentent la liaison pivot.

La liaison pivot ne laisse subsister entre l'arbre et son palier qu'une liberté de rotation autour d'un axe géométrique: l'axe de rotation.

Pour les zones précédentes on doit faire un calcul de résistance au cisaillement :

$$\tau = \frac{F}{S} \leq Rpg = \frac{Rg}{s} \quad (\text{II.1})$$

Avec : $Rg = \frac{Re}{2} \quad (\text{II.2})$

F : Force en N

S : Surface en mm²

τ : Contrainte en N/mm² ou MPa

Rpg : résistance pratique au cisaillement en N/mm²

Rg : résistance élastique au cisaillement en N/mm²

s: coefficient de sécurité sans unité

(3): encastrement par vis (concerné par l'étude de cisaillement)

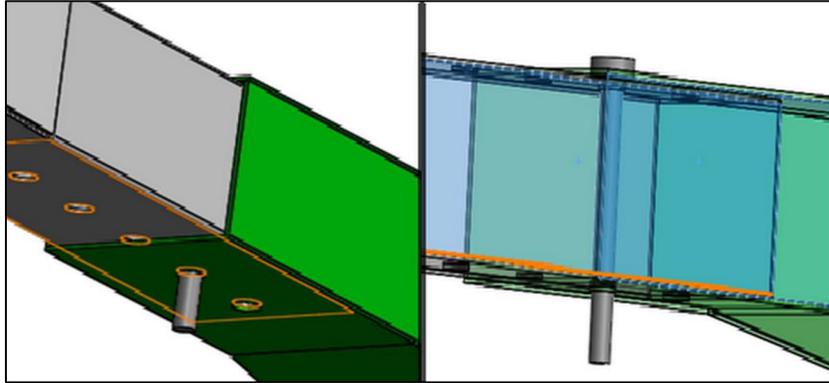


Figure II.5 : Liaison glissière par obstacle.

Cette solution est relativement simple, une « tige » vient arrêter la translation et la rotation par un positionnement radial sur la liaison pivot glissant.

(4) : liaison pivot glissant

Une liaison pivot glissant assure deux fonctions principales, qui ont chacune une influence sur la conception même de celle-ci :

- Le guidage en translation du coulisseau par rapport au guide suivant une unique direction,
- La transmission des efforts suivant les autres directions.

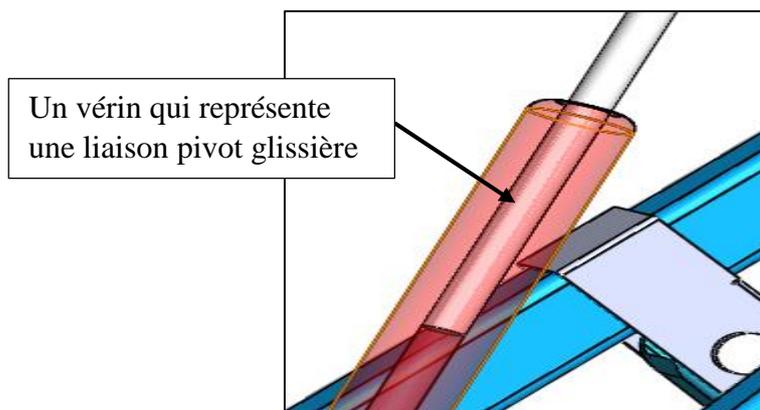


Figure II.6 : Une liaison pivot glissant.

(6) liaison pivot avec obstacle.

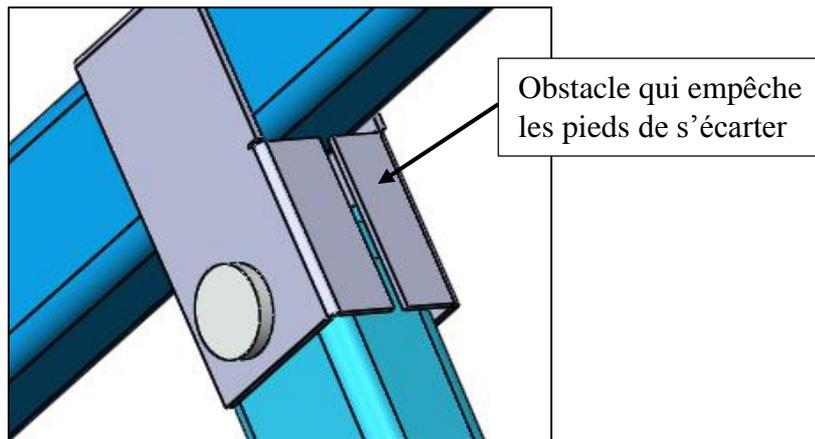


Figure II.7 : Liaison pivot avec obstacle.

II.3 Notre système en fonction du parc machine du hall de technologie

Dans cette partie on va citer les procédés de fabrication qu'on utilisera prochainement dans la fabrication de notre propre système de levage. On aura besoin de la soudure à l'arc et la découpe plasma.

II.3.1 Soudure

a. Définition

Le soudage des métaux est une technique d'assemblage permanent qui établit la continuité métallique entre les pièces soudées. La soudure est le nom donné au joint formé par la fusion des bords des pièces à souder entre elles, avec ou sans adjonction d'un métal d'apport. La soudure peut donc être le résultat du seul mélange des métaux de base (les métaux à souder) ou du mélange des métaux de base et d'un métal d'apport. Beaucoup de métaux sont soudables moyennant des études préalables et la mise au point de modes opératoires spécifiques ; citons les aciers, le cuivre, l'aluminium, le nickel et leurs alliages [8].

Dans notre cas c'est la soudure à l'arc qui nous permettra d'assembler des pièces en acier, en fer, en inox ou même en fonte ayant une épaisseur supérieure à 1,5 mm [9].

b. Principe du soudage à l'arc avec électrode enrobée

Ce procédé utilise des baguettes, constituées d'une âme métallique et un enrobage, comme métal d'apport. Il consiste à mettre en fusion le métal des pièces à souder et les assembler grâce à cet apport. Lors du soudage à l'arc, le courant circule à travers un conducteur reliant, le poste de soudage (**Figure II.8**) qui est un générateur de courant électrique alternatif ou continu, à l'électrode.

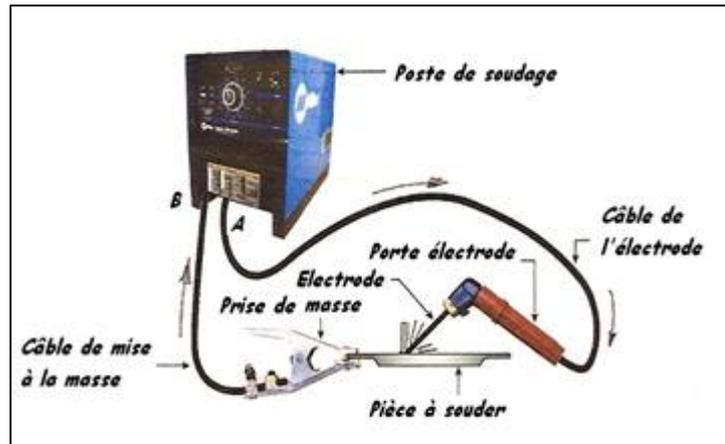


Figure II.8 : Soudage en électrode enrobée.

Au contact de l'électrode avec la pièces à souder, il se forme un arc électrique (gaz ionisé dans lequel circule le courant électrique) en traversant l'espace libre entre l'électrode et le métal de base, qui est une sorte d'étincelle de très forte puissance dégageant à la fois une lumière et une chaleur intenses de l'ordre de 3200 – 3500°C, ce qui permet d'obtenir la fusion du métal de base et du métal d'apport en créant le bain de fusion. L'enrobage de l'électrode permet de protéger ce bain de fusion des impuretés de l'air durant le soudage et de sa solidification. Après refroidissement, le laitier doit être enlevé du cordon de métal déposé et il faudra brosser ou meuler celui-ci avant le passage de la prochaine électrode.

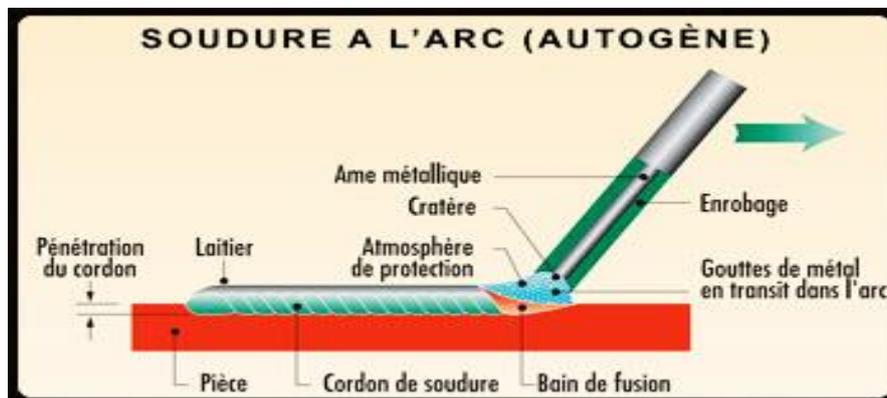


Figure II.9 : Principe de soudage à l'arc.

c. Technique du soudage à l'arc avec électrode

La réussite d'un travail de qualité dépend largement de la technique utilisée. La technique du soudage à l'arc avec électrode enrobée consiste à réaliser correctement les gestes suivants : choisir les électrodes, préparer les pièces, souder des pièces en position à plat, pointer des pièces en position horizontale, verticale et au plafond (**figure II.11**). De plus, elle consiste à vérifier visuellement des cordons de soudure et à recharger des surfaces planes et cylindriques.

Chapitre II : Le système de levage et les procédés de fabrication.

Le réglage de l'intensité dépend du diamètre de l'électrode, et du type de cordon à réaliser.

En soudage à plat : $I=50x$ (Diamètre électrode - 1)

En soudage en angle intérieur (Il faut 20% de plus qu'en soudage à plat, donc):

$I=60x$ (Diamètre électrode - 1)

En soudage en angle extérieur (Il faut 20% de moins qu'en soudage à plat, donc):

$I=40x$ (Diamètre électrode - 1)

Les principaux types de joints soudés sont montrés à la **figure II.10**

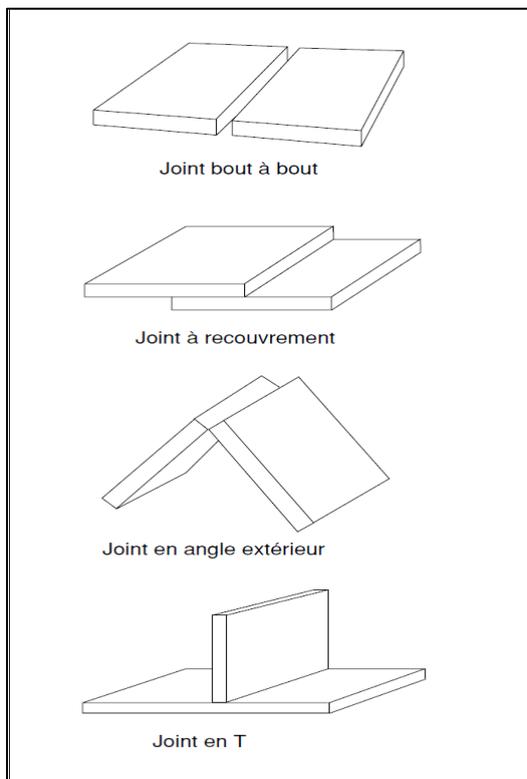


Figure II.10 : Principaux types de joints.

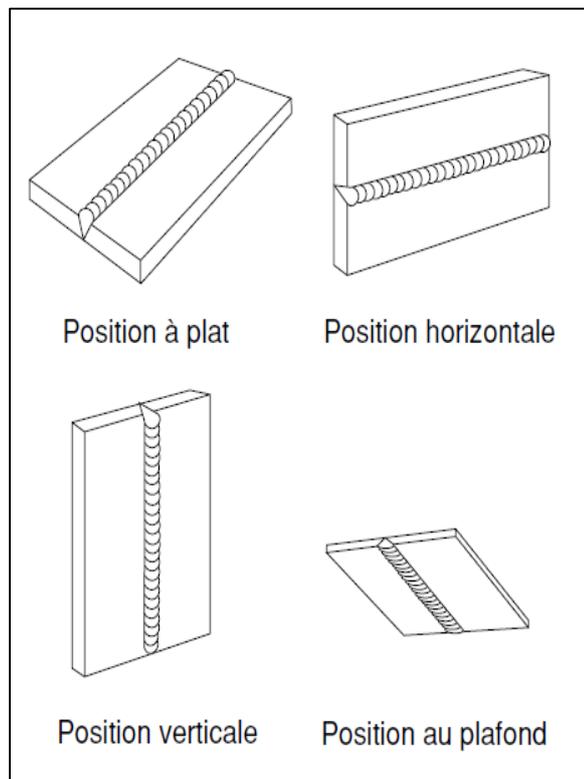


Figure II.11 : Principales positions de soudage.

II.3.2 Découpe plasma

1. Définition de plasma

Une description usuelle du plasma consiste en le décrire comme le quatrième état de la matière. Lorsque nous discutons des trois états de la matière, nous pensons normalement aux solides, aux liquides et aux gaz. Quant à l'élément commun, l'eau, ces trois états sont la glace, l'eau et la vapeur. La différence entre ces états concerne leurs niveaux d'énergie. Lorsque nous ajoutons l'énergie dans une forme de chaleur à de la glace, elle fond et devient de l'eau. Lorsque nous ajoutons davantage d'énergie, l'eau se vaporise en hydrogène et en oxygène, et prend la forme de vapeur. Avec l'ajout d'énergie à la vapeur, ces gaz deviennent ionisés. Ce processus d'ionisation rend le gaz conducteur. Ce gaz conducteur et ionisé est appelé plasma.

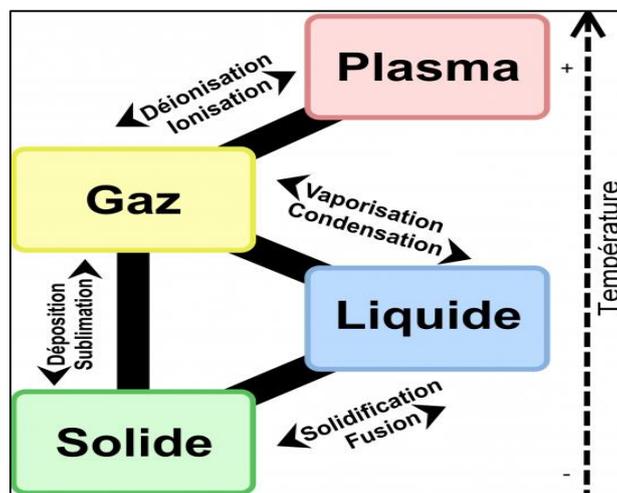


Figure II.12 : Les quatre états de la matière.

2. Coupage au plasma

Le coupage plasma est un procédé qui utilise un orifice de buse optimisé ionisé à très haute température pour étrangler un gaz qui permet de faire fondre et de sectionner des sections de métaux conducteurs. L'arc plasma fait fondre le métal et le gaz à haute vitesse retire le matériau fondu.



Figure II.13 : Coupage au plasma.

3. Principe de découpage plasma

Le principe de base des procédés plasma consiste en la création d'un arc qui est transféré entre une cathode autour de laquelle est soufflé un gaz et une pièce métallique à couper prise comme anode (**figure II.14**). L'échange d'énergie entre le plasma et la plaque fait rentrer le métal en fusion et la force vive du jet éjecte le métal liquide hors de la saignée [10].

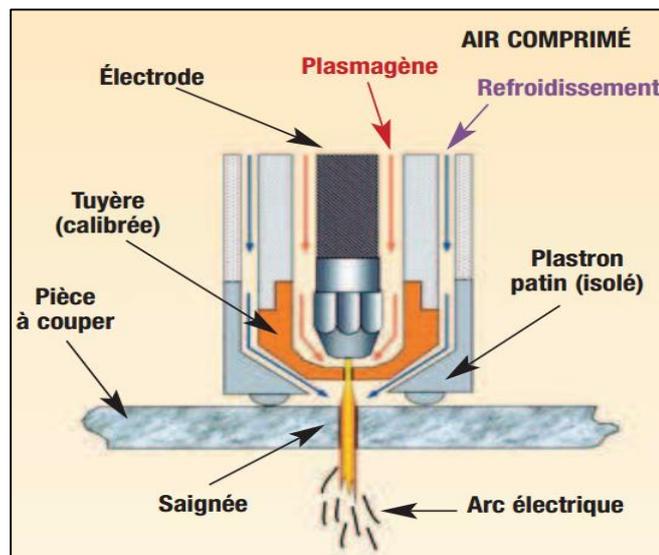


Figure II.14 : Principe de découpage plasma.

Il existe deux types de configuration de torche : une où la cathode est pointue et une autre où elle est plate de type « bouton ». La cathode plate est généralement en cuivre et possède habituellement un insert en hafnium. La cathode pointue est la plupart du temps en tungstène. Ces deux types de géométries sont représentés sur la figure II.15. Dans le cas des cathodes pointues, l'écoulement de gaz est axial alors que pour les cathodes plates, il est en vortex.

Chapitre II : Le système de levage et les procédés de fabrication.

Ce dernier point semble présenter deux avantages : (1) L'utilisation d'un vortex place le point d'émission de l'arc hors du flux gazeux sur l'insert en hafnium, économisant ainsi les cathodes et diminuant donc le coût de fonctionnement du procédé, (2) La présence du vortex modifie le profil de saignée et on obtient des bords dissymétriques : un côté présentant très peu de dépouille et un autre un peu plus. Ce deuxième point peut devenir un inconvénient si l'on veut conserver les deux pièces obtenues après découpe.

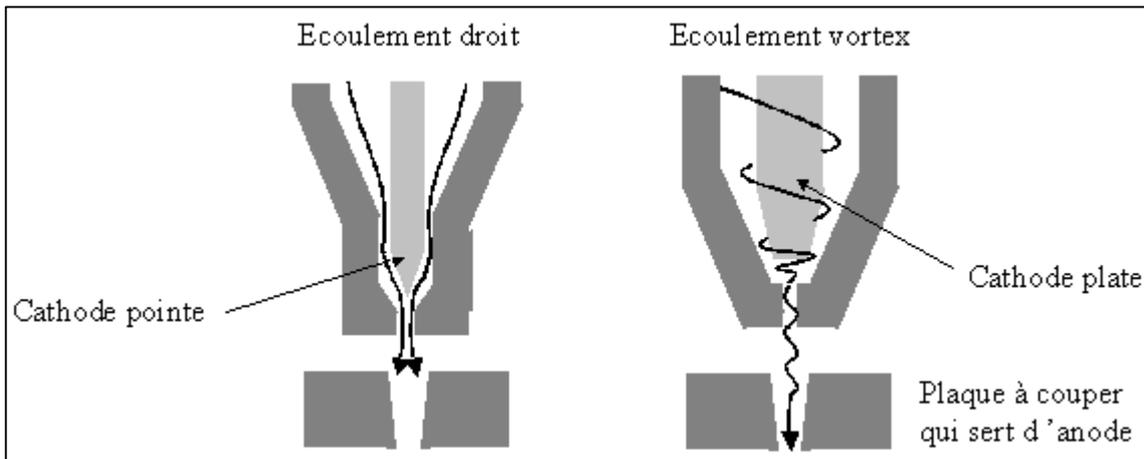


Figure II.15 : Géométries de torches à plasma pour la découpe.

Chapitre III

Dimensionnement et simulation numérique

Ce présent chapitre englobe tout ce qui est calculs RDM et dimensionnement de notre système de levage et le positionnement du moteur sur le châssis. Nous avons présenté nos calculs et les simulations numériques du comportement de nos pièces à l'aide d'un logiciel de travail SOLID WORKS.

Partie 1 : Dimensionnement du système de levage et fixation du moteur.

III.1 Introduction

Notre promoteur désirait un système de levage qui va éventuellement permettre de soulever le moteur de la mini pelleteuse pour faciliter sa fixation sur le châssis. L'objectif est de proposer une conception bien adéquate pour ce système en prenant en compte des critères suivants ; la sécurité, la qualité et la fonctionnalité du produit ainsi que la légèreté car il doit être facile à manipuler.

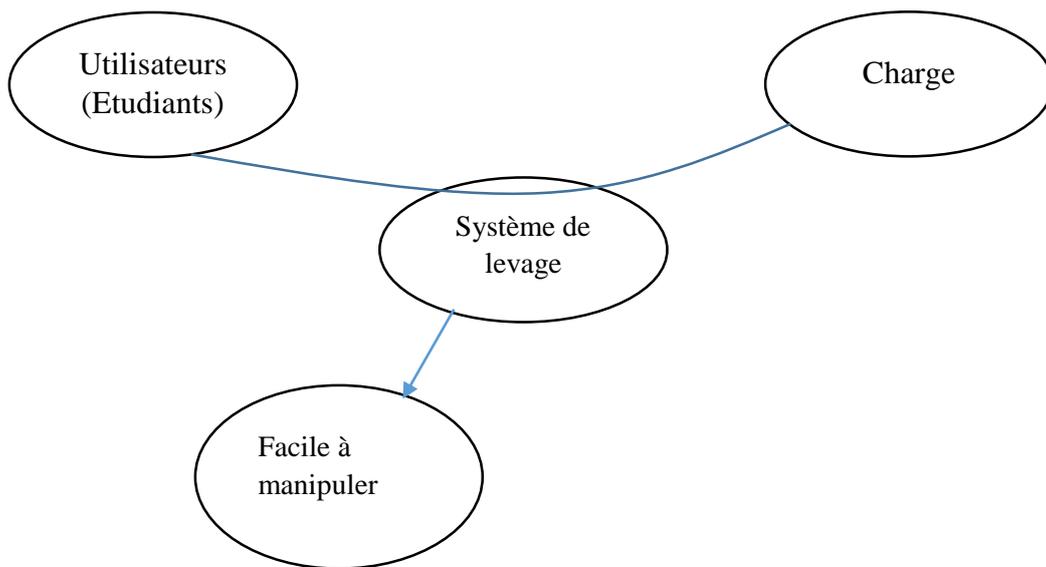


Figure III.1 : Fonctionnalité d'un système de levage.

III.2 Présentation des composantes du système de levage

La conception de ce système est passée par de multiples représentations, de multiples choix (l'exemple **figure II.2 page 23**), décisions et des allées et venues dans les solutions retenues, de multiples prises d'informations et d'apprentissages. Et à la fin nous avons effectivement la conception représentée dans la **figure III.2**.

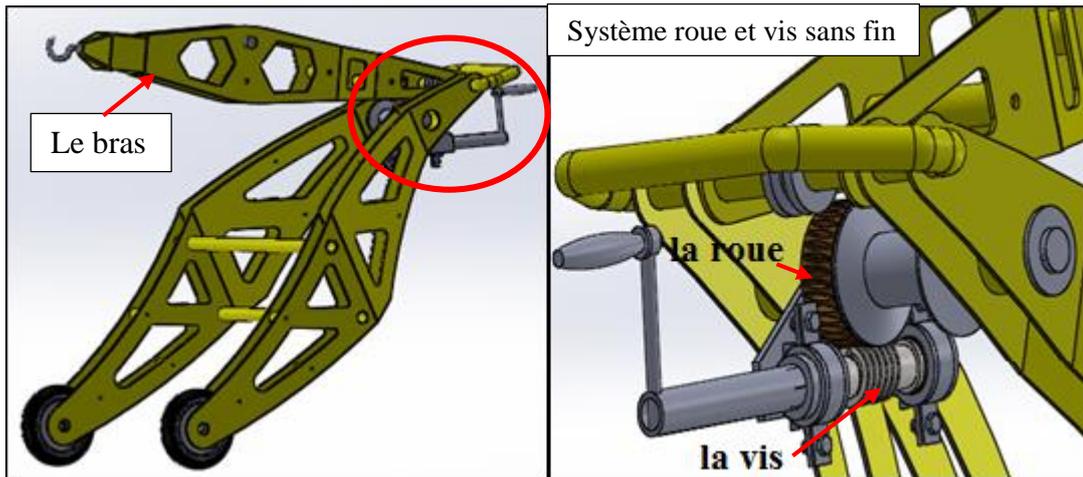


Figure III.2: Le système de levage validé avec la roue et vis sans fin.

Notre système pèse 45Kg en maximum, il est constitué d'un engrenage roue et vis sans fin utilisé comme un réducteur de vitesse, un châssis roulant sur deux roues seulement et un bras.

III.2.1 Réducteurs de vitesse à engrenages

La transmission se fait par obstacle, ce qui implique un rapport de transmission rigoureux (pas de glissement).

Un engrenage est constitué de deux roues dentées. La petite est appelée pignon et la plus grande s'appelle la roue. La position des axes permet de distinguer :

- Les engrenages à axes parallèles à denture droite ou à denture hélicoïdale.
- Les engrenages à axes concourants.
- Les engrenages gauches.



Figure III.3 : Les différents types d'engrenages.

III.2.1.1 Système roue et vis sans fin

Pour ces engrenages, la vis ressemble à une vis d'un système vis-écrou et la roue à une roue droite à denture hélicoïdale (**figure III.4**). La transmission de mouvement est effectuée entre deux arbres orthogonaux (axes non courants à 90°).

Ces engrenages permettent de grands rapports de réduction (jusqu'à 1/200) et offrent des possibilités d'irréversibilité. Ils donnent aussi l'engrènement le plus doux de tous les engrenages, silencieux et sans chocs.

Contrepartie : un glissement et un frottement important provoquent un rendement médiocre. De ce fait, une bonne lubrification est indispensable ainsi que des couples de matériaux à faible frottement et pour cela on a choisis comme suit (vis acier avec roue en bronze).

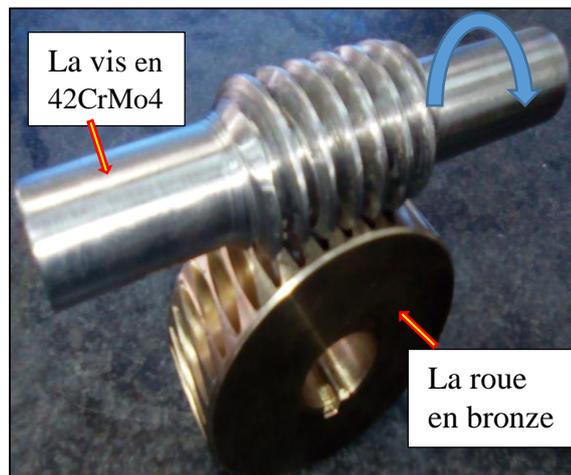


Figure III.4 : Une vis sans fin entraîne une roue.

A .Caractéristiques d'un engrenage roue et vis sans fin

Les caractéristiques de la roue et vis sans fin sont représentés dans la figure et le tableau ci-dessous. L'engrenage roue et vis sans fin est comme tous les autres engrenages à savoir des avantages et des inconvénients :

- ✓ Le rapport de transmission obtenu peut être très important, avec un faible encombrement.
- ✓ Le rendement est assez faible (beaucoup de pertes de puissance et échauffement).
- ✓ Le mécanisme peut être irréversible(en pratique en dessous d'un angle d'hélice de roue de 10° environ).c'est à dire que la roue ne peut pas entrainer la vis, ce qui peut présenter

un avantage pour la sécurité de fonctionnement de certains systèmes (la charge ne peut pas faire tourner le moteur).

Remarque : De part tous les engrenages, les systèmes roue et vis sans fin sont les seuls à posséder cette propriété d'irréversibilité et pour cela on a adaptés ce système à notre mécanisme.

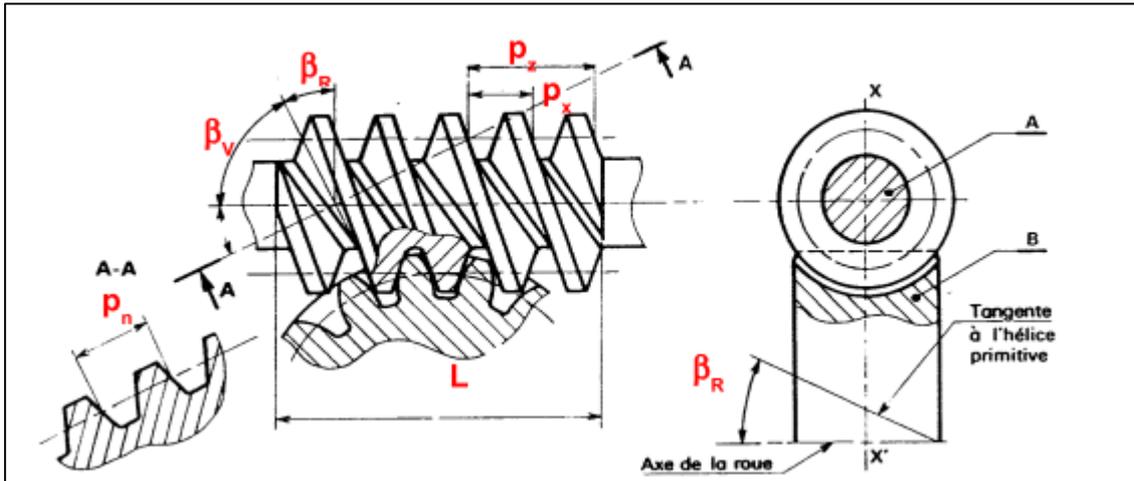


Figure III.5 : Les éléments de la vis sans fin.

Principales caractéristiques des engrenages à roue et vis sans fin		
Caractéristique	Symbole ISO	Observations, définitions formules
vitesse angulaire	ω	en rad.s^{-1} ; $\omega = \pi N/30$
nombre de tours	n	n en tours par minute ou tr.min^{-1}
nombre de dents de la vis	Z_V	$Z_V = 1, 2, 3 \dots$
nombre de dents de la roue	Z_R	$Z_V + Z_R > 40$
angle d'hélice de la roue	β_R	$\beta_R + \beta_V = 90^\circ$
angle d'hélice de la vis	β_V	irréversibilité si $\beta_V < 6$ à 10°
sens des hélices		le même pour la vis et la roue
module réel roue	m_n	normalisé (voir tableau): m_n vis = m_n roue
module axial vis	m_x	$m_x = p_x/\pi = m_n/\cos\beta_R = m_n/\sin\beta_V$
pas réel roue	p_n	$p_n = \pi m_n$
pas apparent roue	p_t	$p_t = p_n/\cos\beta_R = \pi m_t$
pas axial de la vis	p_x	$p_x = p_t$ (pas axial vis = pas apparent roue)
pas de l'hélice	p_z	$p_z = Z_V \cdot p_x$
diamètre primitif vis	d_V	$d_V = p_z/\pi \cdot \tan\beta_R$ et $a^{0,875}/3 \leq d_V \leq a^{0,875}/1,7$
diamètre primitif roue	d_R	$d_R = m_t Z_R$
entraxe	a	$a = 1/2(d_V + d_R)$
angle de pression réel	α_n	valeur usuelle: $\alpha_n = 14^\circ 30', 20^\circ, 25^\circ$ et 30° ; commun à la vis et à la roue
angle de pression axial vis	α_x	$\alpha_x = \alpha_t$ (roue)
diamètre de tête vis	d_{aV}	$d_{aV} = d_V + 2m_n$
diamètre de pied vis	d_{fV}	$d_{fV} = d_V - 2,5m_n$
saillie	h_a	$h_a = m_n$
creux	h_f	$h_f = 1,25m_n$
hauteur de dent	h	$h = 2,25m_n = h_a + h_f$
Longueur de la vis	L	$L \approx 5p_x$ à $6p_x$

Tableau III.1: Tableau détaillé des caractéristiques d'un engrenage roue et vis sans fin.

B. Dimensionnement du réducteur

Pour le dimensionnement de réducteurs nous avons dimensionné la roue, la vis, la clavette de l'arbre et les coussinets.

B.1 Dimensionnement de la roue et la vis

Les données initiales sont généralement la distance entre axes a , le nombre de filets de la vis Z_v , le rapport de réduction r et la puissance à transmettre qui peut être remplacée par le moment de couple agissant sur la roue.

Avec les notations déjà utilisées, nous savons que l'engrènement d'une vis avec une roue n'est possible que si elles ont même module axial et même angle d'hélice.

- ✓ $\beta_r = \beta_v$ égalité d'inclinaison des filets de la vis et de la roue. Nous appellerons β l'angle d'inclinaison des filets commun.

- ✓ $m_n \text{ vis} = m_n \text{ roue}$: égalité des modules réels. Nous appellerons m_n ce module réel commun.

De la puissance à transmettre, on déduit facilement le moment M du couple résistant sur la roue ($M = \frac{P}{N}$). D'autre part, la poussée normale dans le plan tangent au cylindre primitif de la roue ou contacte d'un filet de la vis et d'une dent de la roue vaut :

$$F_i = \frac{F_t}{\cos \beta} \quad (\text{III.1})$$

Dès lors, les données se traduisent par les équations :

$$dp_v + dp_R = 2 \quad (\text{III.2})$$

$$\frac{N_R}{N_V} = \frac{Z_V}{Z_R} \quad (\text{III.3})$$

$$m = 2.34 \sqrt{\frac{F_t}{K \cdot Re \cdot \cos \beta}} \quad (\text{III.4})$$

De plus, on a :

$$\tan \beta = \frac{P_z}{\pi \cdot dp_v} = \frac{Z_V \cdot P_x}{\pi \cdot dp_v} = \frac{Z_V \cdot m \cdot \pi}{\pi \cdot \cos \beta \cdot dp_v} = \frac{Z_V \cdot m}{\cos \beta \cdot dp_v} \quad (\text{III.5})$$

$$dp_R = \frac{Z_R \cdot m}{\cos \beta} \quad (\text{III.6})$$

L'équation (III.3) donne immédiatement le nombre de dents de la roue Z_R que nous considérons donc comme connu.

$$Z_R = \frac{Z_V}{r}$$

De la relation (III.5) on tire :

$$dp_v = \frac{Z_V \cdot m}{\cos \beta \cdot \tan \beta} = \frac{Z_V \cdot m}{\sin \beta} \quad (\text{III.6'})$$

En substituant les valeurs de dp_R et Z_V donnée par (III.6) et (III.6') dans (III.2), on a :

$$\frac{Z_R \cdot m}{\cos \beta} + \frac{Z_V \cdot m}{\sin \beta} = 2 \cdot a \quad (\text{III.2'})$$

L'effort tangentiel peut s'écrire :

$$F_t = \frac{2 \cdot M}{d p_R} \quad (\text{III. 7})$$

En tenant compte de (III.6) :

$$F_t = \frac{2 \cdot M}{Z_R \cdot m \cos \beta}$$

Portons cette valeur dans l'équation (III.4) on a :

$$m = 2.34 \sqrt{\frac{2 \cdot M}{K \cdot \text{Re} \cdot \frac{Z_R \cdot m}{\cos \beta} \cdot \cos \beta}} = 2.34 \sqrt{\frac{2 \cdot M}{K \cdot \text{Re} \cdot m}}$$

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot M}{K \cdot \text{Re} \cdot Z_R} \cdot 2.34^2} \quad (\text{III. 8})$$

Toutes les quantités sous le radical sont connues. La formule (III.8) donne le module réel commun à la roue et à la vis en fonction du couple à transmettre. On prend la valeur, normalisée supérieur la plus proche (Tableau III.2).

	0.5	0.6	0.8	1	1.25
MODULES	1.5	2	2.5	3	4
NORMALISES	5	6	8	10	12
	16	20	25		

Tableau III.2 : Les modules normalisés

➤ **Application numérique**

Données

Nombre de filets de la vis $Z_V = 2$

Le rapport de réduction $r = \frac{1}{20}$

Re (roue) = 110 Mpa.

s=2.5 (coefficient de sécurité voir l'annexe n°1)

D'après (III.3) **$Z_R = 40$ dents**

k= coefficient de largeur de denture, valeur choisie entre 6 et 10 ; pour notre cas nous avons choisis 10.

- L'utilisateur du système produit une force **F** pour faire tourner la manivelle. Elle provoque une rotation de la vis qui fait tourner aussi la roue, nous avons supposé cette force **F= 40 N**.

Ce qui veut dire que le couple **M = F . l** .

Ou **l** est la distance entre l'axe de la manivelle et la roue **l=200 mm**.

⇒ M=40.200 = 8000 N.mm

D'après l'équation (III.8) , **m= 2.33 mm**

La valeur de **m** trouvée n'est pas normalisée, d'après le **tableau III.2 m=2.5 mm** (la valeur la plus proche). Les résultats qu'on a trouvés sont classés dans ce tableau :

Caractéristiques de la roue	Caractéristiques de la vis
m = 2.5 mm	m = 2.5 mm
m _t = 2.52 mm	
B _r = 8°	β _v = 8°
P _t = 7.91 mm	P _z = 16 mm
P _n = 7.85 mm	P _n = 8 mm
d _p = 95 mm	d _p = 35.21 mm
d _a = 100 mm	d _a = 40.21 mm
d _f = 90 mm	d _f = 28.96 mm
h _a = 2.5 mm	
h _f = 3.125 mm	
h = 5.62 mm	
b = 37 mm	L = 38.85 mm
E = 65 mm	

Tableau III.3: Les caractéristiques de notre vis et roue.

B.2 Dimensionnement de la clavette

Une Clavette est une pièce qui a pour fonction d'arrêter en rotation deux pièces (exemple : un moyeu sur un arbre) et de servir de pièce de sécurité : cisaillement en cas de surcharge.

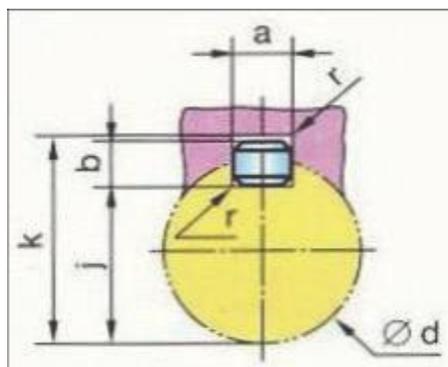


Figure III.6 : Dimensions d'une clavette parallèle.

Nous utilisons une clavette parallèle ordinaire B (a x b x l), ses dimensions **a** et **b** sont normalisées (Norme NF E 22-177). Pour les diamètres de 22 à 30 mm, les dimensions de notre clavette sont (8 x 7x 25) voir le **tableau III.4**.

<i>d</i>	<i>a</i>	série normale					série mince		
		<i>b</i>	<i>s</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>b*</i>	<i>J*</i>	<i>K*</i>
6 à 8 inclus	2	2	0,08	<i>d</i> -1,2	<i>d</i> +1	6 à 20			
8 à 10	3	3		<i>d</i> -1,8	<i>d</i> +1,4	6 à 36			
10 à 12	4	4	0,16	<i>d</i> -2,5	<i>d</i> +1,8	8 à 45			
12 à 17	5	5	0,16	<i>d</i> -3	<i>d</i> +2,3	10 à 56	3	<i>d</i> -1,8	<i>d</i> +1,4
17 à 22	6	6		<i>d</i> -3,5	<i>d</i> +2,8	14 à 70	4	<i>d</i> -2,5	<i>d</i> +1,8
22 à 30	8	7	0,25	<i>d</i> -4	<i>d</i> +3,3	18 à 90	5	<i>d</i> -3	<i>d</i> +2,3
30 à 38	10	8	0,25	<i>d</i> -5	<i>d</i> +3,3	22 à 110	6	<i>d</i> -3,5	<i>d</i> +2,8
38 à 44	12	8		<i>d</i> -5	<i>d</i> +3,3	28 à 140	6	<i>d</i> -3,5	<i>d</i> +2,8
44 à 50	14	9		<i>d</i> -5,5	<i>d</i> +3,5	36 à 160	6	<i>d</i> -3,5	<i>d</i> +2,8
50 à 58	16	10		<i>d</i> -6	<i>d</i> +4,3	45 à 180	7	<i>d</i> -4	<i>d</i> +3,3
58 à 65	18	11	0,4	<i>d</i> -7	<i>d</i> +4,4	50 à 200	7	<i>d</i> -4	<i>d</i> +3,3
65 à 75	20	12	0,4	<i>d</i> -7,5	<i>d</i> +4,9	56 à 220	8	<i>d</i> -5	<i>d</i> +3,3
75 à 85	22	14		<i>d</i> -9	<i>d</i> +5,4	63 à 250	9	<i>d</i> -5,5	<i>d</i> +3,8
85 à 95	25	14	0,6	<i>d</i> -9	<i>d</i> +5,4	70 à 280	9	<i>d</i> -5,5	<i>d</i> +3,8
95 à 110	28	16		<i>d</i> -10	<i>d</i> +6,4	80 à 320	10	<i>d</i> -6	<i>d</i> +4,5

Tableau III .4 : Dimensions des clavettes normalisées.

➤ **Dimensionnement au cisaillement**

Pour dimensionner une clavette on suit ces étapes [11] :

La surface cisailée **A_{cis}** de la clavette est égale à : **A_{cis} = a.l** (III.9)

En appelant **V** l'effort tranchant s'exerçant sur celle-ci, on trouve :

$$\tau_{\text{moy}} = \frac{V}{A_{\text{cis}}} = \frac{V}{a.l} \tag{III.10}$$

En remarque que :

$$V \frac{d}{2} = M_t \quad \Rightarrow \quad V = \frac{2.M_t}{d} \tag{III.11}$$

Notations : **d** : le diamètre de l'arbre mm

M_t : le moment de torsion N .mm

On vérifie : la condition de résistance au cisaillement

$$\tau_{\text{moy}} = \frac{2.M_t}{a.l.d} \leq \tau_{\text{adm cis}} \tag{III.12}$$

➤ Vérification de la condition de résistance

Données :

- Diamètre de l'arbre $d = 30\text{mm}$.
- Dimension de la clavette : les dimensions sont choisies par rapport au diamètre de l'arbre, d'après le **tableau III.4** on tire ces dimensions : $a = 8\text{mm}$, $b = 7\text{mm}$ et $l = 25\text{mm}$.
- Limite d'élasticité de l'arbre (acier ordinaire) $R_e = 220\text{ Mpa}$.
- M_t : couple à transmettre, $M_t = 8000\text{ N.mm}$.

Condition de résistance : $\tau_{\text{moy}} \leq \tau_{\text{adm cis}}$

Dans le cas d'un matériau ductile, la contrainte tangentielle admissible en cisaillement $\tau_{\text{adm cis}}$ est obtenue en tenant compte d'un coefficient de sécurité s par rapport à la limite d'élasticité en cisaillement τ_e .

$$\text{On a : } \tau_{\text{adm cis}} = 0.58 \cdot \frac{R_e}{s}$$

$s = 2.5$ (coefficient de sécurité de la roue).

$$\tau_{\text{adm cis}} = 51.04\text{ Mpa}$$

$$\tau_{\text{moy}} = \frac{2 \cdot M_t}{a \cdot l \cdot d} = 2.66\text{ Mpa}$$

$$\Rightarrow \tau_{\text{moy}} \leq \tau_{\text{adm cis}}$$

La condition de résistance au cisaillement de la clavette est vérifiée.

➤ Vérification de la condition de résistance au matage

$$l \geq \frac{4 M_f}{b d p_{\text{adm mat}}}$$

B.3 Dimensionnement des coussinets

Les coussinets sont des bagues cylindriques, de forme tubulaire, avec ou sans collerette, interposés entre un arbre et son logement pour faciliter le mouvement de rotation en limitant les pertes par frottements ; construits à partir de matériaux présentant de bonne qualité frottante (bronze, étain, plomb, graphite, Téflon, polyamide), ils peuvent être utilisés à sec ou avec lubrification.

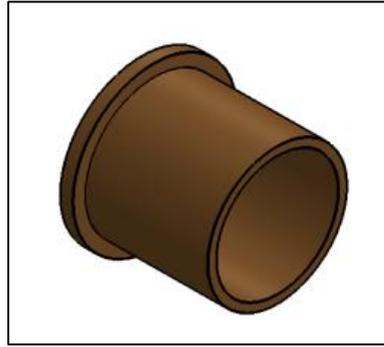


Figure III.7 : Un coussinet

En général, le diamètre intérieur du coussinet d , est fixé par le diamètre de l'arbre utilisé dans la liaison pivot.

Pour notre cas le diamètre de l'arbre de la vis sans fin est de 27 mm.

III.3 fixation du moteur

Pour le moteur de la machine on lui a attribué un moteur du Triporteur à benne VM12 commercial (figure III.8) de type monocylindre, 4 temps, refroidissement par air donnée par VMS industrie. Il nous a apparue utile pour notre machine ; mis en marche le triporteur de 3 roue, en arrêt fonctionne la benne et génère une puissance de 12 ch (voir la fiche technique en annexe n°2).



Figure III.8 : Triporteur a benne VM12 commercial de VMS industrie avec un moteur monocylindre ,4 temps.

VMS industrie nous a fourni gratuitement un moteur avec ses support moteur (**figure III.9**) et tous les équipements nécessaires ; une pompe hydraulique, réservoir d'huile et d'essence.



Figure III.9 :L'équipement offert par VMS industrie.

Après avoir adapté le moteur pour la machine on passe à sa fixation. Sur la figure suivante nous illustrons une solution la plus appropriée pour la fixation du moteur sur le châssis de la machine en collaboration avec nos collègues qui travaillent sur le système de direction, la cabine et l'ergonomie de cette machine.

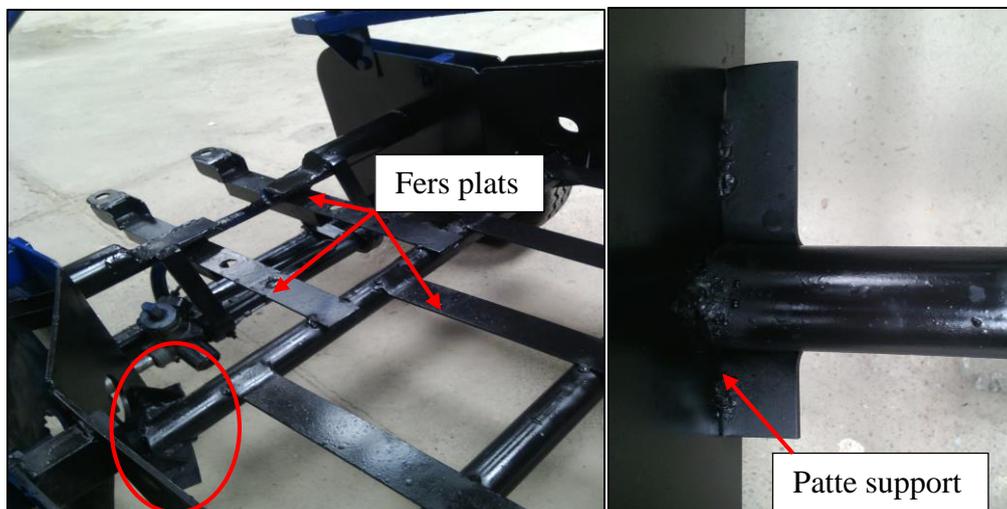


Figure III.10 : Présentation de l'emplacement du moteur avec les pattes support.

Nous avons opté pour cette position qui est choisie à base d'étude de résistance faite sur le logiciel SolidWorks simulation (paragraphe III.5.2), le moteur est considéré comme un contre poids vue que le godet et de l'autre côté.

Partie 2 : La simulation numérique.

Optimisez et validez d'une manière cohérente chaque étape de conception avec l'aval des outils de CAO à résolution rapide intégrées de SOLIDWORKS Simulation afin d'assurer qualité, performances et sécurité en respectant le cycle de conception suivant :

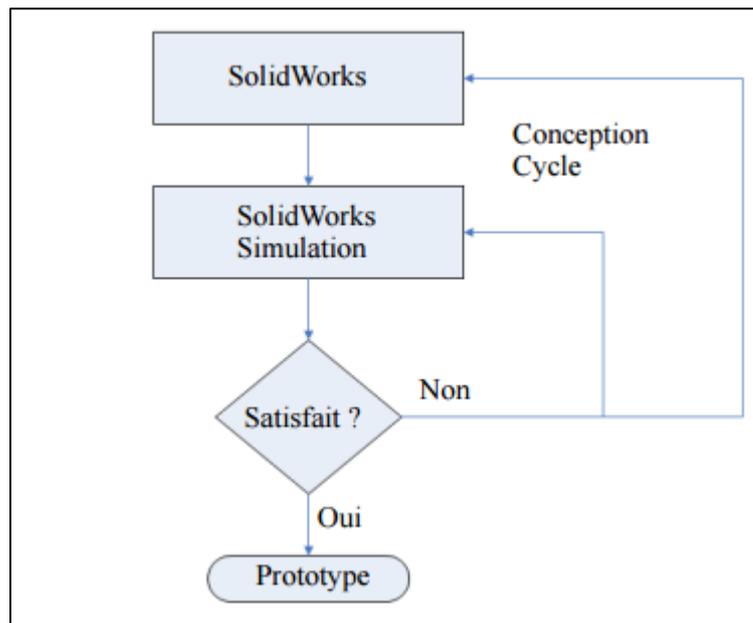


Figure III.11 : Le cycle de conception d'un produit.

La simulation numérique offre la possibilité de simuler le comportement mécanique d'une pièce avant qu'elle soit mise en pratique, et par ailleurs c'est un facteur très important que un bon concepteur doive en tenir compte pour y satisfaire le coté économique.

III.4 Les étapes à suivre pour faire la simulation

Le processus d'analyse des modes comprend toujours les mêmes étapes de base quel que soit le type d'analyse ou de modèle, nous devons comprendre ces étapes dans les moindres détails pour obtenir une analyse significative.

La liste qui suit répertorie certaines étapes clés de l'analyse d'un modèle :

- Crée une étude : chaque analyse d'un modèle correspond à une étude. Nous pouvons avoir plusieurs études pour un même modèle.
- Application du matériau : nous appliquons pour chaque modèle un matériau contenant ses propres caractéristiques physique (la limite d'élasticité, par exemple).

- Appliquer les déplacements imposés : les déplacements imposés sont ajoutés afin de représenter le mode de conservation du modèle physique.
- Appliquer un chargement : les chargements représentent les forces sur le modèle.
- Mailler le modèle : le modèle est fractionné en éléments finis.
- Exécution l'étude : le solveur calcule le déplacement, la déformation et contrainte dans le modèle.
- Analyser les résultats : les résultats sont interprétés.

III.5 Interprétations des résultats

III.5.1 Système de levage

Comme nous avons cité (paragraphe III.2) que le système de levage se compose de la roue et vis sans fin, châssis et le bras. Dans ce présent paragraphe nous avons faits des simulations numériques sur SolidWorks pour tous les composants.

III.5.1.1 Roue et vis sans fin

Les matériaux utilisés pour notre système sont **acier non allié (42CrMo4)** pour la vis et le **bronze pour coussinet** pour la roue. Ou on a appliqué le déplacement imposé aux points de fixation de notre mécanisme. Pour simuler le comportement de ce dernier, on va appliquer l'effort normal **$F_n=2000N$** sur la dent.

Après exécution, le logiciel nous donne la possibilité de visualiser et de quantifier quatre principaux résultats : la distribution des contraintes de Von Mises, les déplacements des éléments de notre système ainsi que leurs déformations et distribution du coefficient de sécurité qui est un critère de fiabilité du calcul de résistance de notre conception.

a. Distribution des contraintes

Sur la figure ci-dessous nous avons la distribution des contraintes de type Von Mises sur la roue et la vis. La face de la dent de la roue et de la vis est soumise à un effort normal **F_n** de l'ordre de **2000 N**. Sachant que la limite d'élasticité (**R_e**) de matériau de la roue est **110 Mpa** et la vis est de **750 Mpa**. Il est remarquable (en accord avec les couleurs de la barre d'indication sur la droite de la figure) que pratiquement les zones qui sembleraient dangereuses sont celle aux voisinages des pieds de la dent qui s'élève à environ **26.73 Mpa** pour la roue et **457 Mpa** pour la vis. Ce résultat est satisfaisant par rapport à la limite d'élasticité de matériau choisi.

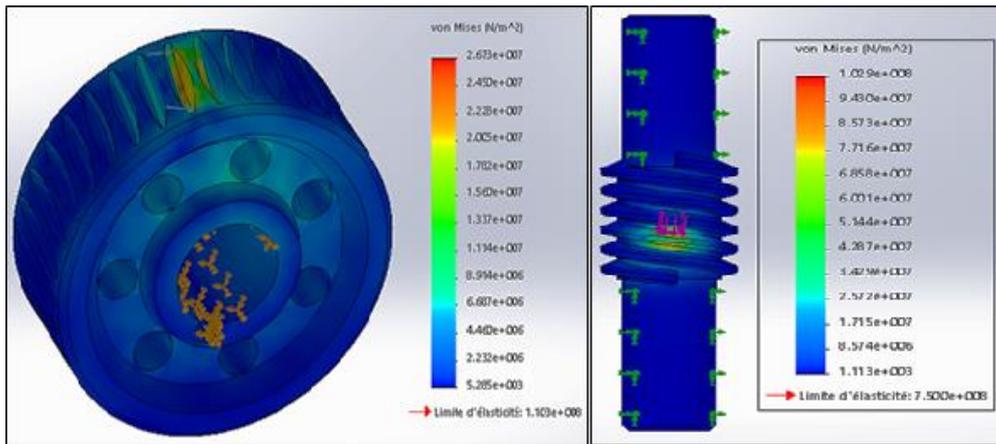


Figure III.12 : Distribution des contraintes de Von Mises.

b. Distribution des déformations

Comme dans le cas de la distribution des contraintes de Von Mises, la déformation des éléments de notre système, nous constatons (en accord avec les couleurs toujours) que la déformation maximum de l'ordre de $1.802 \cdot 10^{-4}$ pour la roue et d'ordre de $1.123 \cdot 10^{-3}$ pour la vis .C'est une déformation linéaire très faible.

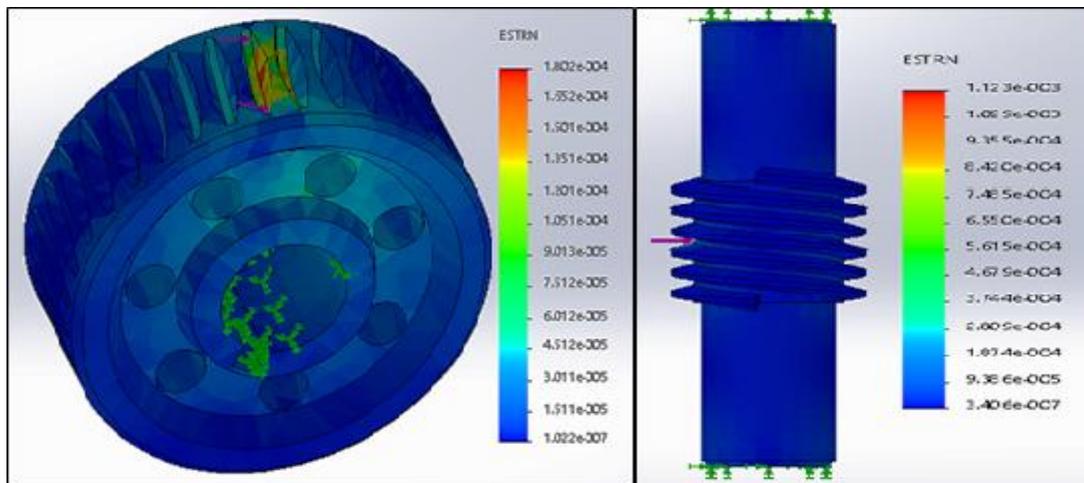


Figure III.13 : Distribution des déformations.

c. Distribution des déplacements

La figure III.14 ci-dessous illustre les déplacements des éléments de notre structure en (mm). Nous constatons que le déplacement maximum est d'ordre d'environ $6.461 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ pour la roue et environ de $9.466 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ pour la vis, cette flèche (déplacements) est très faible par rapport à celle que ces matériaux peuvent résister tout en travaillant dans son domaine élastique.

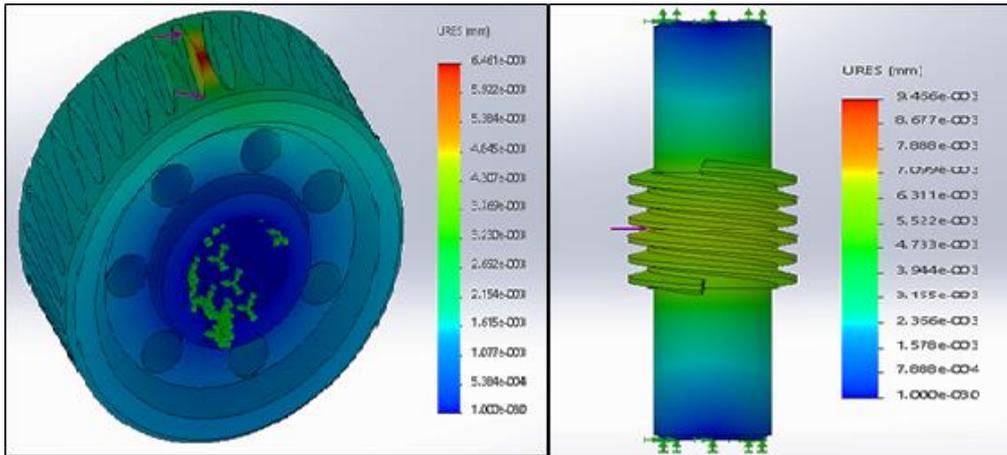


Figure III.14 : Distribution des déplacements.

d. Distribution des coefficients de sécurité

Le coefficient de sécurité est le rapport entre la contrainte admissible et la contrainte appliquée. Nous constatons d'après la **figure III.15** que le coefficient de sécurité auquel la structure répond est bien de l'ordre de **Cs=4.1** pour la roue et le **Cs=7.29** pour la vis.

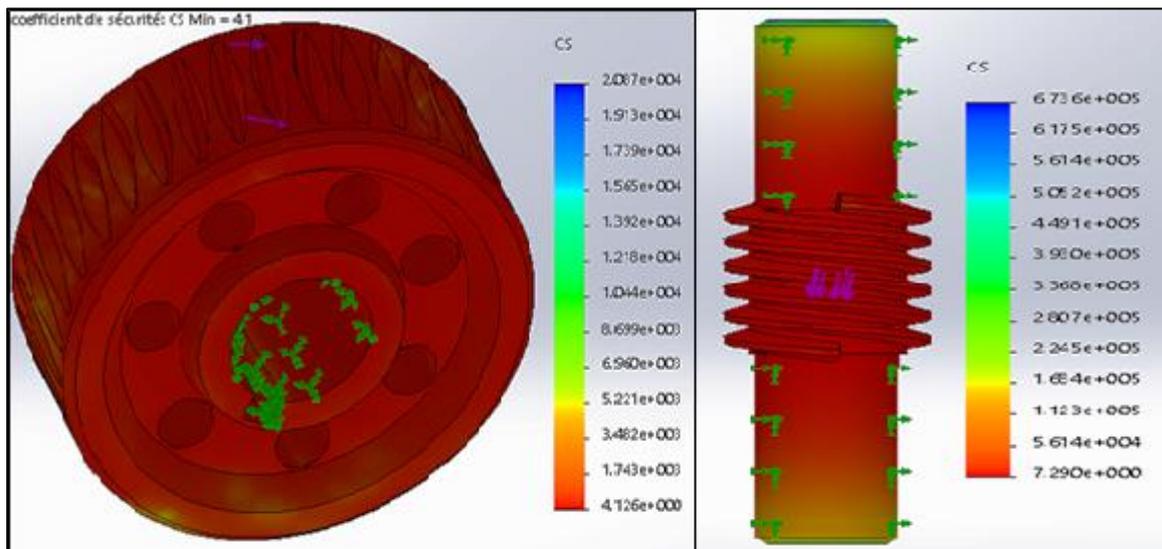


Figure III.15 : Distribution de coefficient de sécurité.

III.5.1.2 Le châssis et le bras du système de levage

Pour la conception de châssis on a utilisé une tôle de **4 mm** et une tôle de **5 mm** pour le bras (disponible au hall de technologie). Ou on a appliqué le déplacement imposé aux points de fixation des axes pivots. Pour simuler le comportement de notre mécanisme, on a appliqué l'effort normale **F_n=2000N** sur les axes. On est opté pour ces résultats.

a. Contrainte de Von Mises

Le bras et le châssis sont soumis à un effort normal F_n de l'ordre de 2000 N. Sachant que la limite d'élasticité (R_e) de la tôle est $2.82 \cdot 10^8$ Mpa. Nous constatons que pratiquement les zones qui sembleraient dangereuses sont celle aux voisinages des trous quand on a effectué pour diminuer le poids, s'élève à environ $4.68 \cdot 10^8$ Mpa pour le châssis et environ $1.39 \cdot 10^7$ Mpa. Ce résultat est satisfaisant en comparant à la limite d'élasticité de notre matériau.

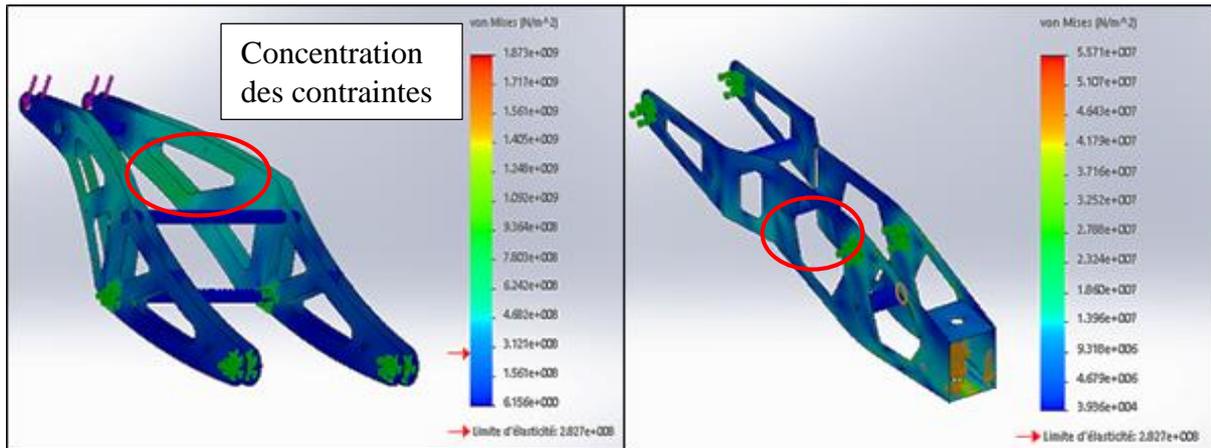


Figure III.16: Distribution des contraintes de Von Mises.

b. Distribution des déformations

Nous constatons (en accord avec les couleurs de la barre d'indication sur la figure) que la déformation maximale des plaques (zone indiquée en orange) est d'ordre d'environ $3.02 \cdot 10^{-3}$ pour le châssis et d'ordre de $1.41 \cdot 10^{-4}$ pour le bras. C'est une déformation très faible, nous constatons que la zone la plus déformée est celle au voisinage de poignée pour le châssis ou on a mets des trous (Zones encerclé en rouge). Pour le bras aucune zone dangereuse n'est dans l'ordre.

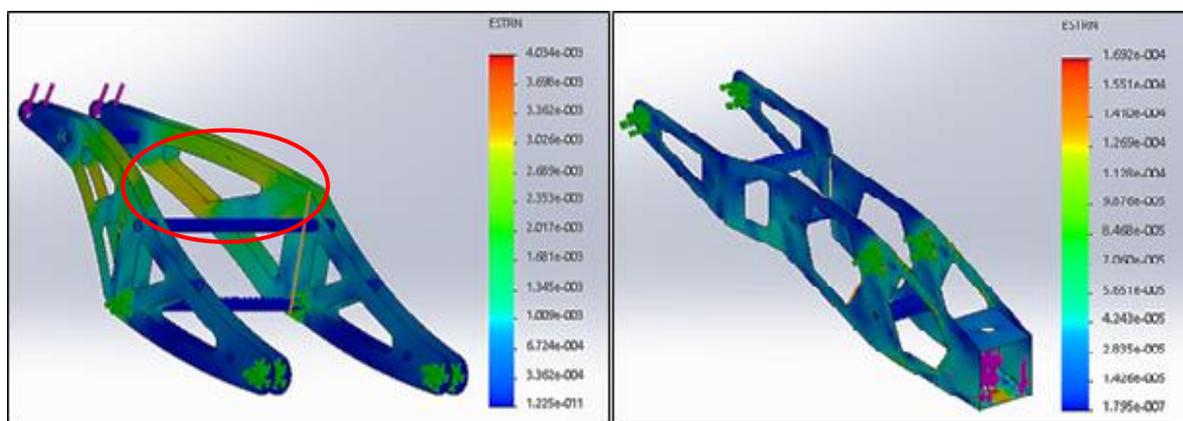


Figure III.17: Distribution des déformations.

c. Distribution des déplacements

La **figure III.18** illustre les déplacements des éléments de notre structure en «mm». Nous constatons (en accord avec les couleurs de la barre d'indication à la droite de la figure) que le déplacement maximum des plaques (zones encercler en rouge) est d'ordre d'environ $1.37 \cdot 10^2$ mm pour le châssis et d'ordre de $9.57 \cdot 10^{-2}$ mm pour le bras.

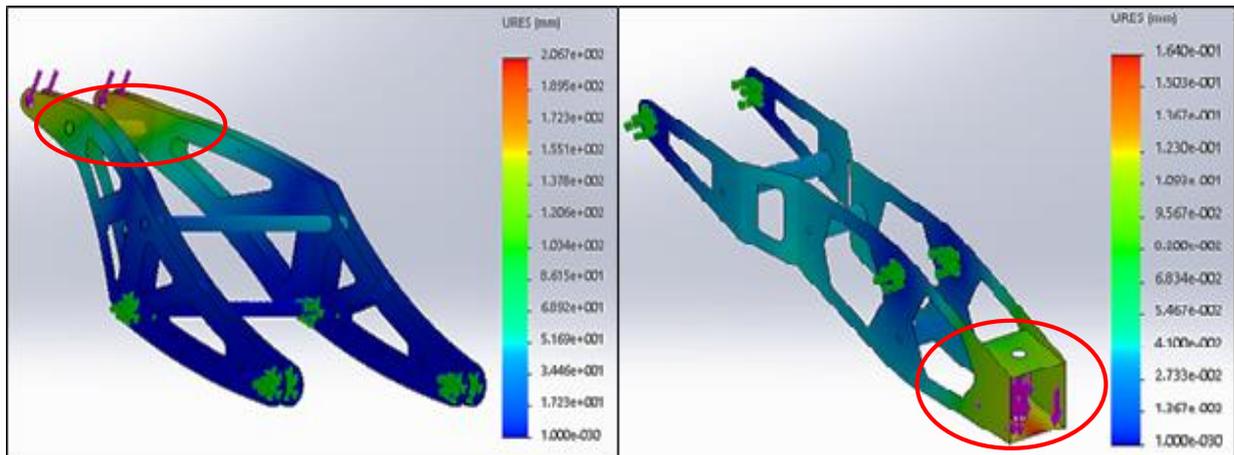


Figure III.18 : Distributions des déplacements.

d. La distribution du coefficient de sécurité

La **figure III.19** illustre la distribution de coefficient de sécurité, nous constatons (en accord avec les couleurs de la barre d'indication à la droite de la figure) que le coefficient de sécurité auquel la structure répond est bien d'ordre de «s=45» pour le châssis et de «s = 5.074» pour le bras.

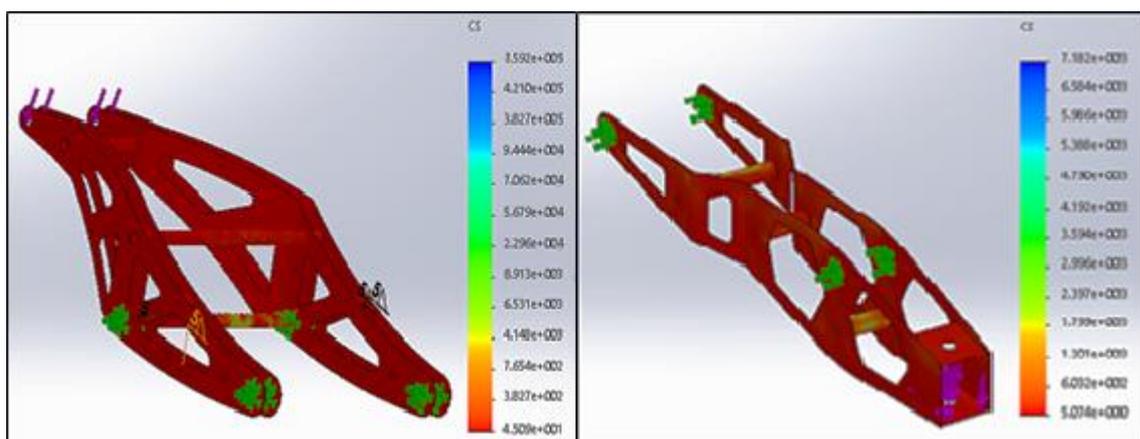


Figure III.19: Distribution de coefficients de sécurité.

III.5.2 Système de fixation du moteur

Nous avons appliqué le déplacement imposé aux points de fixation du moteur. Pour simuler le comportement de ce dernier, nous avons appliqué l'effort normal $F_n=600N$ sur l'emplacement des supports moteur et géométries fixes sur les traverses.

➤ Distribution des contraintes

Sur la figure ci-dessous nous avons la distribution des contraintes de type Von Mises sur l'emplacement du moteur. Les traverses sont soumises à un effort normal F_n de l'ordre de $600 N$. Sachant que la limite d'élasticité (R_e) du matériau est de $2.82 \cdot 10^8 \text{ Mpa}$. Il est remarquable de constater (en accord avec les couleurs de la barre d'indication sur la droite de la figure) que pratiquement les zones qui sembleraient dangereuses qui s'élève à environ $4.69 \cdot 10^7 \text{ Mpa}$. Ce résultat est satisfaisant par rapport à la limite d'élasticité de matériau choisi.

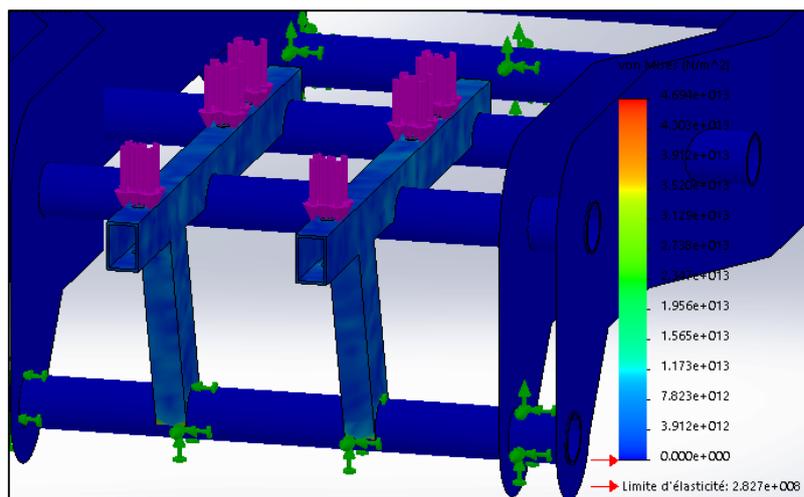


Figure III.20 : Distribution des contraintes de Von Mises.

➤ Distribution des coefficients de sécurité

Nous constatons d'après la figure III.21 que le coefficient de sécurité auquel la structure répond est bien de l'ordre de $C_s=40$.

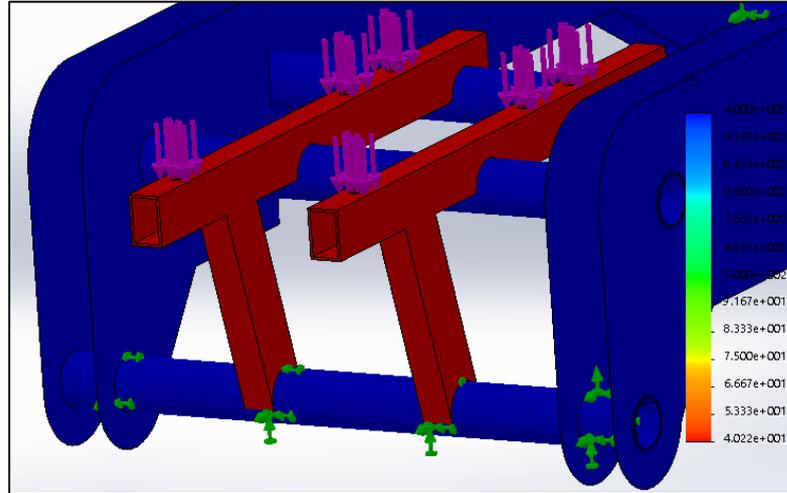


Figure III.21 : Distribution de coefficient de sécurité.

Chapitre IV

Fabrication

Dans ce présent chapitre, nous avons traité les paramètres de coupes des machines-outils utilisées durant la réalisation de nos pièces au niveau du hall de technologie. Pour faciliter l'usinage de nos pièces nous avons utilisés des gammes d'usinages avec les étapes de fabrication tout en respectant les paramètres d'usinage par enlèvement de matière.

IV.1 Principe d'usinage par enlèvement de matière

Enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision. Donc tout usinage met en relation ces trois éléments :

- L'outil.
- La machine.
- La pièce.

Avant de définir les opérations de coupe quand on a utilisés lors de la réalisation de nos pièces, il nous apparue utiles de présenter les notions de bases de la coupe, notions utiles pour les choix des outils.

IV .2 Les paramètres de coupe

Quel que soit le procédé d'usinage, la réalisation d'une surface résulte de la combinaison de deux mouvements et d'une dimension (**figure IV .1**) :

- Un mouvement rapide précise par la vitesse de coupe V_c [m/mn], c'est la vitesse à laquelle l'outil entre dans la pièce ou vice versa.
- Un mouvement lent précise par la vitesse d'avance V_a [mm/mn], c'est cette vitesse qui donne l'épaisseur du copeau retire.
- La profondeur de passe P [mm], est l'épaisseur de la couche de matériau retiré de la pièce.

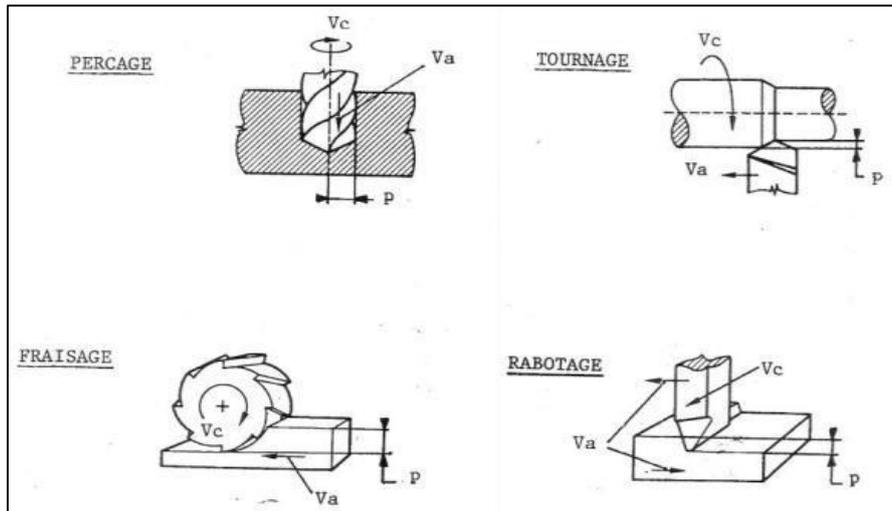


Figure IV .1: Mouvement de coupe (V_c), d'avance (V_a) et passe (P) dans les quatre opérations de coupe.

Pour obtenir un travail satisfaisant (bon état de la surface usinée, rapidité de l'usinage,...) on doit régler les paramètres de la coupe (voir l'annexe n°3).

Il y a plusieurs critères qui permettent de définir les paramètres de la coupe, notamment :

- La puissance de la machine
- La matière usinée (acier, aluminium)
- La matière de l'outil (ARS, carbure)
- Le type de l'opération (perçage, chariotage, surfaçage)

IV.3 Calcul des paramètres de coupe

IV.3.1 Formules des paramètres de coupe

- Vitesse de rotation N : le taux de rotation de la pièce en tournage, ou de l'outil en fraisage.

La formule utilisé est $N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$ (pour le fraisage D correspond au diamètre de la fraise) ;

La vitesse calculée est la vitesse théorique. En se basant sur les tables des vitesses de la machine nous fixerons la vitesse réelle.

- Vitesse d'avance : Le mouvement d'avance est en générale un mouvement de translation relatif entre l'outil et la pièce, On en déduit V_a .

La formule utilisée est : $V_a = f_z \cdot N$ (cas de tournage)

Dans le cas de fraisage la formule devient : $V_a = z \cdot f_z \cdot N$ (z est le nombre de dents de l'outil).

VI.3.2 Facteurs influant sur la vitesse de coupe

➔ L'outil

- matière
- géométrie
- durée de vie d'outil

➔ couple outil pièce

- Ebauche ou finition
- Usinage extérieur ou intérieur
- Lubrification
- Mode de génération de surface

➔ La pièce

- Matière
- Nature du brut
- Qualité imposée par les spécifications

➔ Machine

- Puissance
- Qualité
- géométrique

IV.4 Les machines-outils

On va présenter les machines-outils utilisées pour la fabrication de nos pièces au niveau du Hall de Technologie. Parmi les machines-outils nous avons utilisé un tour, une fraiseuse et un étau limeur.

IV.4.1 Le tour

Cette machine sert principalement à usiner des pièces de révolution. La pièce est fixée dans le mandrin. Celui-ci est mis en rotation par le moteur de broche. L'outil suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux. Ces petits éléments de matière sont appelés les copeaux.



Figure IV.2 : Un tour conventionnelle TOS SN 40 C.

Sur un tour on peut réaliser plusieurs opérations ; dressage, chariotage, alésage,... par plusieurs outils (la **figure VI.3**).

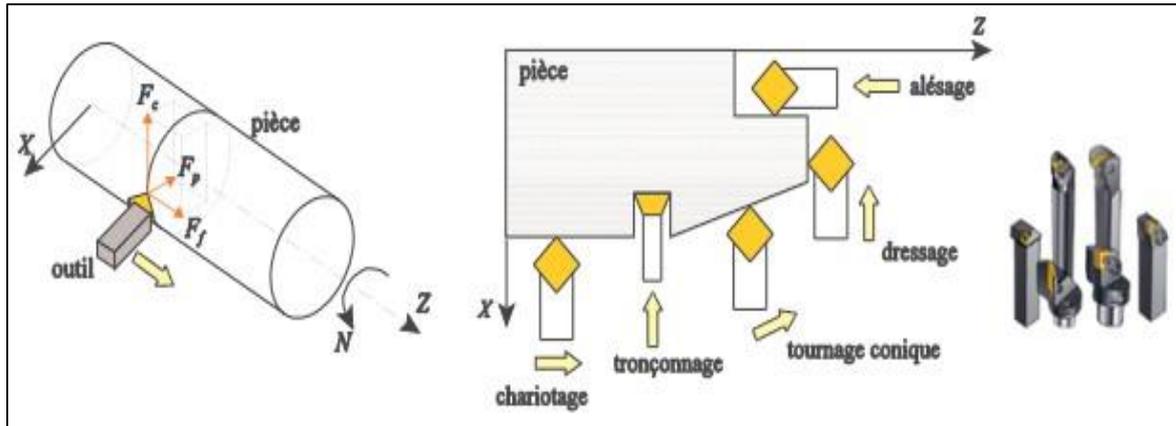


Figure IV.3 : Axes du tour, opérations faites au tour avec les outils [12].

IV.4.2 La fraiseuse

Cette machine sert principalement à usiner des pièces prismatiques. La pièce est fixée dans l'étau, l'outil est mis en rotation par le moteur de broche et il suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux.



Figure IV. 4 : La fraiseuse conventionnelle FH 1.6 utilisée pour le taillage des dentures de la roue en bronze.

IV .4.3 Taillage de la rainure de clavette avec un étou limeur

L'étou limeur est une machine à raboter qui travaille à l'inverse d'une raboteuse, dans le sens que la pièce reste immobile pendant la passe alors que l'outil effectue le mouvement de coupe rectiligne.

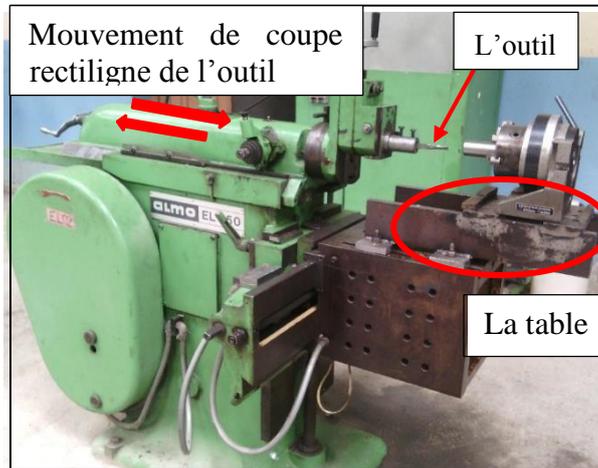


Figure IV .5 : Etou limeur aLmo EL 450 utilisé pour la réalisation de la rainure de clavette de la roue en bronze.

IV.5 La gamme d'usinage

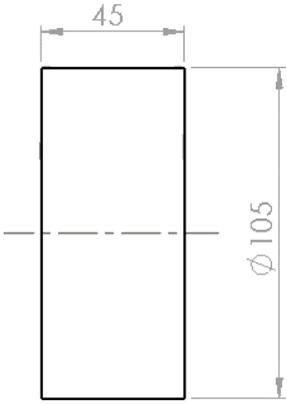
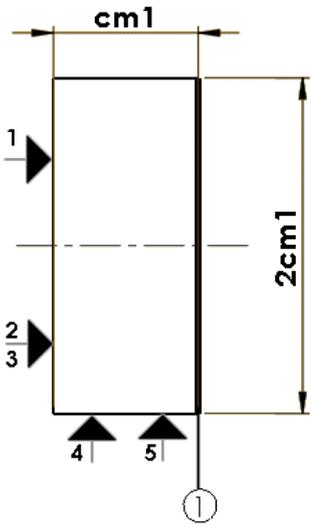
La gamme d'usinage est la suite des opérations à réaliser pour passer de la pièce brute à la pièce finie. Une surface finie est rarement obtenue en une seule opération. Généralement, on effectue trois, voire quatre passes l'obtenir. Par ordre chronologique, ces opérations sont :

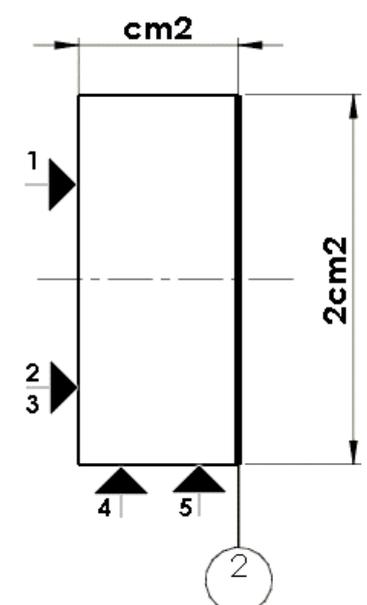
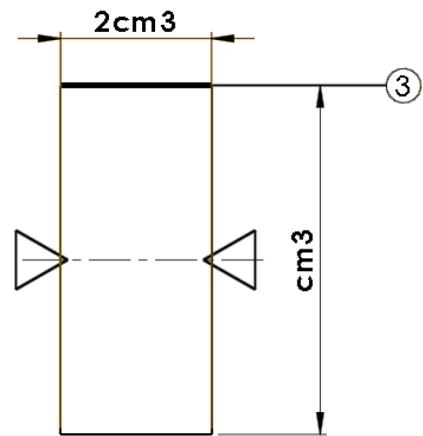
- L'ébauche (appelée aussi dégrossissage),
- la semi-finition,
- la finition,
- la super finition.

Avant de passer à l'étape de fabrication, nous avons préparé des gammes d'usinages qui vont nous aider lors de la fabrication des pièces (quelques exemples des gammes d'usinage de nos pièces).

IV.5.1 Usinage de la roue

Pour la réalisation de la roue nous avons choisi le bronze pour la roue et nous avons suivis les étapes citées dans ce tableau de gamme d'usinage.

GAMME D'USINAGE					
Ensemble : Système roue et vis sans fin Elément : roue		Nombre : 1 Matière : bronze			N° : Pièce
N°	Désignation des phases/ phase opération	Machine	Appareils et outillages	Contrôle	Schémas
100	Contrôle du Brut : Vérifier les dimensions du brut			Pieds à coulisse	 <p>A technical drawing of a rectangular blank. The width is labeled as 45. The diameter of the circular end face is labeled as $\phi 105$. A horizontal dashed line indicates the centerline of the diameter.</p>
200	Tournage : Référentiel de mise en position défini par : - Centrage court (4,5) - Butée (1,2et3) 201: Dressage de (1) en finition $Cm1=40^{\pm 0.5}$ $2cm1=105$	Tour Conventionnel	Outil à dresser	Pieds à coulisse	 <p>A technical drawing of a turned part. The diameter is labeled as cm1. The length is labeled as 2cm1. There are callouts 1, 2/3, 4, and 5. Callout 1 is a triangle pointing to the left edge. Callouts 2 and 3 are triangles pointing to the left edge. Callouts 4 and 5 are triangles pointing to the bottom edge. A circled 1 is at the bottom right. A horizontal dashed line indicates the centerline.</p>

<p>300</p>	<p><u>Tournage:</u> Référentiel de mise en position</p> <p>301: Dressage de (2) en finition $C_{m2}=37^{+0.5}_0$ $2c_{m2}=105$</p>	<p>Tour Conventionnel</p>	<p>Outil à dresser</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	
<p>400</p>	<p><u>Tournage :</u> Référentiel de mise en position défini par : - entre pointes</p> <p>401 : Chariotage de (3) En finition $C_{m3}=100$ $2c_{m3}=37$</p>	<p>Tour conventionnelle</p>	<p>Outil a charioté</p>		

Chapitre IV : fabrication

500	<p><u>Tournage:</u></p> <p>Référentiel de mise en position défini</p> <p>501 :</p> <p>perçage de (4) et (5) en finition</p> <p>$Co=26^{+0.1}_0$</p> <p>$Cm4=\varnothing30^{+0.1}_0$</p>	Tour conventionnelle	Foret de diamètre 26 mm	Pieds à coulisse	
600	<p><u>Rabotage :</u></p> <p>Référentiel de mise en position</p> <p>Usinage de la clavette</p> <p>$Co=8$</p> <p>$Cm6=7$</p>	Etau limeur	Outil de forme	Pieds à coulisse	
700	<p><u>Tournage :</u></p> <p>Référentiel de mise en position</p> <p>Usinage de la surface (7.1), (7.2) et (7.3) en finition</p> <p>$2cm7=10$</p> <p>$Cm7= 8$</p>	Tour	Outil à aléser	Pieds à coulisse	

Chapitre IV : fabrication

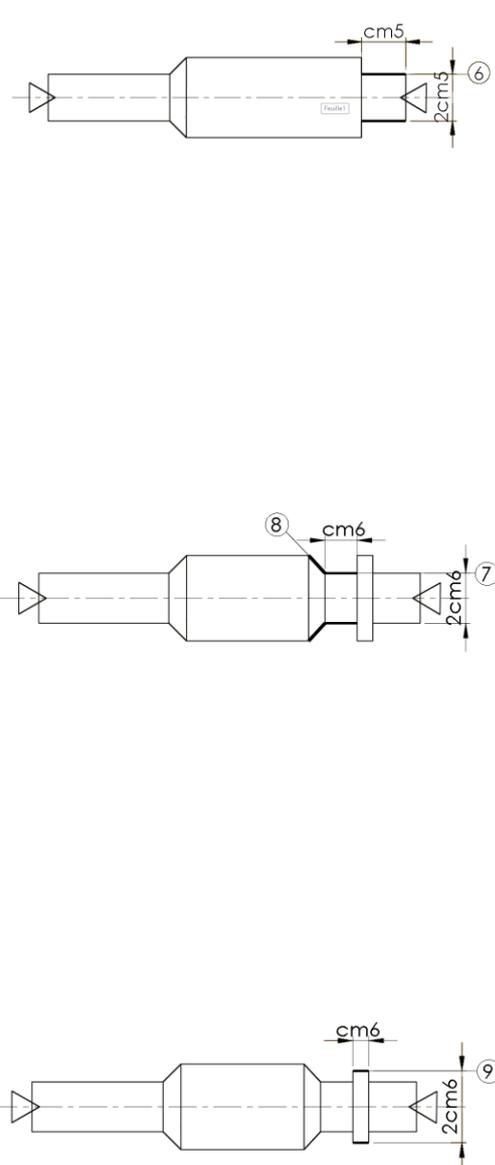
	<p>Fraisage :</p> <p>Référentiel de mise en position</p> <p>Réalisation des dentures de la roue</p> <p style="text-align: center;">Cm9=35</p>				
--	--	--	--	--	--

Tableau IV.1 : La gamme d'usinage de la roue en bronze.

IV.5.2 Usinage de la vis sans fin

GAMME D'USINAGE					
Ensemble : Système roue et vis sans fin		Nombre : 1			N° : Pièce
Elément : la vis		Matière : 42CrMo4			
N°	Désignation des phases/phase opération	Machine	Appareils et outillages	Contrôle	Schémas
100	<p><u>Contrôle du Brut :</u></p> <p>Vérifier les dimensions du brut</p>			Pieds à coulisse	

<p>200</p>	<p><u>Tournage:</u> Référentiel de mise en position défini par : 201: Dressage (1) de en finition : $Cm1=158^{+0.5}$ 202 : Dressage de (2) en finition : $cm2=156$</p>	<p>Tour Conventionnel</p>	<p>Outil à dresser</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	
<p>300</p>	<p><u>Tournage:</u> Référentiel de mise en position 301: chariotage (3) de en finition : $2cm3=40^{+0.5}_{-0}$ 302: Chariotage (4) de et (5) en finition $Cm4=45^{+0.5}_{-0}$ $2Cm4=\varnothing 27^{+0.5}_{-0}$</p>	<p>Tour Conventionnel</p>	<p>Outil à charioter Outil à charioter l'inclinaison de la tourelle d'un angle de 45°</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	

<p>400</p>	<p><u>Tournage:</u> Référentiel de mise en position 401 : Chariotage de 6 en finition $2cm5=27^{+0.5}_{-0}$ $Cm5=25$</p> <p>402 : Chariotage de 8 en finition $Cm6=10$</p> <p>403 : Chariotage de la surface 9 en finition $2cm6=30$</p>	<p>Tour conventionnel</p>	<p>Outil à charioter</p> <p>Outil à charioté</p> <p>Outil à charioté</p> <p>l'inclinaison de la tourelle d'un angle de 45°</p> <p>Outil à charioté</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	
-------------------	--	---------------------------	--	-------------------------	--

Chapitre IV : fabrication

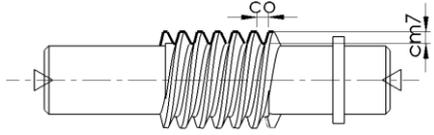
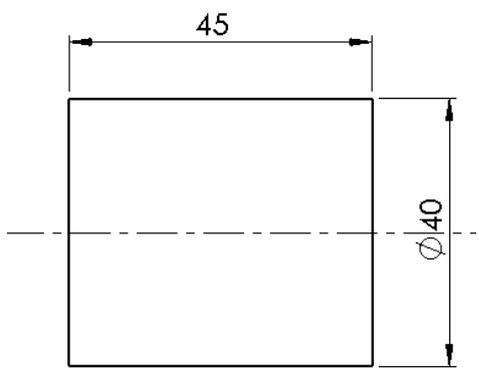
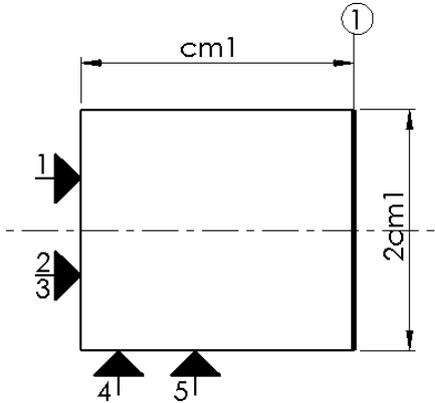
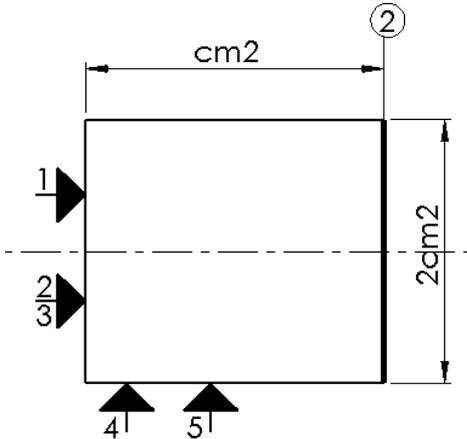
500	<p><u>Tournage:</u></p> <p>Référentiel de mise en position</p> <p>Réaliser le filetage</p> <p>Cm7=7.5</p>	Tour	Outil de forme module 2.5	Pieds à coulisse	
------------	--	------	------------------------------	------------------	---

Tableau IV.2 : Gamme d'usinage de la vis sans fin.

IV.5.3 Usinage des coussinets

GAMME D'USINAGE					
	<p>Ensemble :</p> <p>Système de levage</p> <p>Elément :</p> <p>coussinet</p>	<p>Nombre : 4</p> <p>Matière : Bronze</p>		<p>N° : pièce</p>	
N°	Désignation des phases/ phase opération	Machine	Appareils et outillages	Contrôle	Schémas
100	<p><u>Contrôle du Brut :</u></p> <p>Vérifier les dimensions du brut</p>			Pieds à coulisse	

<p>200</p>	<p>Tour: Référentiel de mise en position</p> <p>201 : dressage de ① en finition $Cm1=42^{±0.5}$</p>	<p>Tour conventionnel</p>	<p>Outil à dresser</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	
<p>300</p>	<p>Tournage : Référentiel de mise en position</p> <p>301 : dressage de ② en finition $Cm2=40^{±0.5}$</p>	<p>Tour conventionnel</p>	<p>Outil à dresser</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	

<p>400</p>	<p>Tournage : Référentiel de mise en position</p> <p>401 : chariotage de ③ en finition $2cm3=35^{±0.5}$</p> <p>402 : Chariotage de ④ en finition $2cm4=35$ $Cm4=35$</p>	<p>Tour conventionnel</p>	<p>Outil à charioter droit</p>	<p>Pieds à coulisse</p>	
<p>500</p>	<p>Tournage : Référentiel de mise en position</p> <p>501 : Percer en finition $Co = 24$</p> <p>502 : Aléser en finition $cm5=30$</p>	<p>Tour conventionnel</p>	<p>Foret de 24</p> <p>Outil à aléser</p>	<p>Pieds a coulisse</p>	

Tableau IV.3 : Gamme d'usinage des coussinets.

IV.6 La fabrication des pièces

IV.6.1 Pièces pour la fixation du moteur

Dans le chapitre III, nous avons en parlé sur le moteur ainsi que sa fixation sur le châssis, pour cela nous sommes dans le besoin des supports qui se résument en pattes.



Figure IV.6 : Pattes support.

a. Réalisation des pattes support

Ces pattes sont réalisées à partir de tôle d'épaisseur 3mm et la forme finale de ces pièces est faite avec un moule d'emboutissage que nous avons fabriqué. Sur la figure suivante nous illustrons la forme des pattes ainsi que le moule que nous avons fabriqué.

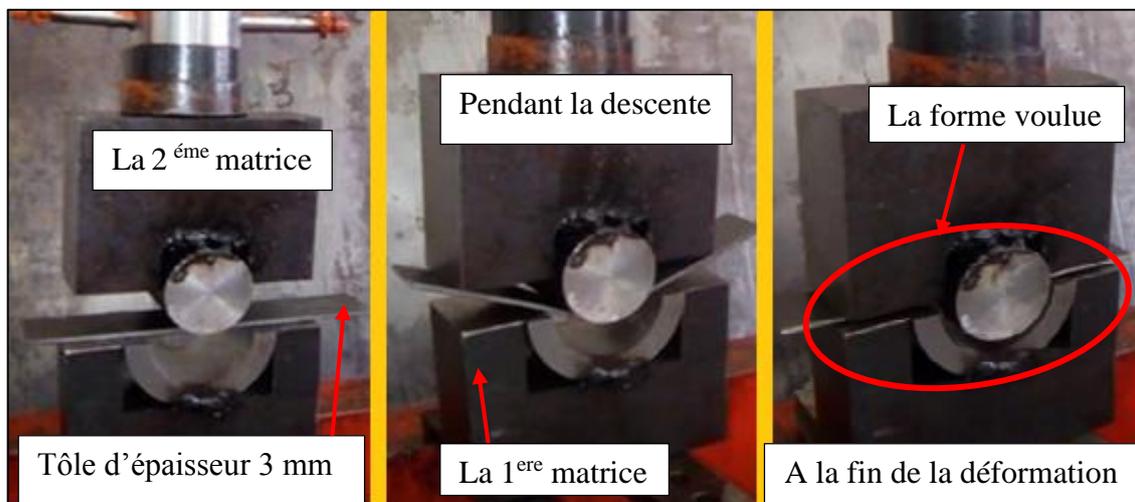


Figure IV.7 : Les étapes de réalisation des pattes support sur une presse à l'aide d'un moule.

b. Le moule d'emboutissage

1. Couper deux morceaux de brut rectangulaire en acier ordinaire à l'aide d'une scie mécanique sous lubrification des dimensions de 100*50*130 et 100*50*100.

2. Placer la fraise 2 tailles a alésage et a entrainement par tenon de diamètre 60mm pour la première plaque (et de 50 mm pour la deuxième plaque). Régler la vitesse de rotation et la vitesse d'avance.
3. Pour l'usinage de la première plaque on l'a faite en deux parties sur une longueur de 87 mm (indisponibilité de la fraise de la longueur désirée) et d'une profondeur de 43 mm. Pour la deuxième plaque on l'a faite ensuite en une seule partie de longueur de 50 mm et de profondeur de 25 mm.



Figure IV.8 : Usinage de la rainure de la deuxième plaque avec une fraise 2 tailles à alésage et a entrainement par tenon diamètre 50mm.

4. On usine deux autres pièces cylindriques de diamètre de 87 mm et de 50mm. Pour celle de diamètre de 87 mm on l'a faite avec un alésage de diamètre 60mm et on l'a coupé en deux parties suivant le diamètre. Ensuite en la soudé sur la première plaque et l'autre cylindre de 50mm sur la deuxième plaque (**figure IV.9**)

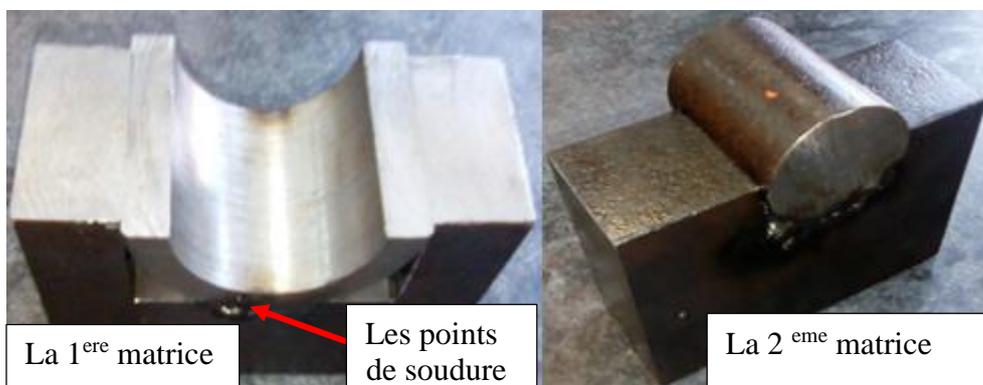


Figure IV.9 : Les deux matrices du moule d'emboutissage.

c. Préparation de l'emplacement du moteur sur le châssis

Afin de positionner le moteur sur le châssis de la machine, nous avons soudé des tubes de 50 mm de diamètre sur les pattes support (**figure IV.10**). Ensuite, soudé des fers plats sur les tubes cylindriques ou on a pris en considération les perçages pour les supports moteur et la cabine de la machine. Enfin, positionner le moteur et le fixer sur le châssis de la machine (**figure IV.11**).

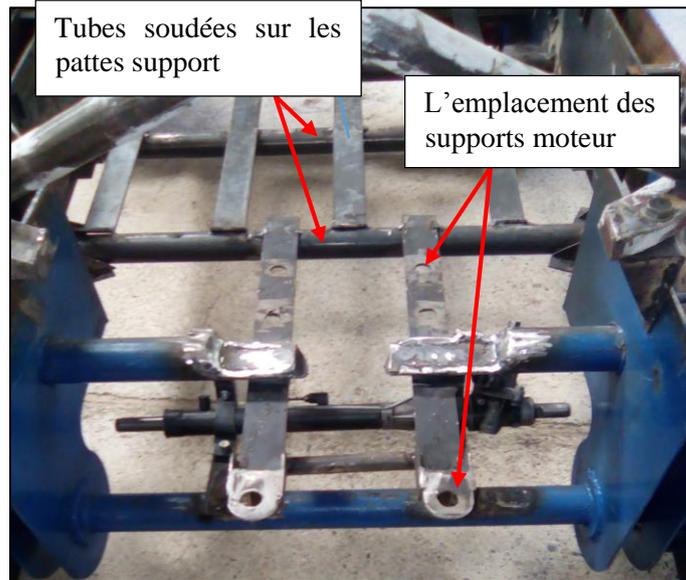


Figure IV .10 : Préparation de l'emplacement du moteur sur le châssis



Figure IV.11 : Positionnement et fixation du moteur sur le châssis de la machine.

IV.6.2 Les pièces du système de levage

IV.6.2.1 Roue et vis sans fin

Pour la fabrication de la roue et vis sans fin nous avons procédé comme suit :

a. Fabrication de la roue

Pour la fabrication de la roue en bronze de notre système de levage (**figure III.2** page 32), nous avons suivi les étapes suivantes :

- 1- Couper un morceau de brut cylindrique en bronze à l'aide d'une scie mécanique sous lubrification (dépassé la longueur voulue pour avoir les mesures exactes à la fin de chariotage et dressage).
- 2- Dresser et charioter pour avoir à la fin les dimensions désirées (Mise en longueur)
- 3- Sur un étai limeur équipé d'une table (**figure IV.5**) nous avons réalisé la rainure de clavette à l'aide d'un outil préparé par nos collègues qui travaillent sur les arbres cannelés.



Figure IV.12: La réalisation de la rainure de clavette de la roue sur l'étai limeur.

- 4- Placer le diviseur sur la table de la fraiseuse FH 1.6, puis monter la pièce dans le diviseur à l'aide d'un gabarit d'usinage afin de tailler les dents avec un outil préparé à cet effet (**figure IV.13**). La broche inclinée d'un angle de 8° ($\beta = 8^\circ$ angle d'hélice de la roue).



Figure IV.13: L'outil, porte outil et le gabarit d'usinage.

- 5- Pour les machines-outils à tailler les engrenages, il faut définir le déplacement de l'outil de coupe par rapport à la pièce à tailler. On a un diviseur qui fonction comme suit : pour avoir un tour complet du mandrin on tourne quarante(40) fois la manivelle du disque diviseur (**figure IV.14**)

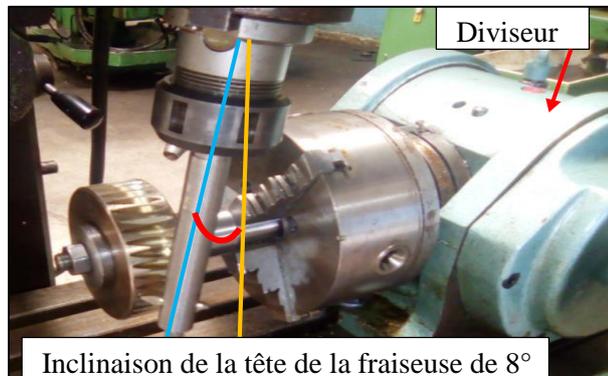


Figure IV.14 : Usinage des dentures de la roue montée sur un gabarit d'usinage, sur un diviseur 1/40, tête de la fraiseuse inclinée de 8°.

- 6- Après avoir centré le diviseur par rapport à l'outil, on fait la première passe chaque 40 tours du plateau diviseur on a un tour complet du mandrin et dans notre cas on a besoin de 40 dents donc pour faire une dent c'est 40/40 ; ce qui fait chaque 1 tour du plateau diviseur on fait une passe avec l'outil de forme.
- 7- Sur la figure suivante le produit fini « Une roue dentée à 40 dents et une profondeur de 7.5 mm prête à être utilisée ».



Figure IV.15: La roue dentée à sa phase finale.

b. La vis

1. Couper un brut cylindrique (42CrMo4) de diamètre 40mm a l'aide d'une scie mécanique sous lubrification.
2. Dresser, charioter et centrer la pièce (mise en longueur).
3. Placer la pièce avec une contre pointe et commencer le filetage du premier filet par un outil de forme préparé à cet effet tout en respectant les valeurs trouvés dans le **tableau III.3** page 37.

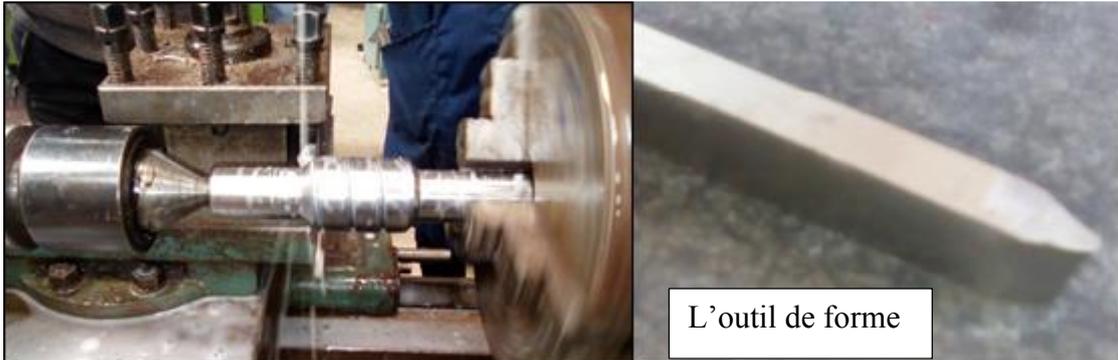


Figure IV.16 : La réalisation du premier filet de la vis à l'aide d'un outil de forme.

4. Refaire les mêmes étapes pour le deuxième filet sur une profondeur de 7.5 mm (**figure IV.17**)



Figure IV.17 : Usinage de deuxième filet.

5. Enlèvement des bavures à l'aide d'une lime pour avoir un produit finale.



Figure IV.18: La vis à son état final.

IV.6.2.2 Le bras et le châssis

a. Le bras

Ce dernier est fait à base d'une tôle de 5 mm d'épaisseur et de longueur de 90 mm. Nous avons fait des différentes formes des trous sur les deux tôles (**figure IV.19**) pour minimiser le poids du bras et avoir une conception différente par rapport à celle existants (faite en profilé acier tube rectangulaire).

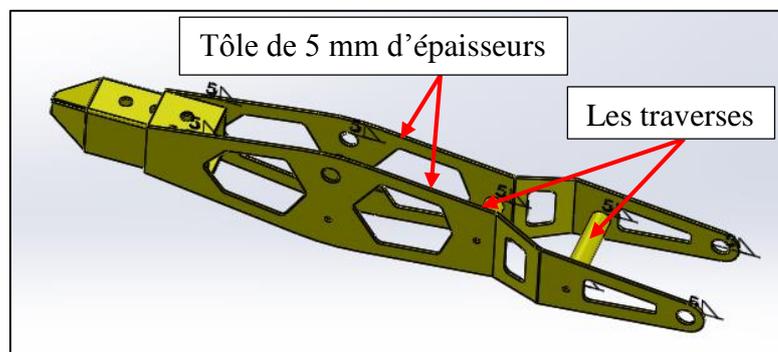


Figure IV.19 : Représentation du bras du système de levage sur SOLIDWORKS.

b. Le châssis

Le châssis est fait à base de tôle de 4mm d'épaisseurs et d'une longueur de 130mm. La forme voulue doit se faire sur la découpe plasma et la plieuse.

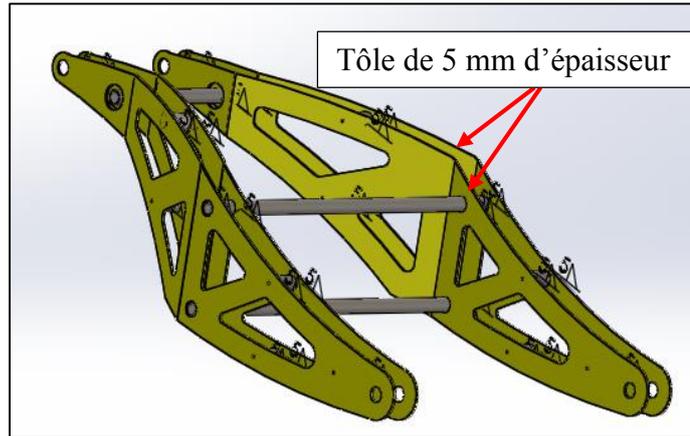


Figure IV.20 : Représentation du châssis de système sur SOLIDWORKS.

NB : Nous n'avons pas arrivé à réaliser ce système à cause d'indisponibilité de la découpe plasma. Nous souhaitent vraiment que les étudiants de la prochaine promo arriveront à réaliser ce système.

Conclusion générale

Conclusion générale

Un ingénieur en conception mécanique doit concevoir des machines et des systèmes mécaniques au sein d'une entreprise en fonction des moyens disponibles tout en gardant le rapport qualité - prix (on consomme moins pour avoir plus). Compte tenu de suivre les différentes étapes de la production afin de mettre en place le principe d'innovation. Sachant que tout cela se fait à base des études itératives approfondies dans lesquelles l'atout et d'acquérir une place imprenable dans le marché.

Dans le cadre de la réalisation de la motorisation de la mini pelleteuse ainsi que la fixation et manutention, nous avons opté pour une recherche qui va nous permettre de comprendre plusieurs phénomènes typiquement mécanique; tels que les principaux constituants d'un moteur à combustion interne ainsi que le système de transmission précisément l'embrayage et la boîte à vitesses. Ensuite, les critères du choix d'accouplement de la pompe hydraulique avec le moteur, son positionnement avec sa fixation sur le châssis et en fin le système de levage et ses procédés de fabrication (découpage plasma et la soudure à l'arc).

Après cette recherche nous sommes passé à la partie dimensionnement, calculs RDM et simulations numériques. Enfin, la partie la plus importante est la fabrication ; nous avons présenté le parc machines utilisées, les pièces usinées et les gammes d'usinages de ces dernières.

Finalement, nous sommes arrivés à comprendre comment ça se complète la partie théorique et la partie pratique.

Annexe

Annexe n°1 : Tableau des principaux coefficients de sécurité.

Coefficient de sécurité (s)	Conditions générale de calculs (sauf réglementation particulière)
1,5 à 2	Cas exceptionnels de grande légèreté. Hypothèse de charges surévaluées.
2 à 3	Construction où l'on cherche la légèreté (aviation). Hypothèse de calcul la plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule dent en prise...).
3 à 4	Bonne construction, calculs soignés, haubans fixes.
4 à 5	Construction courante (légers efforts dynamiques non pris en compte. Treuils.)
5 à 8	Calculs sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvements alternatifs, appareils de levage, manutention).
8 à 10	Matériaux non homogènes. Chocs, élingue de levage.
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus (presse). Ascenseurs.

Annexe n°2 :Fiche technique triporteur a benne VM12 commercial.

FICHE TECHNIQUE

TRIPORTEUR A BENNE VM12 COMMERCIAL



MOTEUR

Type homologué	SPCV
Type de moteur	Monocylindre, 4 temps, refroidissement par air
Cylindrées (Cm ³)	124.6 à 200
Rapports de vitesse	5 Vitesses + Marche arrière
Puissance maximale (kw / tr / min)	9.0 / 8500
Type d'allumage	CDI
Système de démarrage	électrique / kick

CHASSIS

Système de freinage (avant / arrière)	tambour / tambour
Vitesse maximale (km / h)	70
Roues (avant / arrière)	5,0 - 12 / 5,0 - 12
Capacité du réservoir (L)	13.5
Consommation de carburant (L / 100km)	≤3.8

DIMENSIONS ET POIDS

Dimensions L * W * H (mm)	3460 * 1200 * 1400
Dimensions de la benne (mm)	1600 * 1100 * 800
Empattement (mm)	2270
Hauteur de selle (mm)	900

Annexe

Annexe n°3 :Tableau des conditions de coupe.

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi D}$$

$$V_f = z \cdot f_z \cdot N$$

V_c en m/min, D en m et N en tr/min

z est le nombre de dents de l'outil

V_f en mm/min, f_z en mm/(tr.dent)

TOURNAGE (Attention : pour les gorges et le tronçonnage : prendre 50% des valeurs de tournage ci dessous)

Matières	Rr MPa	Outil ARS						Outil Carbure							
		γ	Ebauche			Finition			γ	Ebauche			Finition		
			V60 m/min	a max mm	f mm/tr	V60 m/min	f mm/tr	V60 m/min		a max mm	f mm/tr	V60 m/min	f mm/tr		
Acier S235	500	18°	30	2	0.1	45	>0.04	14°	150	2	0.2	250	>0.10		
Acier INOX	500	14°	27	2	0.1	32	>0.04	8°	105	2	0.2	115	>0.10		
Acier 35CD4	1100	10°	20	2	0.1	28	>0.04	0°	100	2	0.2	160	>0.10		
PVC	60	15°	90	4	0.3	150	>0.10	0°	100	4	0.3	150	>0.20		
Nylon PA6	80	15°	90	2	0.2	120	>0.05	5°	100	2	0.35	180	>0.12		
Plexi PMMA	78	15°	75	2	0.2	90	>0.10	10°	100	2	0.25	150	>0.12		
Laiton U230	400	10°	70	1	0.3	110	>0.02	20°	200	2	0.3	230	>0.10		
BronzeUE12P	200	10°	32	2	0.2	43	>0.02	20°	90	2	0.3	120	>0.10		
Dural AU4G	280	22°	200	2	0.3	250	>0.02	25°	400	3	0.4	500	>0.10		

FRAISAGE EN BOUT (surfaçage)

Matières	Rr MPa	Fraises ARS						Plaquettes Carbure							
		γ	Ebauche			Finition			γ	Ebauche			Finition		
			V60 m/min	a max mm	fz mm/(tr.d)	V60 m/min	fz mm/(tr.d)	V60 m/min		a mm	fz mm/(tr.d)	V60 m/min	fz mm/(tr.d)		
Acier S235	500	20°	29	2	0.11	40	>0.08	20°	100	2	0.2	120	>0.07		
Acier INOX	500	20°	18	2	0.08	22	>0.05	15°	72	2	0.15	92	>0.07		
Acier 35CD4	1100	12°	20	2	0.08	25	>0.04	12°	80	2	0.12	90	>0.07		
PVC	60	20°	200	4	0.2	300	>0.50	20°	800	4	0.3	1000	>0.07		
Nylon PA6	80	20°	100	2	0.15	200	>0.20	20°	400	2	0.35	500	>0.07		
Plexi PMMA	78	0°	60	2	0.15	80	>0.20								
Laiton U230	400		72	1	0.08	95	>0.07		130	2	0.5	180	>0.15		
BronzeUE12P	200		23	1	0.07	31	>0.08		60	2	0.2	82	>0.18		
Dural AU4G	280	20°	150	1	0.07	190	>0.08	20°	500	3	0.1	800	>0.08		

FRAISAGE EN ROULANT (rainurage, combiné...)

Matières	Rr MPa	Fraises A.R.S. ($\phi > 20$)						Fraises A.R.S. ($\phi < 20$)							
		γ	Ebauche			Finition			γ	Ebauche			Finition		
			V60 m/min	a max mm	fz mm/(tr.d)	V60 m/min	fz mm/(tr.d)	V60 m/min		a max mm	fz mm/(tr.d)	V60 m/min	fz mm/(tr.d)		
Acier S235	500	20°	25	2	0.08	32	>0.05	20°	19	2	0.03	22	>0.03		
Acier INOX	500	20°	24	2	0.06	28	>0.04	20°	16	2	0.03	18	>0.03		
Acier 35CD4	1100	20°	18	2	0.04	24	>0.03	12°	16	2	0.03	20	>0.03		
Laiton U230	400	10	72	2	0.16	90	>0.03		41	3	0.01	46	>0.01		
BronzeUE12P	200	10	30	2	0.18	35	>0.03		18	3	0.01	22	>0.01		
Dural AU4G	280	20°	240	2	0.07	270	>0.08	20°	95	5	0.05	105	>0.03		

PERÇAGE, ALÉSAGE

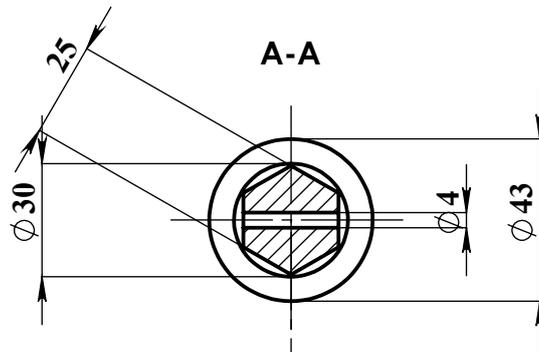
Matières	Rr MPa	Forets et alésoirs ARS							Tarauds A.R.S.			
		γ	Perçage			$\phi < 10$		$\phi > 10$		V60 m/min	Lubrifiant	
			V60 m/min	angle pointe	angle hélice	f mm/tr	f mm/tr	V60 m/min	a mm			
Acier S235	500	25°	25	135°	30°	0.025 ϕ	>0.05	12.5	>0.20	0.3	12	Huile de coupe
Acier INOX	500	25°	20	120°	30°	0.02 ϕ	>0.04	8	>0.20	0.15	6	Huile soluble
Acier 35CD4	1100	25°	22	120°	30°	0.012 ϕ	>0.03	9	>0.20	0.17	10	Huile de coupe
PVC	60		60	135°	30°	0.02 ϕ		non	non	non	15	Air comprimé
Nylon PA6	80	0°	30	100°	30°	0.02 ϕ		non	non	non	15	Air comprimé
Plexi PMMA	78	0°	40	140°	30°	0.02 ϕ		non	non	non	10	Air comprimé
Laiton U230	400	18°	45	120°	15°	0.03 ϕ	>0.03	30	>0.20	0.4	13	a sec
BronzeUE12P	200	10°	20	120°	30°	0.037 ϕ	>0.03	12	>0.20	0.9	7	Huile de coupe
Dural AU4G	280	35°	65	140°	30°	0.032 ϕ	>0.08	30	>0.20	0.4	18	Pétrole

Références bibliographique

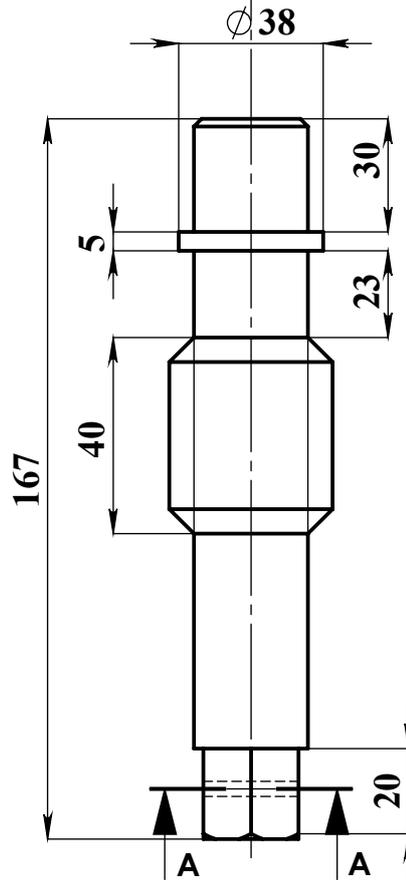
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

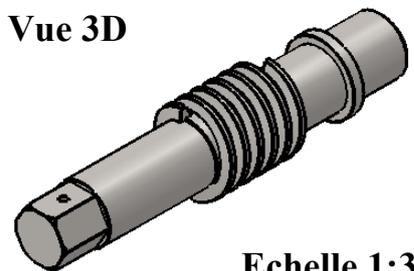
1. Fiche données par l'entreprise VMS industrie.
2. automobile, t., étude du moteur.
3. MM Fall , G.B., cours de technologie automobile ,tecnologie motorisation. L.T.I.D de DAKAR, académie de Créteil.
4. WILLIAM FOURMENTAL, L.N., LE MOTEUR VCRI DE MCE-5 Une compression intelligente forum des technologies.
5. ABDERRZAK, M., CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ECHANGES THERMIQUES DANS UN MOTEUR DIESEL ATMOSPHERIQUE A TAUX DE COMPRESSION VARIABLE. UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR p. 8.
6. HULIN, R., Boîtes de vitesses.
7. SUSPENSIONS ANTIVIBRATOIRES AMC MECANOCAUCHO pdf.
8. GUEN, E.L., Etude du procédé de soudage hybride laser/MAG : Caractérisation de la géométrie et de l'hydrodynamique du bain de fusion et développement d'un modèle 3D thermique these de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE-SUD p. 17.
9. JE RÉALISE souder a l'arc.
10. Freton, P., Etude d'un arc de découpe par plasma d'oxygène Modélisation – expérience le 28 novembre 2002.
11. R Etterbeek, Résistance des matériaux - cisaillement technologique.
12. analyse de gamme d'usinage par la méthode des éléments finis -Luc Masset- thèse de doctorat 2004 UNIVERSITE DE LIEGE Faculté des Sciences Appliquées.



Module :2,5
Pas :16



Vue 3D



Echelle 1:3

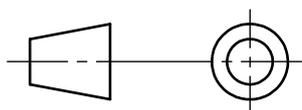
UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA

MASTER 2 CMP

Echelle : 1:2

Vis sans fin

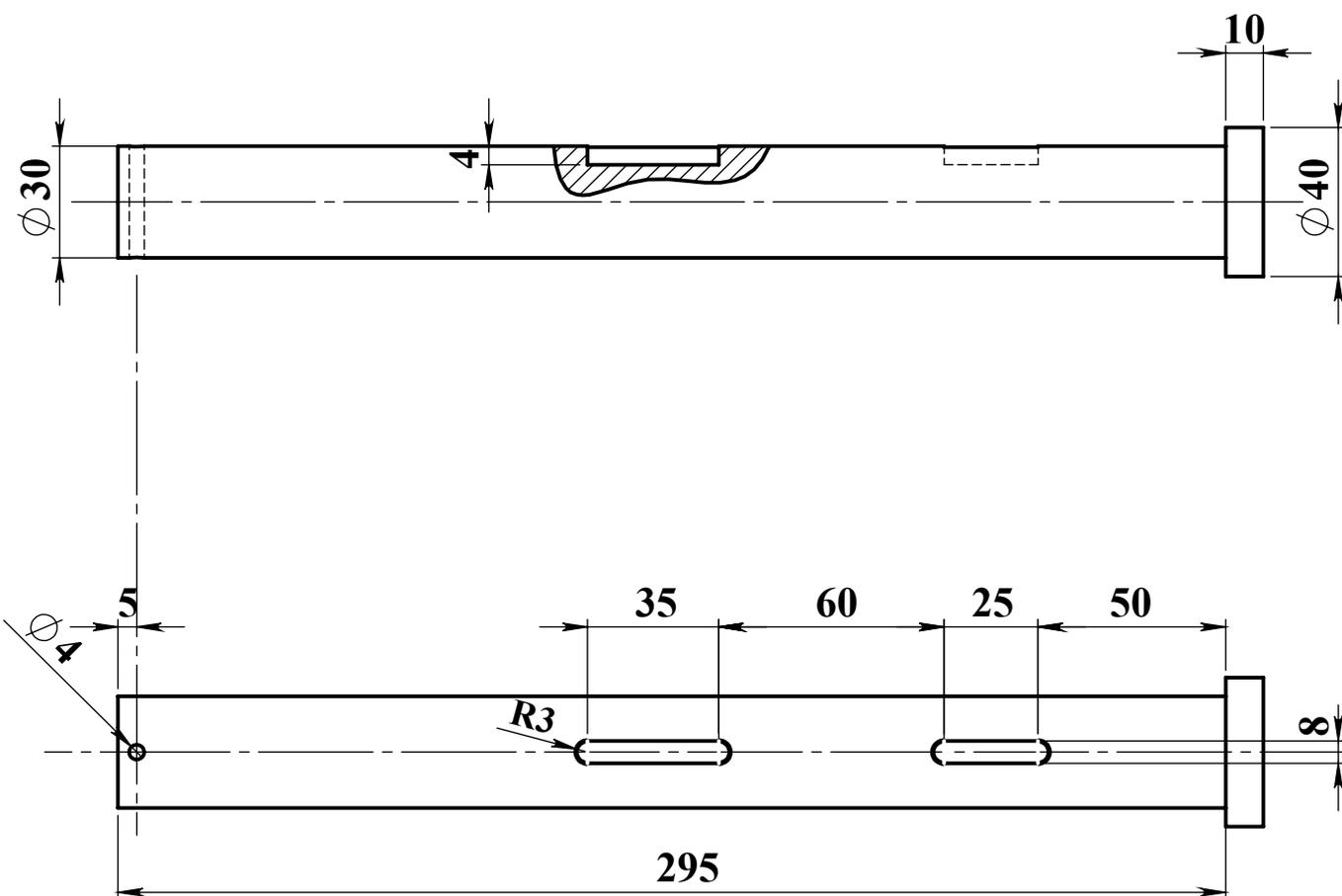
Le 29/06/2016

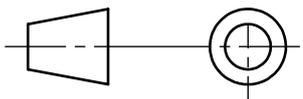


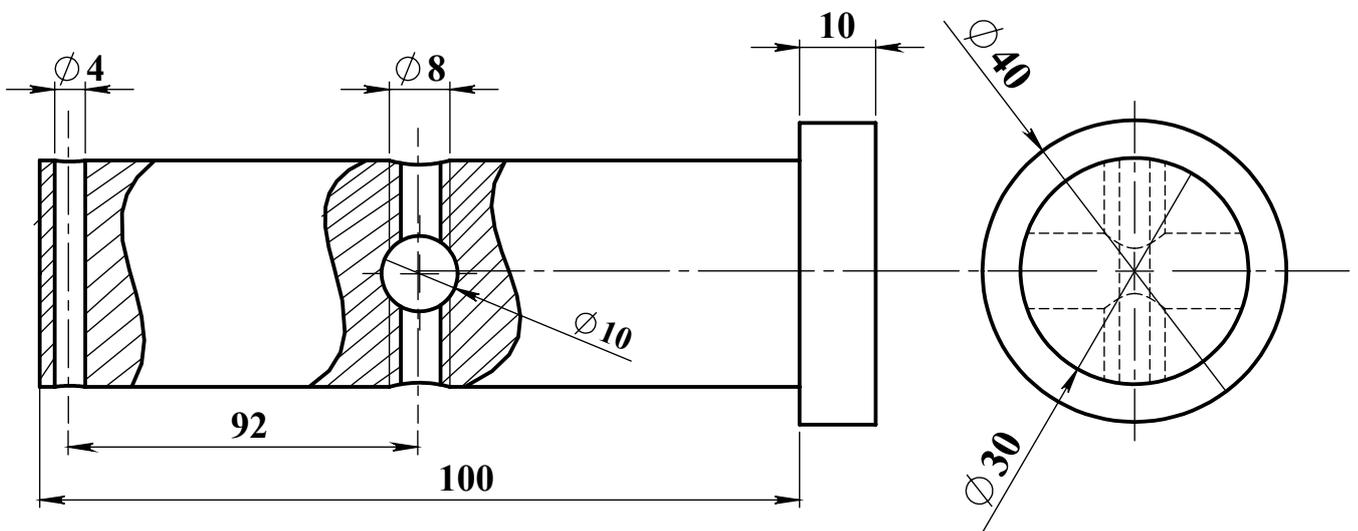
ZIOUANE Aziz
BOUDRAA Yasmina

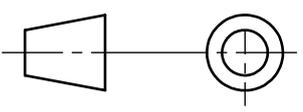
Matière: 42CrMo4

N°8

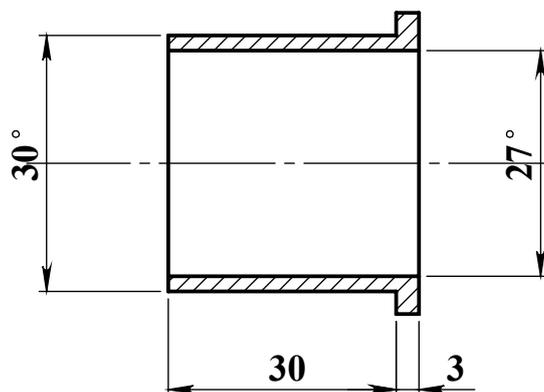


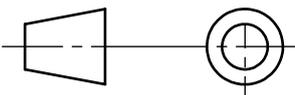
UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:2	Arbre	Le 29/06/2016
		Matière: 42CrMo4
ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yasmina		N° 18

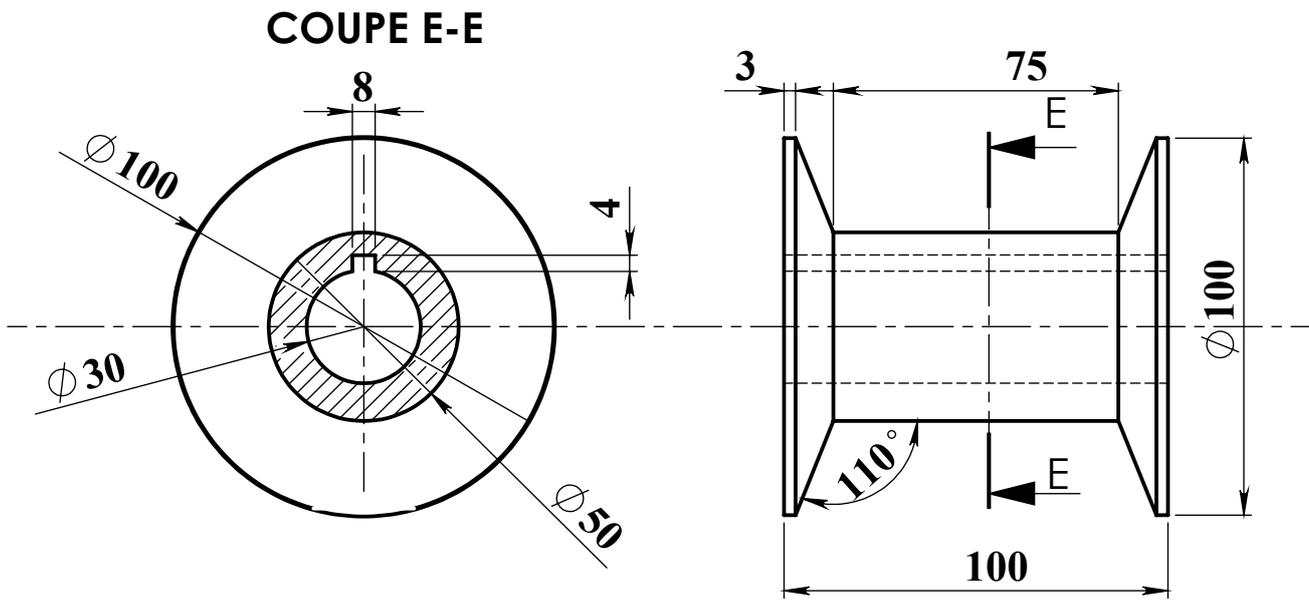


UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:1	Axe	Le 29/06/2016
	ZIOUANE Aziz	Matière:42CrMo4
	BOUDRAA Yasmina	N° 25

VUE DE COUPE

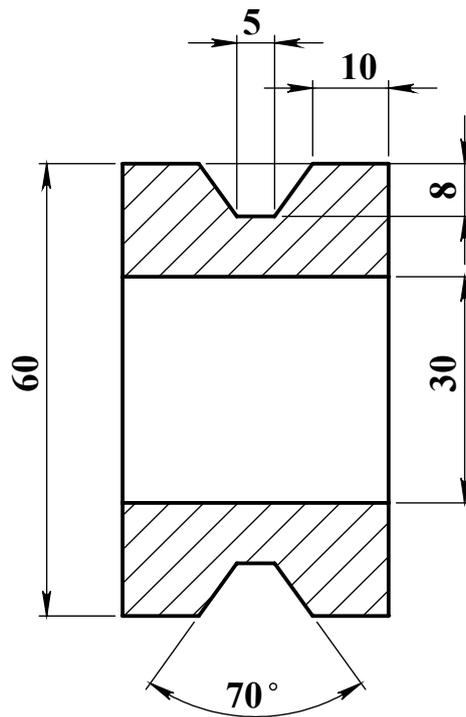


UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:1	Coussinet	Le 29/06/2016
		Matière: Bronze
	ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yassmina	N° 10



UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:2	La poulie	Le 29/06/2016
	ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yasmina	Matière: Polyamid
		N° 23

VUE DE COUPE



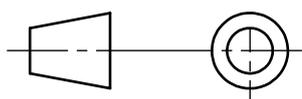
UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA

MASTER 2 CMP

Echelle : 1:1

La poulie

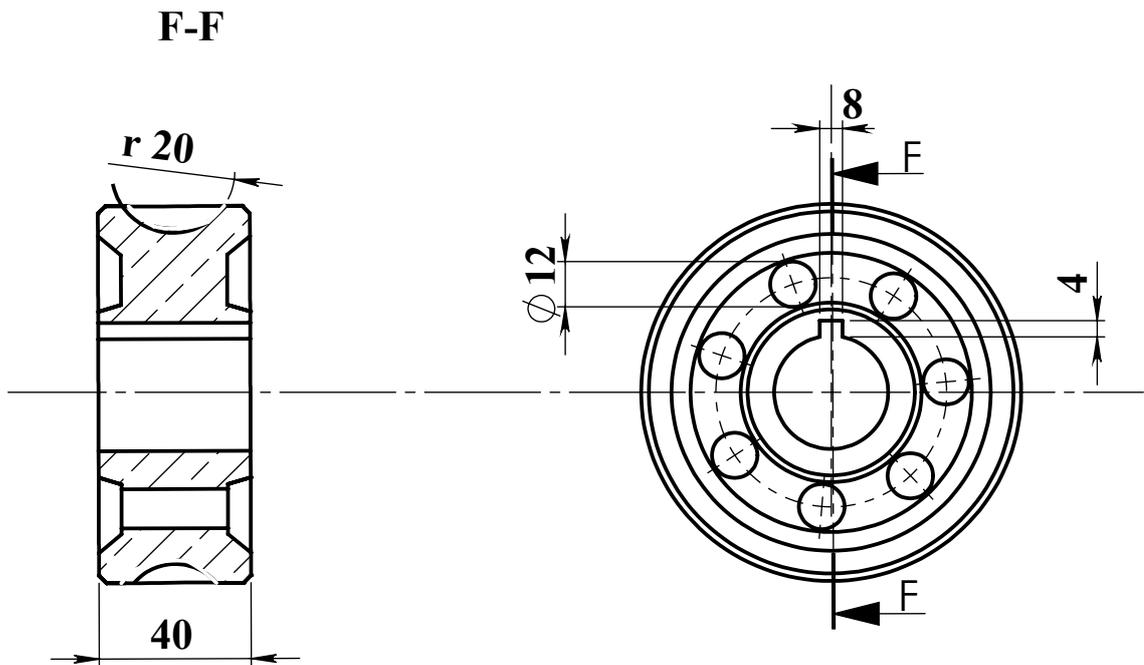
Le 29/06/2016



ZIOUANE Aziz
BOUDRAA Yasmina

Matière: A 60

N° 30



Module 2,5mm

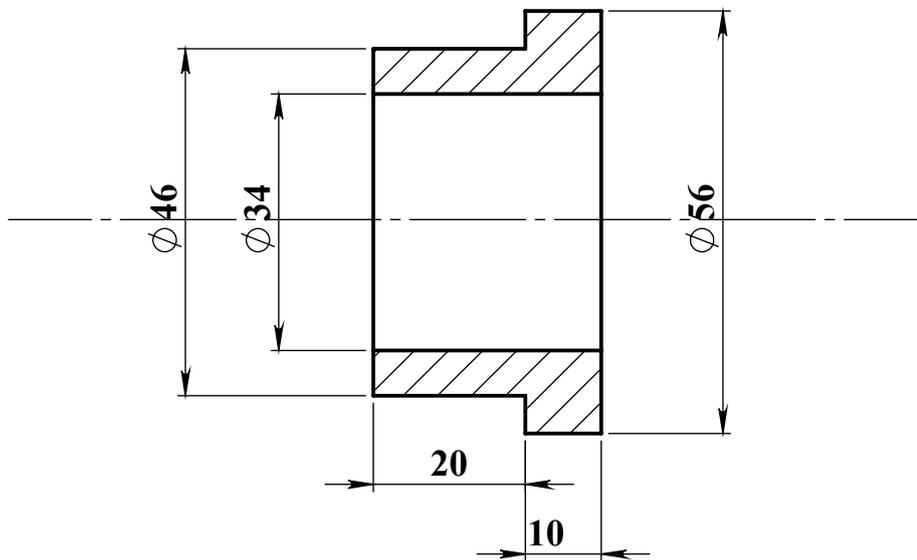
Vue 3D

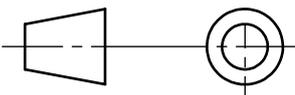


Echelle 1:3

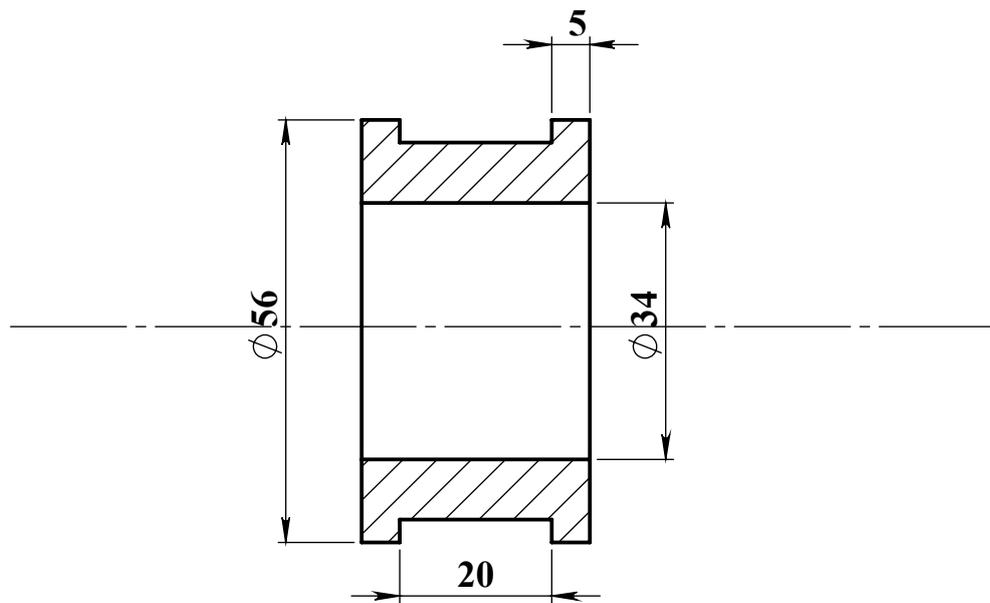
UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:2	Roue dentée	Le 29/06/2016
	ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yasmina	Matière: Bronze
		N° 22

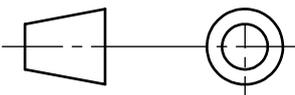
VUE DE COUPE

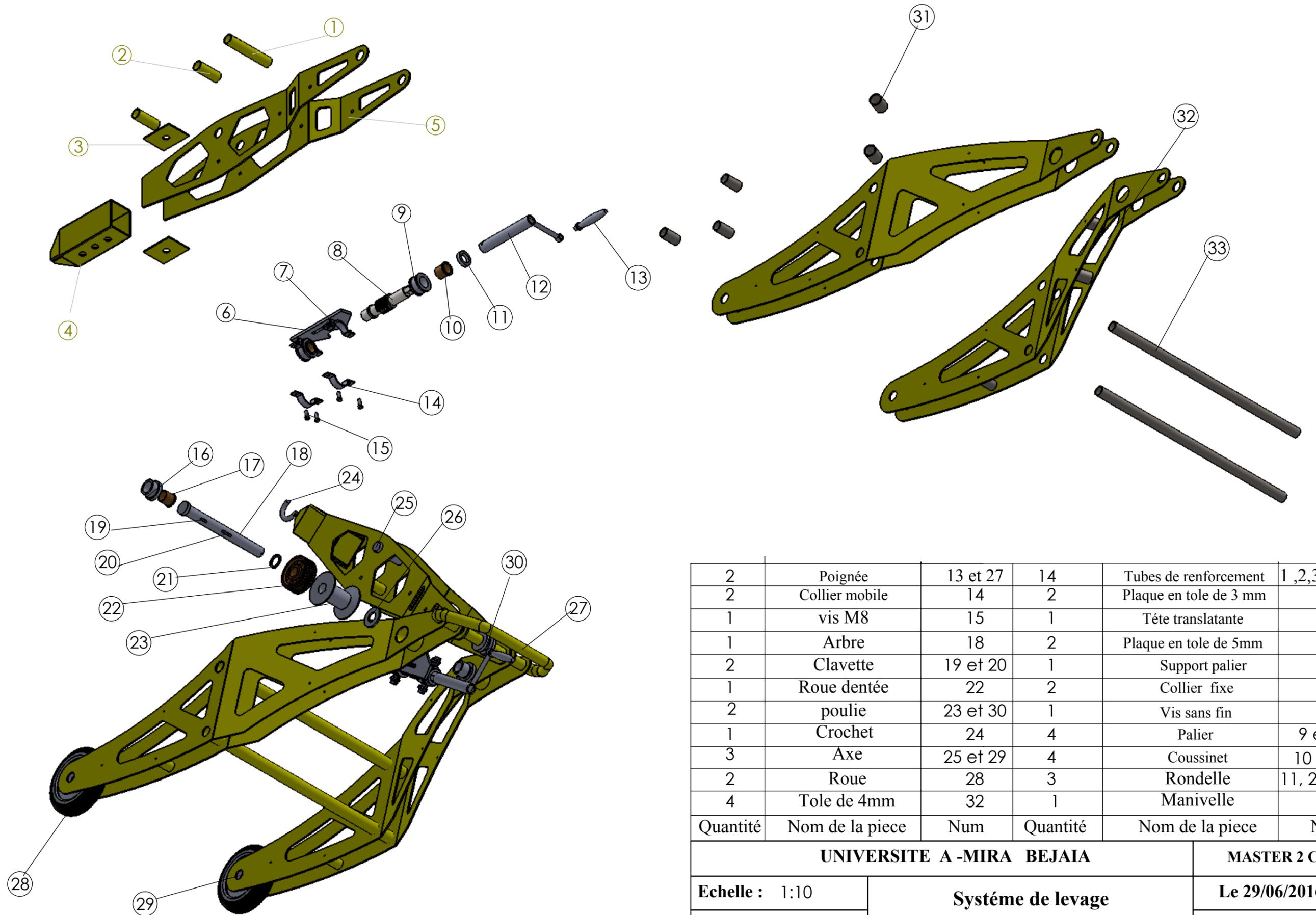


UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:1	Palier	Le 29/06/2016
	ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yasmina	Matière: A 60
		N° 16

VU DE COUPE



UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA		MASTER 2 CMP
Echelle : 1:1	Palier	Le 29/06/2016
	ZIOUANE Aziz BOUDRAA Yasmina	Matière: A60
		N° 9



2	Poignée	13 et 27	14	Tubes de renforcement	1 ,2,31 et 33
2	Collier mobile	14	2	Plaque en tole de 3 mm	3
1	vis M8	15	1	Tête translatante	4
1	Arbre	18	2	Plaque en tole de 5mm	5
2	Clavette	19 et 20	1	Support palier	6
1	Roue dentée	22	2	Collier fixe	7
2	poulie	23 et 30	1	Vis sans fin	8
1	Crochet	24	4	Palier	9 et 16
3	Axe	25 et 29	4	Coussinet	10 et 17
2	Roue	28	3	Rondelle	11, 21 et 26
4	Tole de 4mm	32	1	Manivelle	12
Quantité	Nom de la piece	Num	Quantité	Nom de la piece	Num

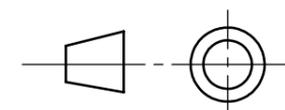
UNIVERSITE A -MIRA BEJAIA

MASTER 2 CMP

Echelle : 1:10

Système de levage

Le 29/06/2016



ZIOUANE Aziz
BOUDRAA Yasmina

Matière: