

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA -BEJAÏA  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



# MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : Science et Technologies, Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et productique

Présenté par :

**KHIDER Djemaa, OUKLI Sofiane**

**Et**

**Djemaa Mohamed El Amine**

*Thème*

**Conception et Fabrication d'un Système de Manutention**

Soutenu le : 20/09/2022

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
HIMED Lynda	MAA	Univ-Bejaia	Présidente
BELAMRI Abdelatif	MCB	Univ-Bejaia	Encadrant
HADJOU Madjid	MCB	Univ-Bejaia	Examineur

Année universitaire 2021/2022

## **Avant-propos**

Au Nom d'ALLAH le Tous Miséricordieux le Très Miséricordieux.

Ce document présente les travaux effectués dans le cadre de notre projet de fin d'étude de Master au Département de Génie Mécanique de la Faculté de Technologie de l'Université de Bejaïa.

En premier lieu, nous tenons à exprimer notre gratitude à nos encadreurs **Mr. BELAMRI Abdelatif**, maître de conférences classe A de l'université de Bejaïa, pour son suivi et les efforts fournies durant ce travail. Nous le remercions pour nous avoir fait profiter de son expérience, pour orientations qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous sommes sensibles à l'honneur que nous a fait **Mlle. HIMED Lynda**, pour avoir accepté de présider et de nous honorer de sa présence au sein du jury de soutenance du présent mémoire ; qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect.

Enfin, nous tenons également à adresser nos vifs remerciements au **Mr. HADJOU Madjid**, nous le remercions chaleureusement pour avoir accepté d'examiner le présent mémoire et pour ses observations et remarques pertinentes et constructives.

Nous remercions également les personnels et enseignants du département Génie Mécanique et aux personnels du Hall de Technologie.

Merci enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidé et donc ont contribué au succès de ce travail.



# *Dédicaces*

Je dédier ce modeste travail

A mes chers parents

A ma chère sœur **CHABHA** et son époux **HAMZA**

A tous les membres de ma grande famille

A mes deux copains de chambre **NADIR** et **HICHAM**

A l'équipe du Club Scientifique Génie Mécanique

A tous mes amis

KHIDER Djemaa

# *Dédicaces*

## **A ma très chère mère**

Qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

## **Au meilleur des pères**

Qui m'a chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

Et qui trouve en moi la source de sa fierté.

## **A mon frère Daoud et ma sœur Amina**

Qui me donne de l'amour et de la vivacité.

**A mes meilleurs amis :** Amine, Karim, Madjid, Zoubir, Aimen, Iounis, Abdellah, Kamel, mes amis du club scientifique génie mécanique ainsi que Kenza et à tous ceux qui me sont chers

DJEMAA Mohamed El Amine

# *Dédicaces*

Je tiens avec grand plaisir a dédié ce modeste travail

A l'être le plus cher de ma vie, ma mère

A celui qui m'a fait de moi un homme, mon père que dieux l'accueil dans son vaste paradis

A mon cher frère et mes deux chères sœurs.

A tous les membres de ma famille, mes amis et toute personne qui occupe une place dans  
mon cœur

OUAKLI Sofiane

# Table des matières

Avant-propos .....	1
Introduction générale.....	1
Chapitre I . Manutention .....	4
I.1 Généralités sur les systèmes de manutention.....	4
I.1.1 Historique.....	4
I.1.2 Manutention .....	5
a. Définition .....	5
b. Types de manutention.....	6
c. Domaine d'application.....	6
d. Matériels de manutention et accessoires .....	6
e. But de la manutention .....	11
I.2 Moteur thermique.....	12
I.2.1 Définition .....	12
I.2.2 Montage .....	13
I.2.3 Démontage .....	14
I.3 Hygiène, sécurité et environnement (HSE).....	21
I.4 Normes HSE des systèmes de manutention.....	21
I.4.1 Normes.....	21
a. Manutention verticale et manutention horizontale .....	22
b. Opérations consistant à pousser ou tirer .....	23
c. Manutention de charges faibles à haute fréquence .....	23
I.4.2 Avantages de la norme.....	24
I.4.3 Risques liés à la manutention.....	24
a. Manutention manuelle .....	25
b. Manutention mécanique .....	25
I.4.4 Principales règles à suivre pour éviter les risques au travail .....	26

a. Manutention manuelle .....	26
b. Manutention mécanique .....	28
Chapitre II . Conception et dimensionnement.....	31
II.1 Conception.....	31
II.1.1 Introduction .....	31
II.1.2 Grue d’atelier (chèvre).....	31
a. Définition .....	31
b. Vérin hydraulique .....	31
c. Caractéristiques.....	31
II.1.3 Choix de système de transmission.....	32
a. Roues de friction.....	32
b. Poulies et courroies.....	33
c. Roues dentées et chaînes.....	35
d. Engrenages roues dentée .....	36
e. Roue et vis sans fin .....	38
f. Condition du choix du système .....	40
g. Réponse à la condition.....	40
h. Graissage et lubrifications : .....	40
II.2 Etude cinématique .....	40
II.2.1 Schéma cinématique .....	40
a. Détermination des classes d’équivalence .....	41
b. Détermination des liaisons .....	41
c. Réalisation du graph des liaisons.....	42
d. Tracé du schéma cinématique.....	42
II.2.2 Etude de système .....	43
a. Faisabilité.....	43
b. Diagramme de Pieuvre .....	43



II.2.3 Cahier des charges fonctionnel (CdCF).....	44
II.3 Dimensionnement de la grue d’atelier .....	45
II.3.1 Calculs .....	45
b. Dimensionnement de chaque élément .....	49
II.3.2 Composition et fonctionnement.....	58
a. Composition.....	58
b. Fonctionnement .....	64
II.4 Etude numérique du comportement du châssis .....	65
II.4.1 Mode statique .....	65
a. Etude statique du châssis .....	66
b. Analyse par éléments finis.....	66
c. Résultats de l'étude .....	69
Chapitre III . Fabrication .....	73
III.1 Introduction .....	73
III.2 Usinage.....	73
III.2.1 Définition .....	73
III.2.2 Ordonnancement des opérations d’usinage.....	73
III.2.3 Machines utilisées .....	73
III.3 Gamme de fabrication .....	74
III.3.1 Définition .....	74
III.4 Elaborer la gamme de fabrication .....	74
III.5 Gammes d’usinage .....	76
III.5.1 Définition .....	76
a. La phase .....	77
b. La sous phase.....	77
c. L’opération.....	77
III.5.2 Les gammes d’usinage .....	77

a. Vis sans fin .....	78
b. Demi roue dentée.....	84
c. Pignon .....	87
d. Arbre denté .....	93
e. Supports .....	100
f. La cornière en U.....	103
III.6 Montage et démontage du système .....	105
III.6.1 Montage.....	105
Conclusion générale .....	112
Références Bibliographiques.....	113

## Liste des figures

Figure I.1: Cordes originales, ancienne grue (vers 2550 av. J.-C.) .....	5
Figure I.2: crics .....	7
Figure I.3: potence.....	7
Figure I.4: palan monter sur une poutre .....	8
Figure I.5 : palan monter sur une potence .....	8
Figure I.6: treuils (manuel et électrique).....	9
Figure I.7: treuil monter sur un portique .....	9
Figure I.8: grues d'atelier (chèvres) .....	9
Figure I.9: support de levage.....	10
Figure I.10: portique.....	10
Figure I.11: Accessoires divers .....	11
Figure I.12: moteur thermique de la Mercedes-Benz G63 .....	12
Figure I.13: éléments du moteur thermique .....	13
Figure I.14: chaîne de montage .....	13
Figure I.15: montage des éléments du moteur .....	14
Figure I.16: enlèvement du capot.....	15
Figure I.17: enlèvement de la batterie .....	15
Figure I.18: vidange radiateur .....	16
Figure I.19: vidange bloc moteur et boîte des vitesses .....	16
Figure I.20: débranche fils d'alimentation électrique .....	17
Figure I.21: démontage du système d'alimentation du carburant.....	17
Figure I.22: démontage du système de refroidissement.....	17
Figure I.23: démontage du démarreur et de l'alternateur .....	18
Figure I.24: démontage du cardan et l'arbre de transmission.....	18
Figure I.25: démontage du support moteur .....	18
Figure I.26: équilibreur de charge .....	19

Figure I.27: positionnement de la grue d'atelier .....	19
Figure I.28: début du levage.....	20
Figure I.29: fin du levage .....	20
Figure I.30: moteur déposer .....	20
Figure II.1: roues de friction .....	33
Figure II.2: poulies et courroie .....	34
Figure II.3: roue dentée et chaîne.....	35
Figure II.4: engrenages à axe parallèles .....	36
Figure II.5: engrenages à axe concourants .....	37
Figure II.6: Engrenage gauche hélicoïdaux .....	37
Figure II.7: engrenage roue et vis sans fin .....	38
Figure II.8: Graph des liaisons de la grue d'atelier .....	42
Figure II.9: schéma cinématique .....	42
Figure II.10: Diagramme de la faisabilité .....	43
Figure II.11: Diagramme de pieuvre .....	44
Figure II.12: position minimale, VW AMAROK .....	46
Figure II.13: position maximale, VW AMAROK.....	46
Figure II.14: position minimale, MARUTI 800.....	47
Figure II.15: position maximale MARUTI 800 .....	47
Figure II.16: Angle de balayage pour AMAROK.....	48
Figure II.17: Angle de balayage pour MARUTI 800.....	49
Figure II.18: étude de flexion.....	51
Figure II.19: base.....	59
Figure II.20: colonne .....	59
Figure II.21: flèche.....	60
Figure II.22: vis sans fin.....	60
Figure II.23: demi roue dentée .....	61

Figure II.24: arbre denté.....	61
Figure II.25: pignon.....	62
Figure II.26: volant.....	62
Figure II.27: cornière.....	63
Figure II.28: vis sans tête .....	63
Figure II.29: roue.....	63
Figure II.30: supports .....	64
Figure II.31: crochet.....	64
Figure II.32: cycle de fonctionnement .....	65
Figure II.33:sens de levage.....	65
Figure II.34: châssis .....	66
Figure II.35: maillage du châssis.....	68
Figure II.36: chargement et déplacement imposé .....	69
Figure II.37: contraintes de Von Misses .....	70
Figure II.38: déplacement .....	70
Figure II.39: déformation .....	71
Figure II.40: coefficient de sécurité .....	72
Figure III.1: structure d'une gamme d'usinage. ....	77
Figure III.2: structure du montage du système.....	106
Figure III.3: sous assemblage 01 .....	106
Figure III.4; sous assemblage 02.....	107
Figure III.5: sous assemblage 03.....	107
Figure III.6: assemblage base colonne .....	107
Figure III.7: assemblage support arbre denté .....	108
Figure III.8: assemblage support, vis sans fin et pignon .....	108
Figure III.9: assemblage flèche et colonne.....	109
Figure III.10: assemblage finale.....	109

Figure III.11: moteur d'AMAROK accrocher .....	110
Figure III.12: moteur d'AMAROK extrait .....	110
Figure III.13: moteur du MARUTI 800 accrocher .....	111
Figure III.14: moteur du MARUTI 800 extrait .....	111

## Liste des tableaux

Tableau I.1: Principales règles à suivre pour éviter les risques au travail. ....	27
Tableau II.1: graissage et lubrification.....	40
Tableau II.2: liaisons .....	41
Tableau II.3: cdcf du système .....	45
Tableau II.4: valeurs normalisées du module m .....	50
Tableau II.5: caractéristiques de la roue .....	52
Tableau II.6: caractéristiques de la vis .....	53
Tableau II.7: caractéristiques du pignon .....	53
Tableau II.8: caractéristiques de la petite roue.....	54
Tableau II.9: matériaux des pièces .....	56

## Liste des gammes

Gamme III.1: gamme de fabrication .....	74
Gamme III.2: gamme d'usinage globale vis sans fin.....	78
Gamme III.3:gamme d'usinage vis sans fin phase 100 .....	79
Gamme III.4: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 210. ....	80
Gamme III.5: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 220 .....	81
Gamme III.6: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 230. ....	82
Gamme III.7: gamme d'usinage vis sans fin phase 300. ....	83
Gamme III.8: gamme d'usinage globale demi roue dentée. ....	84
Gamme III.9: gamme d'usinage demi roue dentée phase 100.....	85
Gamme III.10: gamme d'usinage demi roue dentée phase 200.....	86
Gamme III.11: gamme d'usinage globale pignon .....	87
Gamme III.12: gamme d'usinage pignon phase 100. ....	88
Gamme III.13: gamme d'usinage pignon phase 200, sous phase 210.....	89
Gamme III.14: gamme d'usinage pignon phase 200, sous phase 220.....	90
Gamme III.15: gamme d'usinage pignon phase 300. ....	91
Gamme III.16 : gamme d'usinage pignon phase 400. ....	92
Gamme III.17: gamme d'usinage globale arbre denté.....	93
Gamme III.18: gamme d'usinage arbre denté phase 100. ....	94
Gamme III.19: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 210. ....	95
Gamme III.20: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 220. ....	96
Gamme III.21: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 230. ....	97
Gamme III.22: gamme d'usinage arbre denté phase 300, sous phase 310. ....	98
Gamme III.23:gamme d'usinage arbre denté phase 300 sous phase 320. ....	99
Gamme III.24: gamme d'usinage globale supports .....	100



## **Plan de travail**

- Introduction générale.
- Chapitre I  
    Généralités sur les systèmes de manutention.
- Chapitre II  
    Conception et dimensionnement.
- Chapitre III  
    Fabrication.
- Conclusion générale

## Introduction générale

Les opérateurs sont appelés régulièrement à effectuer des tâches, qui dans plusieurs cas dépassent leurs capacités corporelles ou nécessitent des grands efforts, d'où la manutention apparaît.

La manutention vient comme solution à tous ces problèmes, elle facilite la tâche aux opérateurs en désignant des règles préventives selon la capacité humaine normale.

Les appareils de levage et de manutention sont des équipements très utiles et fort répandus dans les secteurs industriels, ainsi plusieurs d'autres secteurs.

Les grues d'atelier font partie des équipements de levage qu'on trouve souvent dans les garages de maintenance automobile.

Dans le cadre de la réalisation du projet de fin d'études, nous nous sommes occupés de la conception et de la fabrication d'une grue d'atelier (chèvre), en développant l'ancienne grue à vérin hydraulique par un système mécanique.

Nous allons commencer notre démarche par l'analyse fonctionnelle du système existant afin de lister les incertitudes présentes.

Ensuite, nous allons procéder au choix d'un mécanisme mécanique de levage adéquat, qui admet les mêmes anciennes caractéristiques, d'où nous établirons le cahier de charge fonctionnel.

En basant sur les dimensions des grues d'ateliers existantes, nous allons dimensionner notre grue, puis déterminer la hauteur de levage par rapport à deux véhicules, un admet des grandes dimensions et l'autre admet des petites. Puis dimensionner les autres éléments par une étude RDM et une étude numérique dans le cas échéant.

Enfin, nous établirons une gamme de fabrication générale et les gammes d'usinages de chaque pièce, et nous clôturons notre travail par une conclusion générale.



# Chapitre I

Manutention

### Chapitre I . Manutention

#### I.1 Généralités sur les systèmes de manutention

Nous rencontrons les appareils de manutention dans toutes la vie quotidienne humains, ils sont utilisés dans des domaines variés : constructions, industriels, commerciales, transports, les ateliers d'entretiens ou de réparation mécanique et même dans les maisons.

La manutention des charges exige des équipements de levage de haute performance opérant de manière sûre précise et sécuritaire.

Les appareils de levage sont variés selon la variété des domaines, c'est-à-dire : chaque domaine possède ces propres appareils adéquats.

##### I.1.1 Historique

Du premier temps, le grand souci de l'homme est de construire un abri là il vit. Il a commencé à construire, la première matière de base disponible était : le bois, la pierre, l'argile, cordes à base animale et végétale, de l'eau et des branches des arbres.

Un groupement de manœuvres sont mise en disposition pour la fourniture de ses ressources qu'elles sont généralement dépassées les bornes des chantiers et avec un poids important.

Pour faire la manutention, les manœuvres utilisent tous les moyens disponibles, sois sur les animaux directement, où leurs tracter des chariots primaires, mais toujours ils utilisent leurs forces pour le chargement et déchargement. Cette action a causé plusieurs problèmes, sois sur l'homme qui souffert de plusieurs maladies et même de la mort, sois sur l'animal et même sur le temps d'édification qui est très grand.

Les constructeurs de cette époque commencent à réfléchir comment résoudre ces problèmes, donc ils ont proposé de bénéficier de la force de la nature de l'eau et du vent, ils utilisent les rivières par exemple pour déplacer les troncs de bois.

Les constructions des cités, des voies de transport, des ports, des ponts et le commerce sont développés, ce qui nécessitent une plus grande rapidité de mobilisation. Il faut donc multiplier la force musculaire des hommes et des animaux à l'aide des systèmes mécaniques.

La Grèce antique fait appel aux premiers systèmes de levage, elle a créé tous les mécanismes nécessaires à l'invention de la grue. Tout cela permet la multiplication de la force motrice qui reste

humaine ou animale. L'instrument de levage était un mât unique, maintenu en position verticale ou incliné par quatre haubans allant en croix de son sommet jusqu'à des ancrages au sol. Des poulies étaient fixées à la base et au sommet du poteau.

Plusieurs autres modèles et systèmes sont fabriqués, ils diffèrent de la structure et gardent le même principe. [1]



*Figure I.1: Cordes originales, ancienne grue (vers 2550 av. J.-C.) [2]*

### I.1.2 Manutention

#### a. Définition

La manutention consiste où signifie l'action de déplacer, transporter où soulever une charge d'un lieu à un autre, à des distances et des hauteurs variantes.

La manutention dans ces premiers temps se fait par l'effort physique de ce que nous appelons manutentionnaires où manœuvres.

Par exemple, dans un atelier, une usine ou un magasin de stockage, l'homme manutentionne les charges lui-même. Cette action a provoqué plusieurs problèmes :

- Souffrance des douleurs de dos et même des risques dus d'une grave blessure où de la mort.
- La rentabilité et la limite du travail, donc temps perdu est de l'argent perdu.

L'appel aux systèmes de manutention était indispensable, ces derniers facilitent grandement la tâche, ils sont d'une grande aide, les problèmes de rentabilité et tous type de risques sur l'homme et sur

le produit sont réglés, ou ils sont minimisés.

Les fonctions manutention et stockage, regroupé aujourd'hui sous le terme transitique, se retrouve dans tous les systèmes de production. En effet elles permettent d'assurer la logistique dans les procédés industriels.

### **b. Types de manutention**

Généralement il existe deux types :

#### **Manutention manuelle**

Signifie l'action de déplacer, transporter où soulever une charge dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement exigent la force physique d'un ou de plusieurs manutentionnaires. On la trouve dans divers secteurs d'activités tels que le bâtiment, l'industrie, mais également le commerce de détail. Généralement elle cause des problèmes de dos pour les opérateurs et même la rentabilité diminue. [3]

#### **Manutention mécanique**

La manutention mécanique permet d'éviter tous types de risques liés à la manutention manuelle et même avec une rentabilité qui s'accroît. Elle fait appel à l'utilisation d'appareils de levage et de transport équipés de système mécanique : grues, palans, poulies, transpalettes, chariots, etc. Ses appareils peuvent être actionnés manuellement où motorisés. [3]

### **c. Domaine d'application**

De sa définition, la manutention se trouve dans tous les secteurs : construction, industrie, magasins et centres commerciales, dépôts de stockage, ateliers mécaniques, et même dans nos domiciles. Donc toute personne est considérée manutentionnaire, la déférence est dans le secteur et les équipements utiliser.

### **d. Matériels de manutention et accessoires**

Nous allons focalisés précisément sur les matériels qui peuvent être utiliser au levage du moteur thermique, donc on trouve :

- **Crics**

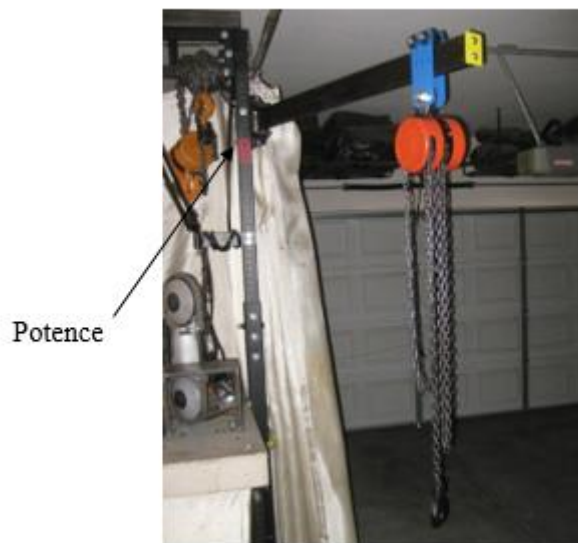
Servent à soulever des corps lourds sur de faibles hauteurs. Ils peuvent être hydrauliques ou à manivelle.



*Figure I.2: crics*

- **Potences**

Équipements en forme d'équerre auxquels on associe un dispositif de levage manuel ou motorisé.



*Figure I.3: potence*

- **Palans**

Ce sont des appareils de levage constitué par deux systèmes de poulies et d'une chaîne. Les poulies réduisent la force à exercer pour soulever des charges lourdes.

Ils se montent généralement sur les potences et les portiques.



*Figure I.4: palan monter sur une poutre*



*Figure I.5 : palan monter sur une potence*

- **Treuil**

Ces appareils sont constitués d'un tambour ou d'un touret entraîné par un moteur ou une manivelle et sur lequel s'enroule le câble de levage ou de traction.

Ils se montent généralement sur les potences et les portiques.





Figure I.6: treuils (manuel et électrique)



Figure I.7: treuil monter sur un portique

- **Grues d'atelier (chèvre)**

Les grues d'atelier sont de petites grues mobiles utilisées pour lever et manipuler de petites charges dans un atelier. Les garagistes s'en servent pour extraire le moteur d'une voiture, par exemple.



Figure I.8: grues d'atelier (chèvres)

- **Support de levage**

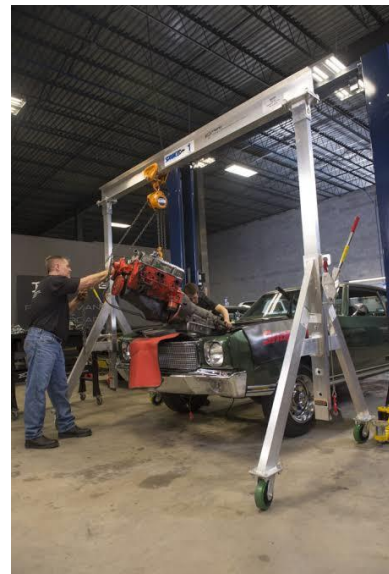
L'élément où nous posons le moteur après l'extrait de la voiture.



*Figure I.9: support de levage*

- **Portiques**

Ce sont des supports verticaux reliés à leur sommet par des éléments horizontaux sur lesquels on agrippe des palans ou des treuils. Sur les quais on retrouve des portiques coulissants sur des rails, des portiques sur roues et des portiques fixes. Ils servent aux opérations de chargement déchargement.



*Figure I.10: portique*

- **Accessoires divers**

Il existe un grand nombre d'accessoires utilisés par les professionnels de la manutention : Les crochets, les manilles, les tendeurs, les mailles, des émerillons, les anneaux, les crochets double, les cosses de protection, les serre câbles, les poulies.



*Figure I.11: Accessoires divers*

### **e. But de la manutention**

La manutention doit répondre à sa définition, déplacer, transporter ou soulever une charge d'un poste à un autre soit par l'effort physique où mécanique. Elle permet d'assurer diverses activités, par exemple :

- Emmagasiner les matières premières a introduit dans la fabrication.
- Alimenter les postes de travail.
- Récupérer le produit fini et le renvoyer vers le stocke.
- Retirer et monter un moteur de voiture.
- Soulever des charges du sol au 10<sup>e</sup> étage d'un bâtiment.
- Alimenter les étagères des magasins.

Et pour notre cas, le but principal de notre mécanisme est d'extraire le moteur de la voiture en toute sécurité pour le mécanicien et de l'entourage.

## I.2 Moteur thermique

### I.2.1 Définition

Un moteur thermique est un élément mécanique propre aux engins motorisés qui permet de transformer une énergie créée à partir de la combustion d'un carburant en un mouvement mécanique perceptible. Les principaux types de moteurs pouvant être trouvés sur les automobiles sont les moteurs dits : « à combustion et à explosion ». Il existe cependant d'autres types de moteurs pouvant s'adapter sur une automobile. [4]



Figure I.12: moteur thermique de la Mercedes-Benz G63 [5]

Un moteur est un engin complexe composé d'une multitude d'éléments, ayant chacun une forme et une fonction différente. On peut lister quelques éléments composants :

- Bloc moteur.
- Volant.
- Culasse.
- Tuyau d'échappement.
- Jauge d'huile.
- Alternateur.
- Pompe à eau.
- ...etc. [4]

Grâce à l'ensemble de ces éléments ainsi qu'à d'autres, le moteur est capable de transformer une énergie en un mouvement.



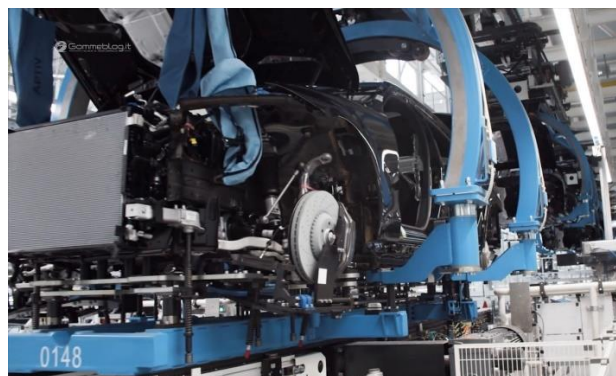
Qu'il soit posé sous la carrosserie d'une voiture, d'une moto ou d'autres véhicules, la méthode de fonctionnement globalement toujours la même.



*Figure I.13: éléments du moteur thermique [5]*

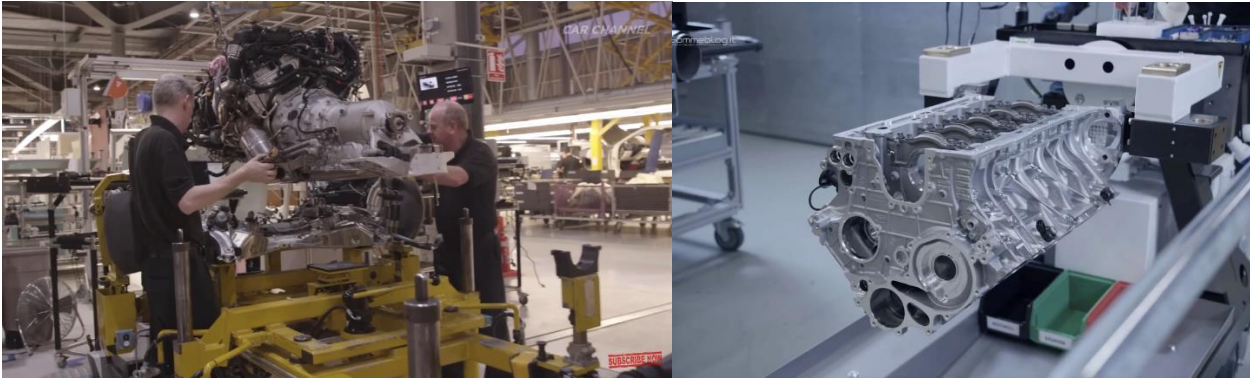
### I.2.2 Montage

Le moteur est monté sur la voiture, ou sur autre véhicule, pour la première fois sur la chaîne de montage de l'usine de production, par un groupe d'opérateurs destinés au montage et assemblage.



*Figure I.14: chaîne de montage [5]*

Mais avant qu'il arrive à ce point de la chaîne, y'a un ingénieur mécanicien au minimum qui joint toutes les pièces citées avant en un seul bloc, ceci se fait soigneusement, avec précision et dans des unités de haute performance, comme l'erreur n'est pas donner.



*Figure I.15: montage des éléments du moteur [5]*

La façon où l'emplacement dont le moteur est allié avec le véhicule se diffère, d'un véhicule à un autre, d'une usine à une autre. Par exemple, on peut le trouver en avant ou en arrière, il se monte de dessus où de dessous.

Toutes ces procédures et exigences sont établit par le bureau d'étude charger, après avoir fait les études nécessaires selon les moyens et les technologies disponible.

### **I.2.3 Démontage**

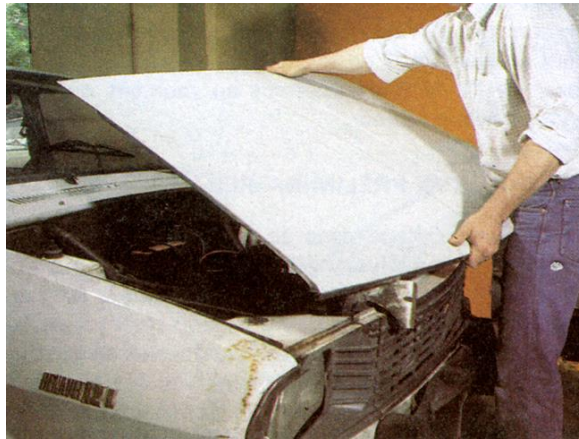
Deux raisons globales imposent le démontage du moteur : la réparation d'un élément composant où le changement total du moteur.

Si votre voiture est âgée ou si elle a déjà eu un problème quelconque connu ou inconnu, la première démarche à faire c'est de prendre un rendez-vous chez un professionnel pour faire une analyse afin d'examiner le problème, quel type de panne, une pièce maîtresse où adjointe, est-ce qu'il faudra une réparation locale, une réparation en démontons le moteur ou malheureusement changer le moteur carrément.

Afin de travailler dans de bonnes conditions, la première étape dans ce genre de travail est de nettoyé le compartiment du moteur, puis débrancher les divers éléments fixés au moteur afin que rien ne reste accroché quand vous le sortirez. Vous vous faciliteriez le travail en effectuant tous les démontages qui se font sous le capot, puis en passant ensuite sous la voiture pour terminer les opérations. [6]

La procédure se fait comme suit :

- Démontez le capot en dévissant les écrous qui le maintiennent à ses charnières, puis rangez-le dans un endroit où il ne risque rien, et s'il est possible démontez aussi le parechoc. [6]



*Figure I.16: enlèvement du capot*

- Débranchez ensuite les cosses de batterie et enlevez la batterie si elle se trouve sous le capot, pour libérer un peu de place et faciliter l'accès à certaines pièces. Faites attention à ne pas renverser la batterie et à ne pas faire couler l'électrolyte. [6]



*Figure I.17: enlèvement de la batterie*

- Vidangez le système de refroidissement en ouvrant les robinets ou les bouchons de vidange situés à la base du radiateur et sur le côté du bloc cylindres ; vous pouvez démonter une durit inférieure du radiateur pour faciliter la vidange. [6]





*Figure I.18: vidange radiateur*

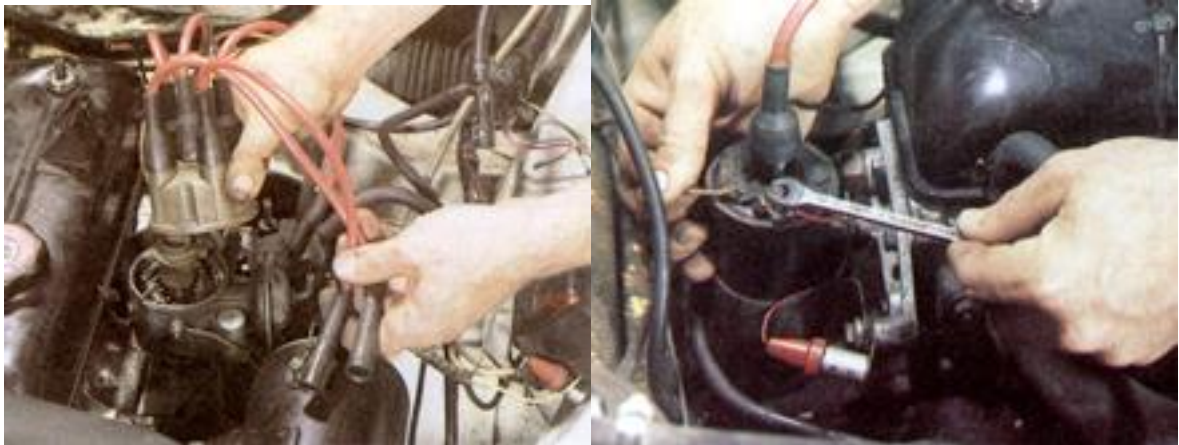
- Après avoir effectué la purge du circuit de refroidissement, il est également conseillé de vidanger dès maintenant le moteur et la boîte de vitesses. Munissez-vous d'un récipient adéquat et glissez-le sous la voiture, puis ouvrez le bouchon de vidange du moteur ainsi que le bouchon de remplissage et laissez s'écouler complètement l'huile usagée. Vous procéderez de même pour la boîte de vitesses. [6]



*Figure I.19: vidange bloc moteur et boîte des vitesses*

- Débrancher tous les fils qui assurent l'alimentation électrique, ceci après avoir repérer chaque câble par une étiquette. [6]





*Figure I.20: débranche fils d'alimentation électrique*

- Démontez le système d'alimentation du carburant comprenant la pompe, la commande d'accélérateur et la commande du starter et aussi toute la tuyauterie. [6]



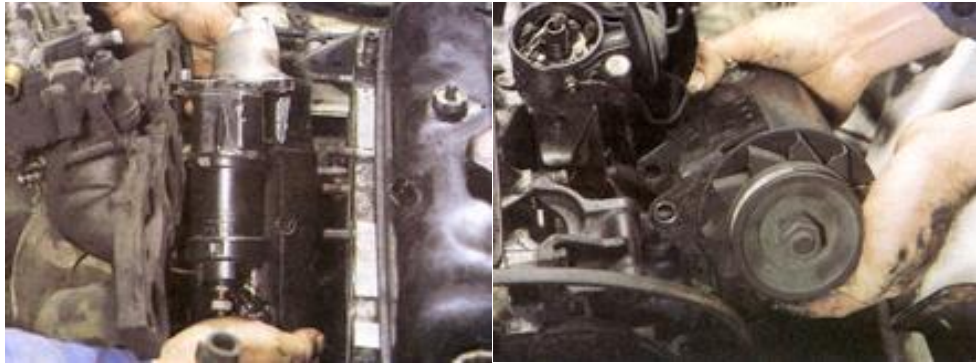
*Figure I.21: démontage du système d'alimentation du carburant*

- Démontez le système de refroidissement, radiateur et durits. [6]



*Figure I.22: démontage du système de refroidissement*

- Démontez le démarreur et l'alternateur. [6]



*Figure I.23: démontage du démarreur et de l'alternateur*

- Lever la voiture avec un cric, puis passer sous le moteur pour démonter l'arbre de transmission pour les voitures à traction arrière, ou les cardans avant pour les voitures à transmission avant. [6]



*Figure I.24: démontage du cardan et l'arbre de transmission*

- Dévisser les support moteur, généralement y'en a deux socles de fixation. [6]



*Figure I.25: démontage du support moteur*

- La dernière étape est de soulever le moteur et le déposer sur un support de levage, pour faciliter la tâche, utiliser un équilibreur de charge automatique, et de le placer sur les points de levage. [6]



*Figure I.26: équilibreur de charge*

Positionner la grue d'atelier devant la voiture, ensuite, placer le crochet sur l'équilibreur. [6]



*Figure I.27: positionnement de la grue d'atelier*

Commencer le levage, et faire attention à ce qui entoure le moteur dans son parcours jusqu'à ce qu'il sorte totalement de son compartiment.





*Figure I.28: début du levage*



*Figure I.29: fin du levage*

Tirer doucement la grue en arrière, et puis vous le déposer sur le support.



*Figure I.30: moteur déposer*

### I.3 Hygiène, sécurité et environnement (HSE)

Hygiène, sécurité et environnement est un domaine d'expertise ayant pour vocation le contrôle et la prévention des risques professionnels ainsi que la prise en compte des impacts sur l'environnement de l'activité humaine. L'HSE se divise donc en deux grands domaines : l'hygiène et la sécurité au travail (autrement appelées Santé, Sécurité au travail ou SST) et l'environnement.

### I.4 Normes HSE des systèmes de manutention

L'hygiène, la sécurité et l'environnement au travail tiennent aujourd'hui une place de plus en plus prépondérante dans la stratégie et le management de l'entreprise, car au-delà du drame humain et social qu'occasionnent un accident du travail ou une maladie professionnelle.

Afin de préserver les vies au sein d'une entreprise, un atelier où autre endroit quelconque, des dispositions pénales se sont renforcées ces dernières années, pouvant aller jusqu'à engager la responsabilité civile, voire pénale du chef d'entreprise. L'objectif consiste à lui faire prendre conscience de son rôle moteur dans la politique de prévention et de maîtrise des risques au sein de l'activité qu'il dirige. Une politique de prévention des risques doit être entamée où il s'agit d'identifier les dangers, évaluer, maîtriser et gérer les risques afin d'éviter les accidents. Dans le travail, les salariés sont exposés aux différents risques sans connaître véritablement leur incidence (impact) à long terme sur la santé humaine. La prise de conscience des situations dangereuses auxquelles peuvent être exposés les salariés est une nécessité pour maîtriser les risques associés et concrétiser leurs sécurités et celle des biens et de l'environnement. [7]

#### I.4.1 Normes

Le texte de référence en matière d'hygiène et de santé/sécurité est celui de la norme BS OHSAS 18001. À noter que cette norme britannique est désormais concurrencée, et sera remplacée à terme, par la norme internationale ISO 45001 basée sur un référentiel équivalent. [7]

Pour les critères environnementaux, c'est la norme ISO 14001 qui fournit son référentiel aux mesures managériales de l'entreprise concernée.

En premier lieu, le management HSE d'une entreprise repose sur un audit exhaustif de la situation et des pratiques en cours. Ainsi évaluer les éventuelles lacunes, définir et programmer un ensemble d'actions sur le court, le moyen et le long terme. Comme pour beaucoup de protocoles liés aux problématiques RSE au sens large, la méthode privilégiée est celle de la roue de Deming en quatre phases, chaque cycle venant enrichir le précédent :

- Planifier : à partir de la situation de l'entreprise au regard des problématiques concernées, identifier les objectifs à atteindre et programmer un calendrier de réalisation.
- Réaliser : mettre en œuvre le processus de management HSE conformément au plan établi.
- Évaluer : analyser les résultats obtenus ou non grâce à un tableau d'indicateurs pertinents.
- Ancrer/améliorer : valider et consolider les acquis, ajuster et corriger les stratégies pour l'obtention complète des résultats en cours d'acquisition, établir des objectifs supplémentaires en fonction de la nouvelle situation. [7]

Depuis 2007, l'organisation internationale de normalisation (ISO) a élaboré une norme : L'ISO 11228, présentée sous le titre général Ergonomie – Manutention manuelle. Cette norme est composée de trois parties soit :

- Partie 1 : Manutention verticale et manutention horizontale.
- Partie 2 : Opérations consistant à pousser ou tirer.
- Partie 3 : Manutention de charges faibles à haute fréquence.

Les trois parties de l'ISO 11228 établissent des recommandations ergonomiques concernant différentes tâches de manutention manuelle. Chaque partie comprend également différentes approches afin de faire l'évaluation des risques pour la santé du travailleur.

### **a. Manutention verticale et manutention horizontale**

La norme prévoit que pour la manutention manuelle non répétitive, on doit déterminer la masse de l'objet. Ainsi, il convient d'éviter les masses élevées ainsi que les postures non favorables, telles qu'une flexion ou une rotation du tronc ou une grande extension. Pour les tâches répétitives, il est nécessaire de déterminer conjointement la masse de l'objet et la fréquence de manutention verticale. D'ailleurs, la norme prévoit, à l'aide de nombreux calculs, que la fréquence maximale absolue est de 15 opérations de manutention verticale/min. Dans ce cas, la durée totale des opérations de manutention verticale ne doit pas dépasser 1 h/jour et la masse de l'objet doit être au maximum de 7 kg. Par contre, il existe plusieurs autres facteurs, pouvant modifier ces chiffres dans un milieu de travail, qui doivent être évalués et respectés. [7]

La masse cumulée est le produit de la masse par la fréquence de manutention horizontale. Ainsi, il convient de ne jamais dépasser une masse de référence de 25 kg et une fréquence de manutention horizontale de 15 fois/min. Dans les conditions idéales, la limite recommandée pour la masse cumulée

de charges portées manuellement est de 10 000 kg par 8 h et dans le cas d'une longue distance de manutention horizontale (20 m), cette limite doit être réduite à 6 000 kg par 8 h. [7]

La masse de référence de 25 kg doit être réduite à un maximum de 15 kg pour les travailleurs avec une capacité physique moindre afin de réduire les risques de blessures. Évidemment, le fait de travailler avec une masse de référence réduite aura comme conséquence de protéger une plus grande quantité de travailleurs, autant ceux considérés comme actifs que ceux ayant une capacité physique moindre. [7]

### **b. Opérations consistant à pousser ou tirer**

La deuxième partie de la norme fournit deux méthodes permettant d'identifier les dangers et les risques potentiels liés aux actions de pousser et de tirer avec tout le corps. De ce fait, pour débiter, il faut procéder à l'évaluation des risques qui comprend les étapes suivantes :

- Identification des phénomènes dangereux : en effet, il faut identifier de nombreux phénomènes pouvant être dangereux tels que les forces, la posture, la fréquence, la durée, les distances, les caractéristiques de l'objet, les conditions ambiantes, les caractéristiques individuelles et l'organisation du travail.

- Estimation et évaluation des risques : la procédure d'évaluation des risques identifie deux méthodes permettant d'estimer et d'évaluer les risques liés aux tâches de poussée et de traction. La méthode 1 fournit une simple liste de contrôles et des tableaux psychophysiques permettant d'évaluer rapidement la tâche. La méthode 2 adopte une approche à trois zones pour déterminer le niveau de risque (vert, jaune, rouge) permettant de déterminer les limites des forces de poussée et de traction avec tout le corps selon les caractéristiques spécifiques de la population et de la tâche. Il est donc impossible de donner des chiffres exacts quant aux recommandations puisqu'il y a trop de facteurs pouvant influencer ces chiffres. Il faut une bonne évaluation des risques afin d'arriver à des chiffres concrets pouvant être appliqués à notre milieu de travail. [7]

### **c. Manutention de charges faibles à haute fréquence**

Cette troisième partie de la norme porte sur le travail répétitif. Comme pour les deux autres parties, il convient dans toute la mesure du possible d'éviter les tâches de manutention manuelle dangereuse. Par contre, lorsque cela ne peut être évité, il convient d'adopter une approche d'évaluation et de réduction des risques. Comme dans la partie précédente, l'approche est basée sur quatre phases, soit l'identification des phénomènes dangereux, Connaissances – La manutention manuelle de charges – l'estimation des

risques, l'évaluation des risques et la réduction des risques. Les deux mêmes méthodes sont également reprises pour cette partie, soit les méthodes 1 et 2.

La norme indique également que pour les besoins d'une évaluation détaillée des risques, il est préférable d'utiliser la méthode OCRA. L'indice OCRA est le rapport entre le nombre d'actions techniques réelles effectuées au cours du poste de travail et le nombre d'actions techniques de référence pour chaque membre supérieur, déterminé de manière spécifique dans le scénario examiné.

Finalement, les facteurs de risques liés à un travail répétitif incluent la fréquence des actions, la durée d'exposition, les postures et le mouvement des segments du corps, les forces associées au travail, l'organisation du travail, la gestion des tâches, les sollicitations en termes de résultat et le niveau de formation/compétence. Les facteurs additionnels peuvent inclure les facteurs liés à l'environnement comme le climat, le bruit, les vibrations et l'éclairage. Comme vous pouvez le constater, les facteurs de risques sont nombreux et c'est pourquoi il est impossible de donner des chiffres exacts. Une évaluation des risques doit obligatoirement être faite pour arriver à des chiffres concrets pouvant être appliqués à notre milieu de travail.

### **I.4.2 Avantages de la norme**

- Créer les meilleures conditions de travail possibles dans votre organisation.
- Identifier les dangers et mettre des contrôles en place pour les gérer.
- Réduire les accidents sur le lieu de travail et les maladies professionnelles pour diminuer les frais apparentés et les temps d'arrêt.
- Impliquer et motiver le personnel avec de meilleures conditions de travail, plus sûres.
- Prouver la conformité aux clients et aux fournisseurs

### **I.4.3 Risques liés à la manutention**

Le risque peut être défini comme l'éventualité d'un événement futur, susceptible de causer généralement un dommage, une altération ; c'est donc la probabilité de l'existence d'une situation dangereuse pouvant conduire à un événement grave, par exemple un accident ou une maladie. Le risque s'agit d'introduire la notion de probabilité, il est maintenant assez largement considéré comme : « un événement dommageable futur et de réalisation incertaine » ; autrement dit conséquence néfaste est envisagée pour quelqu'un ou quelque chose avec une probabilité plus ou moins grande de réalisation, et une gravité variable des conséquences, nous pouvons citer :



### a. Manutention manuelle

La manutention manuelle est un métier à risque. En effet, lors de son travail, le manutentionnaire est souvent amené à soulever des charges très lourdes. Cette pratique a souvent des répercussions sur la santé du travailleur.

La manutention manuelle est clairement l'une des activités les plus physiques. Elle est également la première cause de fatigue professionnelle et de douleurs lombaires.

D'après une étude canadienne, 75 % des manutentionnaires manuels ont indiqué souffrir de douleurs lombaires à un certain moment de leur vie. Selon cette même étude, plus de 30 % des pertes d'emploi dans le secteur de la manutention manuelle sont dus aux douleurs dans le dos. [8]

Il est vrai que les employés perçoivent une indemnité lorsqu'ils sont obligés de laisser leur emploi à cause de ces blessures. Néanmoins, aucune somme ne pourra combler la détresse physique ressentie.

Les blessures dans le dos sont à la base d'une incapacité permanente chez de nombreux travailleurs. Certains manutentionnaires manuels voient leur vie totalement bouleversée.

En tant que manutentionnaire manuel, il est donc nécessaire d'avoir une attitude préventive face à ces différentes blessures. Cela passe donc par une hygiène et une sécurité au travail. En ne respectant pas ces conditions, le travailleur risque d'avoir des effets négatifs sur sa santé sur le court et le long terme. [9] [10]

### b. Manutention mécanique

La manutention mécanique est une des premières causes d'accidents de travail avec environ  $\frac{1}{3}$  de ces derniers déclarés par les entreprises. [10]

Contrairement à la manutention manuelle, elle concerne l'utilisation d'engins de levage. Il peut ainsi s'agir de grues, de nacelles, de chariots élévateurs, ou d'engins de chantiers en général. Si elle a pour avantage de rendre la manutention manuelle moins pénible et d'améliorer les performances techniques d'une tâche lourde, la manipulation de ces engins n'est toutefois pas sans risques.

On considère qu'il y a risque mécanique du moment qu'un élément en mouvement (une machine) est susceptible d'entrer en contact avec une partie du corps humain et provoquer une blessure.

En outre, on identifie le risque mécanique grâce à la conjonction de trois éléments essentiels : un opérateur, un élément, et un mouvement. Aussi, sur le court et long-terme, les opérateurs sont exposés aux risques suivants :

- Contraintes vertébrales.
- Vibrations du corps entier, exposition aux chocs et micro-chocs.
- Blessures aux membres : écrasement, cisaillement, happement, coupure ou sectionnement, abrasions, piqûres...
- Traumatismes par contusions, écrasements, chutes, projection de fluides

Le risque mécanique peut donc être lié à des facteurs divers tels que :

- La forme des engins.
- Leur disposition.
- L'état de marche (immobile/mobile).
- Leur masse.
- Leur vitesse.
- Le taux d'émission de liquides ou de gaz, etc. [9] [10]

### **I.4.4 Principales règles à suivre pour éviter les risques au travail**

Les risques au travail sont toujours présents tant que nous n'essayons pas de les éviter, voici quelque règle à suivre :

#### **a. Manutention manuelle**






De manière générale, le manœuvre ou l'opérateur doit respecter la limite du poids de la charge désigner par la norme. Au-dessous de la norme il existe certaines règles qui permettent d'améliorer la sécurité lors de la manutention :

- Alignement postural.
- Équilibre corporel.
- Bouger la charge avant de la soulever.
- Approcher la charge vers soi.
- Prendre la charge à deux mains.
- Soulever la charge sans coups.
- Planifier le trajet.

- Utiliser le corps comme contrepoids.
- Déposer la charge près de soi.
- Posture assise et effort de manutention.
- Torsion et flexion avant.
- Manipuler la charge dans la zone de préhension. [11]

Tableau I.1: Principales règles à suivre pour éviter les risques au travail. [11]

À éviter		Recommandée	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des flèches</li> <li>• Charge éloignée du corps</li> <li>• Prise instable</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos droit</li> <li>• Charge près du corps</li> <li>• Prise stable</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La charge est manipulée au-dessus de la hauteur des épaules</li> <li>• Le dos est en hyperextension</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La charge est manipulée à la hauteur de la ceinture</li> <li>• Le dos n'est pas en hyperextension</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le centre de gravité de la charge est loin du corps</li> <li>• La charge est instable</li> <li>• Les poignets sont en flexion</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le centre de gravité de la charge est près du corps</li> <li>• La charge est stable</li> <li>• Les poignets ne sont pas en flexion</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les pieds et les épaules ne sont pas alignés face à la charge</li> <li>• Le dos n'est pas droit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les pieds et les épaules sont alignés face à la charge</li> <li>• Le dos est droit</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genoux droits</li> <li>• Dos fléchis</li> <li>• Charge éloignée du corps</li> <li>• Prise instable</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genoux fléchis</li> <li>• Dos droit</li> <li>• Charge près du corps</li> <li>• Prise stable</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charge soulevée seulement d'un coté</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charge répartie de chaque coté</li> </ul>

## b. Manutention mécanique

Même avec la présence d'appareils de levage, les risques sont toujours présents, voici quelques règles à suivre :

- Avoir l'appareil de levage dans un bon état.
- Inspecter l'appareil de levage et ses accessoires.
- S'assurer que la zone réservée au levage, au déplacement et au dépôt des charges ne présente aucun danger.

- S'assurer que le poids des charges qui seront levées et déterminer l'équipement de levage le plus approprié pour lever et pour déplacer les charges.
- S'éloigner de la charge et s'assurer qu'aucune personne ne se tient à proximité de la charge avant d'actionner.
- Se placer hors la trajectoire de chute de la charge.
- Lever la charge lentement afin de s'assurer qu'elle est équilibrée.
- Se placer de façon à suivre l'appareil de levage, et non le précéder.
- Anticiper les mouvements de la charge et réduire la vitesse afin de la stabiliser.
- Eviter les départs et les arrêts brusques, car ils accroissent les risques de balancement des charges. [11]



# Chapitre II

Conception et Dimensionnement

## Chapitre II . Conception et dimensionnement

### II.1 Conception

#### II.1.1 Introduction

Dans ce chapitre on va aborder notre démarche par l'analyse globale de l'ancien système (grue d'atelier avec vérin), puis nous allons enchaîner l'étude de notre mécanisme (remplaçant le vérin hydraulique avec un système mécanique : engrenage roue et vis sans fin) suivie de l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel.

#### II.1.2 Grue d'atelier (chèvre)

##### a. Définition

La grue d'atelier est d'une conception relativement simple semblable à un cric hydraulique, qui a une structure solide et peuvent supporter des charges importantes, appelées notamment chèvre d'atelier qui se compose d'un châssis, un bras vertical, un bras horizontal, un vérin hydraulique et d'accessoires d'accrochage. [12]

Ce type de grue se focalise sur le vérin hydraulique comme c'est l'élément motrice de tout le système.

##### b. Vérin hydraulique

Un actionneur qui crée un mouvement linéaire mécanique pour transmettre une force et réaliser un déplacement par pression d'huile qui provoque le déplacement du piston par rapport au cylindre. [12]

On les retrouve le plus souvent sur le matériel agricole, les engins de travaux publics, l'industrie, le maritime, systèmes de levage...etc.

On distingue généralement 03 types de vérins, vérin à simple effet, à double effet et vérin télescopique, d'où chacun possède des dimensions différentes et par conséquent la vitesse et la force varient.

##### c. Caractéristiques

###### Avantages

- Moins cher.

- Pliable, donc elle n'occupe pas de grand espace.
- Supporte des charges importantes.
- Facile à transporter.
- Multi-usage.

### **Inconvénients**

- La maintenance du système hydraulique.
- Le temps de levage.
- L'effort pendant l'utilisation du mécanisme (vérin).
- L'usure des joints qui provoque la consommation d'huile.
- Flexion de la tige du vérin, ce qui oblige de le remplacer.

Un mauvais contrôle de la vis de dépression va causer la chute rapide de la flèche, et ceci peut provoquer :

- Risque de la mort ou d'une grave blessure.
- Risque d'endommager le moteur ou le véhicule.

### **II.1.3 Choix de système de transmission**

La plupart des systèmes de transmission du mouvement communiquent un mouvement de rotation d'une pièce à l'autre. Les mécanismes peuvent être réversibles ou non et ils peuvent modifier le sens de la rotation ou non.

Le système le plus adéquat et qui répond au besoin est celui de l'engrenage roue dentée vis sans fin. Ce choix est fait après une analyse de tous les systèmes disponibles.

Parmi les systèmes de transmission du mouvement les plus répandus sont les suivants :

#### **a. Roues de friction**

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues en contact dont le mouvement de rotation est transmis par frottement. Ce système est similaire à celui des engrenages sauf que les roues n'ont pas de dents. La surface des dents est plutôt rugueuse et le frottement entre les pièces doit être suffisamment important pour limiter le glissement et ainsi assurer une transmission efficace. [13]





*Figure II.1: roues de friction*

Voici quelques caractéristiques de ce système :

- Le sens de rotation est inversé d'une roue à une autre.
- Le mouvement est irréversible.
- L'axe de rotation des roues peut changer de l'horizontal vers le vertical. [13]

### **Avantages**

- Relativement silencieux.
- Les roues de friction sont économiques. [13]

### **Inconvénients**

- Les roues ont tendance à glisser les unes sur les autres, ce qui ne permet pas toujours une transmission constante du mouvement.
- La présence de saleté ou d'usure dégrade le frottement entre les roues et perturbe le système. [13]

### **b. Poulies et courroies**

Un système de poulies et courroie, comporte une poulie qui, en rotation, entraîne la courroie qui transmet ce mouvement à une seconde poulie. Ce système repose sur le principe d'adhérence et de frottement entre les éléments pour transmettre le mouvement, il permet aussi de transmettre le mouvement de rotation à distance. [13]



*Figure II.2: poulies et courroie*

Voici quelques caractéristiques de ce système :

- L'adhérence de la courroie sur les poulies réalise l'entraînement du système.
- Le mouvement des poulies est réversible.
- Lorsque deux poulies sont reliées par une courroie directe, le sens de rotation est le même. Par contre, si les deux poulies sont reliées par une courroie croisée, elles ont de sens de rotation inversés.
- On peut modifier la vitesse de rotation. [13]

### **Avantages**

- Relativement silencieux.
- Pas de lubrification.
- Transmission rapide. [13]

### **Inconvénients**

- La courroie peut glisser sur les poulies ce qui diminue l'efficacité de la transmission du mouvement.
- Le contact entre les poulies et la courroie doit être exempt de corps gras et d'impuretés.
- La résistance de la courroie est limitée.
- Ce système nécessite une surveillance périodique. [13]

### c. Roues dentées et chaînes

Le système chaîne et roues dentées permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées ou plus par l'intermédiaire d'une chaîne. L'entraînement de ce système se fait grâce aux maillons de la chaîne qui s'emboîtent dans les dents de la roue. Les roues dentées du système sont les organes moteur et récepteur alors que la chaîne est l'organe intermédiaire. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance. [13]

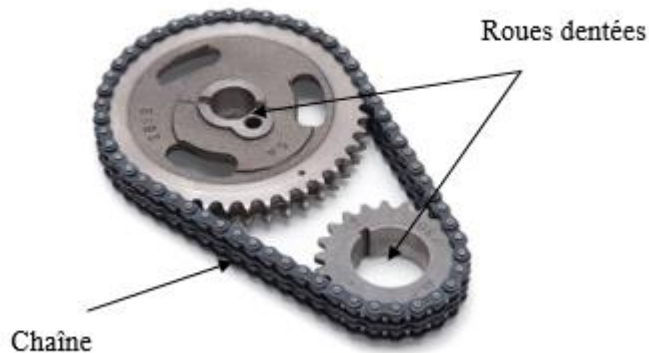


Figure II.3: roue dentée et chaîne [14]

Voici quelques caractéristiques de ce système :

- Les sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie sont identiques.
- Mouvement réversible.
- Vitesse de rotation peut être modifiée. [13]

#### Avantages

- Pas de glissement.
- Ce type de système permet d'appliquer de grandes forces sur la roue motrice. [13]

#### Inconvénients

- Bruit et vibration.
- Lubrification indispensable.
- Les axes des roues doivent être rigoureusement parallèles. [13]

### d. Engrenages roues dentée

Un système d'engrenage de deux ou plusieurs roues dentées qui permettent la transmission d'un mouvement de rotation en s'appuyant l'une sur l'autre. Ce système est généralement utilisé lorsqu'on désire transmettre un mouvement de rotation entre des pièces rapprochées. Les dents des roues dentées impliquées viennent successivement en contact les unes avec les autres ; on dit alors qu'elles s'engrènent.

Les deux roues sont conjuguées : la plus petite est le pignon, la plus grande la roue.

Suivant la position relative des axes des roues, on distingue :

- Les engrenages à axe parallèles
- Les engrenages à axe concourants
- Les engrenages gauches (les axes ne sont pas dans un même plan)

Une combinaison d'engrenages est appelée train d'engrenage. [13]

#### Engrenages à axe parallèles

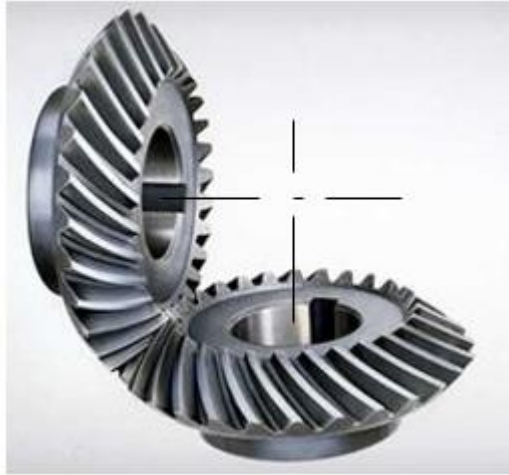
Engrenage qui est constitué de roues cylindriques qui comportent des dents dont le profil est parallèle à leur axe de rotation. [13]



Figure II.4: engrenages à axe parallèles [14]

### Engrenages à axe concourants

Les roues assurant la transmission sont coniques. Afin d'assurer une transmission sans glissement les sommets des roues d'un engrenage concourants doivent être confondue avec le point de rencontre S des axes de chaque roue. [13]



*Figure II.5: engrenages à axe concourants [14]*

### Engrenages gauches hélicoïdaux

Les deux axes ne se rencontrent pas et forment un angle. Ces transmissions engendrent des frottements importants.

Ils sont composés de deux roues à denture hélicoïdale où le sens primitif des deux est le même. [13]



*Figure II.6: Engrenage gauche hélicoïdaux [14]*

### Caractéristiques

- Le sens de rotation est modifié.
- La vitesse de rotation peut se modifier.
- Système réversible. [13]

### Avantages

- L'engrenage maintient la transmission du mouvement constante puisqu'il ne peut pas y avoir de glissement grâce à la denture des roues.
- Ce système peut être de très petite taille ce qui permet de transmettre des mouvements dans de petits espaces.
- Il s'agit d'un système performant, car les vitesses de rotation peuvent être très élevées. [13]

### Inconvénients

- Bruit et vibration.
- Lubrification constante indispensable.
- Les coûts de fabrication sont élevés.
- Sa fabrication nécessite un ajustement très précis entre les axes à cause des dents.
- Ce mécanisme ne supporte aucune impureté. [13]

### e. Roue et vis sans fin

Le système de roue et de vis sans fin est composé d'une roue dentée et d'une vis comportant un filetage hélicoïdal. Le filet de la vis sans fin s'emboîte dans les dents d'une roue dentée. On dit que la vis est sans fin puisqu'elle peut entraîner indéfiniment la roue dentée. [13]



Figure II.7: engrenage roue et vis sans fin [14]

### Caractéristiques

- Un tour complet de la vis sans fin fait tourner la roue dentée d'une seule dent.
- Il s'agit d'un mouvement irréversible, car le mouvement peut être amorcé seulement par la vis. Si on tente d'amorcer le mouvement par la roue dentée, la vis refuse de tourner et se bloque
- L'utilisation de ce système modifie l'axe de rotation. En effet, la roue dentée effectuera une rotation perpendiculaire à celle de la vis sans fin.
- Ce système permet de réduire la vitesse ou encore d'augmenter la force dans l'objet. [13]

### Avantages

- Ce système ne se desserre pas lorsqu'on relâche la vis sans fin ; il permet de bloquer un serrage, (notion d'auto blocage).
- Ce système offre un ajustement très précis.
- Des grands rapports de réduction.
- Aucun glissement n'est possible dans ce système.
- Un excellent rendement.
- Encombrement plutôt faible.
- Moins de vibration. [13]

### Inconvénients

- Difficulté à fabrication.
- Un ajustement précis des dents de la roue avec le pas de la vis.
- Perte de puissance plus importante.
- Il a tendance de s'user rapidement. [13]

### Notion d'auto blocage

Définit l'impossibilité que la roue entraîne la vis sans fin, l'irréversibilité dépend principalement de l'angle de l'hélice, mais aussi des facteurs suivants : les matériaux utilisés, la précision d'usinage, types des systèmes de guidage en rotation, la lubrification. [13]

### f. Condition du choix du système

Voici quelques caractéristiques globales dont le système doit répondre :

- Supporter les mêmes charges que le vérin ou plus.
- Coût de fabrication et de maintenance non important.
- Facilité de fabrication et de montage.
- Facilité de l'usage.
- Non encombrant.
- Irréversible.
- Risque minimale.

### g. Réponse à la condition

D'après les caractéristiques de chaque système de transmission, les systèmes roues dentées et vis sans fin sont les plus adéquats.

### h. Graissage et lubrifications :

Selon les conditions d'exploitation on peut influencer sur la résistance à l'usure par une lubrification appropriée. Notez en outre qu'une lubrification insuffisante peut entraîner le grippage des flancs de dents.

Pour notre cas l'usure est parmi les inconvénients du système roue dentée et vis sans fin.

Tableau II.1: graissage et lubrification

Vitesse périphérique	type de graissage	lubrifiant
jusqu'à 1 m/s	lubrification par application	lubrifiant adhérent
jusqu'à 4 m/s	lubrification par barbotage/ aspersion	graisse/lubrifiant adhérent
jusqu'à 15 m/s	lubrification par barbotage	huile
plus de 15 m/s	lubrification forcée ou projection	huile

## II.2 Etude cinématique

### II.2.1 Schéma cinématique

Le schéma cinématique permet de donner une représentation simplifiée d'un mécanisme, à l'aide des symboles afin de faciliter :



- L'analyse de son fonctionnement et de son architecture.
- L'étude des différents mouvements.

Les principales étapes de la réalisation d'un schéma cinématique sont :

- Détermination des classes d'équivalence.
- Détermination des liaisons.
- Réalisation du graph des liaisons.
- Tracé du schéma cinématique.

### a. Détermination des classes d'équivalence

Une classe d'équivalence est un groupe des pièces fixes les unes par rapport aux autres. Donc, on définit les classes d'équivalences suivantes :

- Classe 1 : Le bâti (la colonne et la base).
- Classe 2 : La flèche et la demi roue dentée.
- Classe 3 : la vis sans fin.
- Classe 4 : La charge.
- Classe 5 : l'arbre denté et le volant.

### b. Détermination des liaisons

Cette étape nous permet d'identifier les liaisons géométriques entre les classes d'équivalences :

Tableau II.2: *liaisons*

Entre	Et	Point	Nombres de ddl	Nom de la liaison
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>A</b>	1	Pivot d'axe Z
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>B</b>	1	Pivot d'axe X
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>C</b>	1	Pivot d'axe Z
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>B</b>	2	Hélicoïdale d'axe X

**c. Réalisation du graph des liaisons**

Nommé aussi graph de structure, est un outil indispensable pour la résolution des mécanismes, il permet d'élaborer des stratégies de résolution des mécanismes.

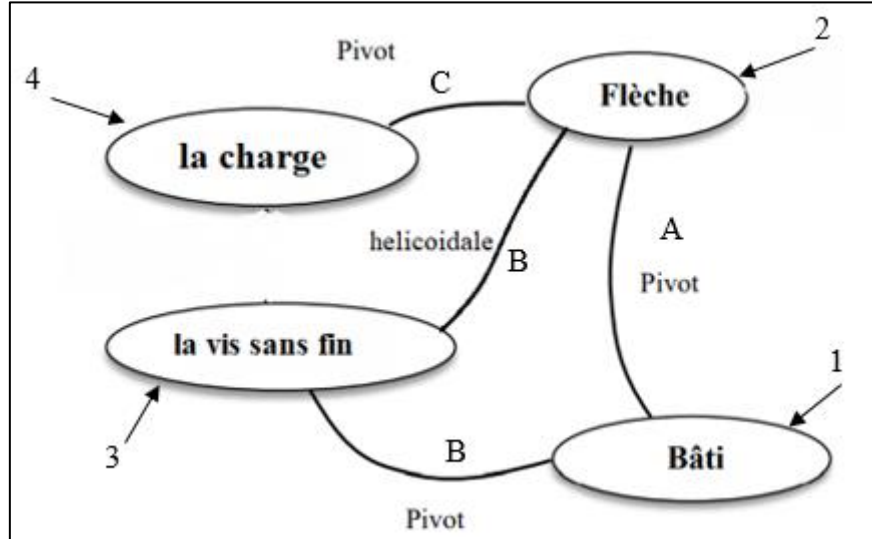


Figure II.8: Graph des liaisons de la grue d'atelier

**d. Tracé du schéma cinématique**

Finalement nous obtenons le schéma cinématique suivant :

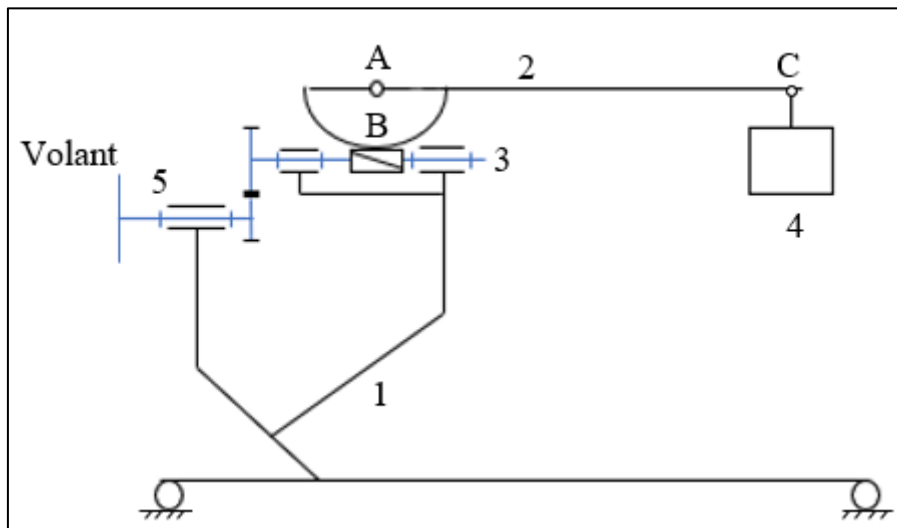


Figure II.9: schéma cinématique

## II.2.2 Etude de système

### a. Faisabilité

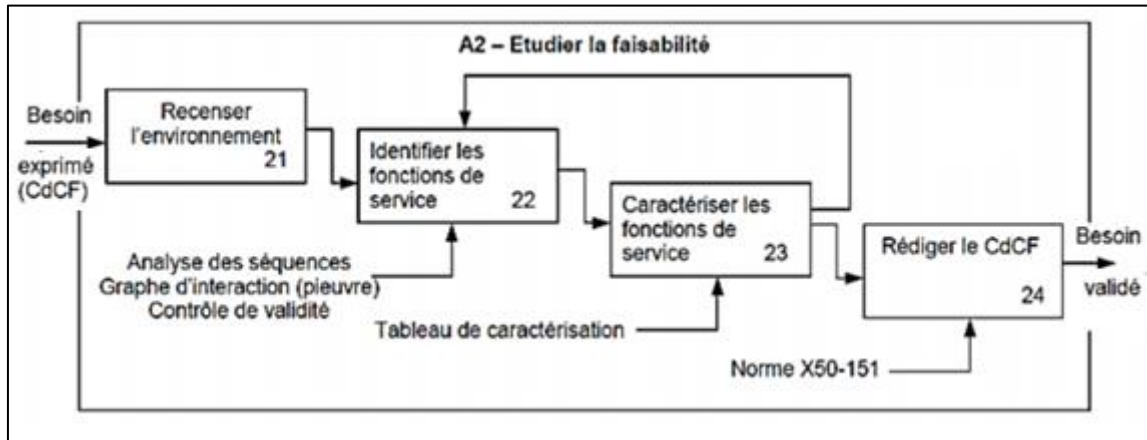


Figure II.10: Diagramme de la faisabilité

### b. Diagramme de Pieuvre

C'est une démarche qui consiste à faire figurer sur un graphique circulaire appelé aussi diagramme de pieuvre les éléments de l'environnement du produit, cet outil nous permet de déterminer les différentes fonctions des services (fonctions principales FP, fonctions contraintes FC).

- Fonctions principales (FP) : c'est pourquoi le produit existe., une fonction principale relie toujours deux composantes en passant par le produit.
- Fonctions contraintes (FC) : ce qui permet d'adapter le produit à son environnement immédiat, une fonction complémentaire ne relie le produit qu'à une composante à la fois.

### Démarche

En prenant notre cas de la manutention :

- On isole notre système.
- On cherche et on place les éléments du milieu extérieur en relation avec notre système.
- On cherche et on place les fonctions de service principales, complémentaires ou contraintes.

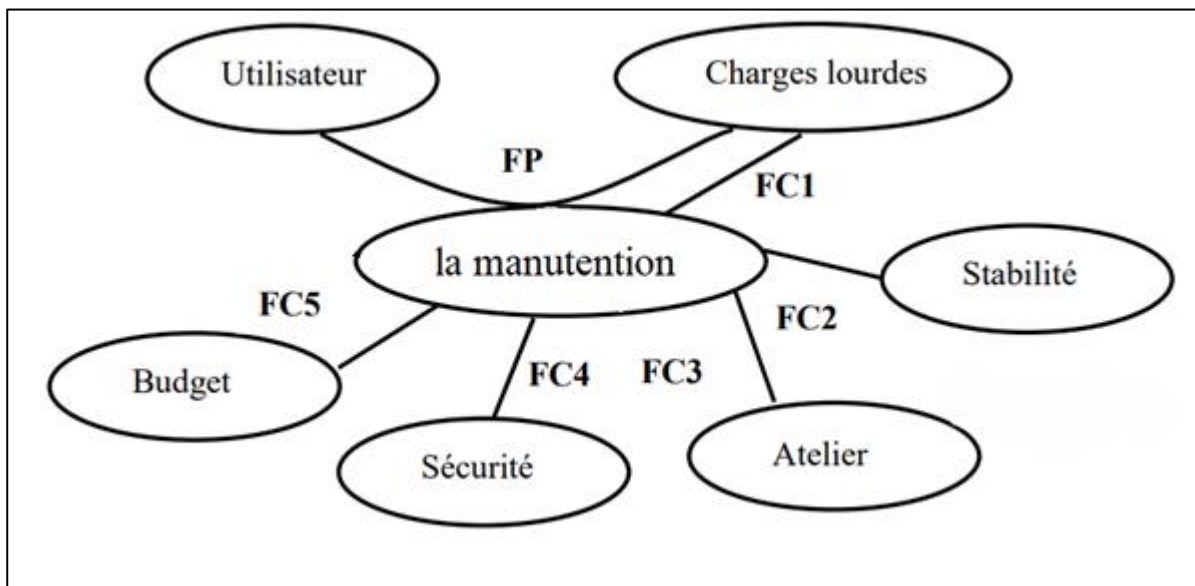


Figure II.11: Diagramme de pieuvre

### Formulation des fonctions

**FP** : Lever et déplacer les charges lourdes (max 600kg).

**FC1** : Doit retenir le maximum des charges.

**FC2** : stabilité.

**FC3** : Doit être placé dans un atelier mécanique.

**FC4** : Avoir toutes les mesures de sécurité.

**FC5** : Avoir un budget raisonnable.

### II.2.3 Cahier des charges fonctionnel (CdCF)

La norme NF X 50-151 définit le cahier des charges fonctionnel (CdCF) comme étant : le document par lequel un demandeur exprime un besoin en termes de fonctions de service et de contraintes. Pour chacune d'elles est défini le critère d'appréciation avec son niveau, chacun de ces critères étant assorti d'une flexibilité. Le CdCF permet donc par une approche systémique d'appréhender la complexité du projet, pour ensuite apporter la rigueur de construction de la solution par une approche analytique :

- Critère : caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.
- Niveau : grandeur repérée dans une échelle adoptée pour le critère considéré [15]

Tableau II.3: cdcf du système

Repères	Fonctions	Critères	Niveaux
<b>FP</b>	Lever et déplacer les charges lourdes	Hauteur Position	2500 mm Mobile
<b>FC1</b>	Doit retenir le maximum de charge	Charges	Capable du levage d'une charge à 600kg
<b>FC2</b>	Doit être placé dans un atelier mécanique	Dimensions	Avoir un volume approprié pour éviter l'encombrement
<b>FC3</b>	Doit fournir un minimum d'effort par l'utilisateur	La capacité	Possibilité d'utilisation par une seule personne
<b>FC4</b>	Avoir toutes les mesures de sécurité	Sécurité	Respecter les conditions d'utilisation
<b>FC5</b>	Avoir un budget raisonnable	Le coût	Comparable à la concurrence
<b>FC6</b>	Etre stable	La stabilité	Etre stable

## II.3 Dimensionnement de la grue d'atelier

### II.3.1 Calculs

Nous allons choisir les dimensions de notre grue par rapport à deux modèles de véhicules suivant le marché algérien, le premier véhicule est AMAROK de marque Volkswagen, il possède des grands dimensions et d'emplacement haut du moteur qui atteint les 1300mm avec la hauteur du moteur qui est égale à 700mm, et le second véhicule est MARUTI 800 de marque Suzuki, qui possède des petits dimensions et d'emplacement bas du moteur qui se mesure de 900mm et la hauteur du moteur égale à 500mm.

D'après ces hauteurs nous avons donnés les premières dimensions pour notre grue.

Hauteur de la colonne : 1600.

Longueur de la flèche : 1300.

Pour précaution nous allons prendre les dimensions des deux moteurs comme suit :

- Moteur AMAROK égale à 800mm.
- Moteur MARUTI 800 égale à 600mm.

Aussi, nous allons ajouter une distance de sécurité de 100mm quand nous extrairions le moteur, et nous vérifions les hauteurs choisies précédemment par les démonstrations schématisées suivantes :

- AMAROK

Position minimale de la flèche

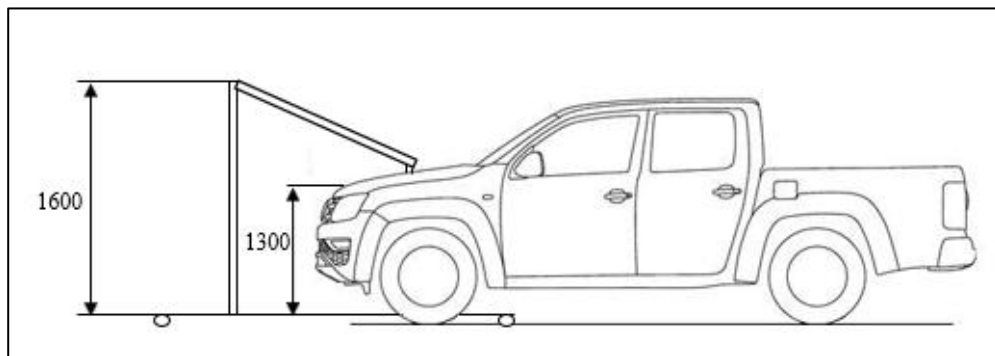


Figure II.12: position minimale, VW AMAROK

Position maximale de la flèche

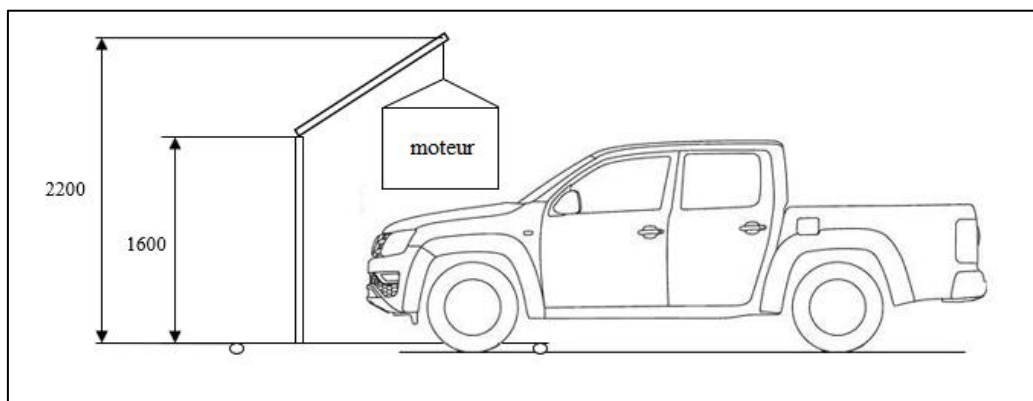


Figure II.13: position maximale, VW AMAROK

- MARUTI 800

Position minimale de la flèche

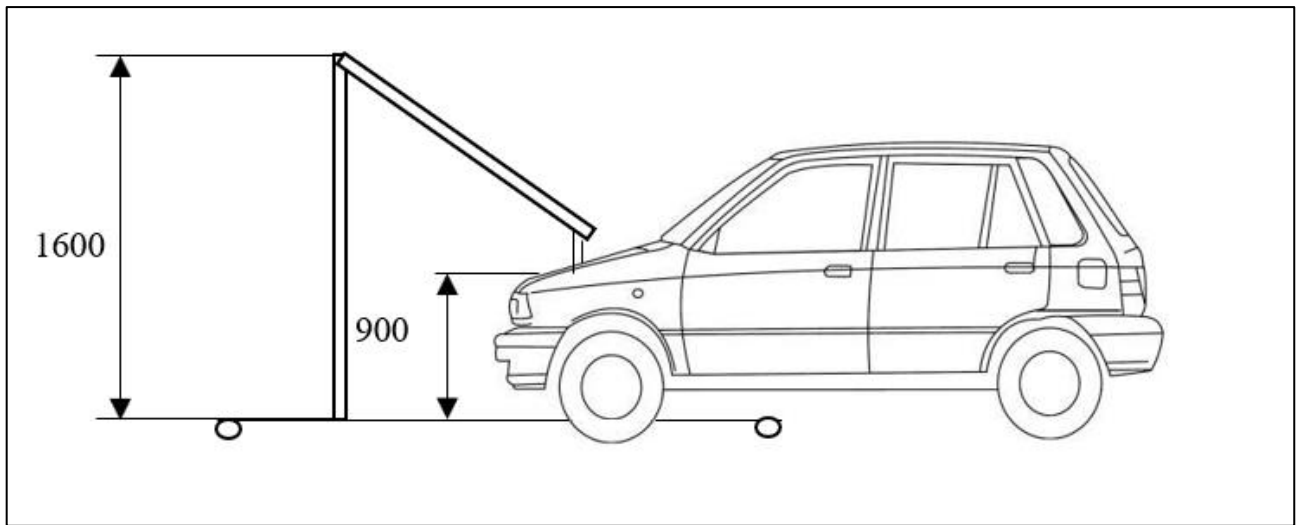


Figure II.14: position minimale, MARUTI 800

Position maximale de la flèche

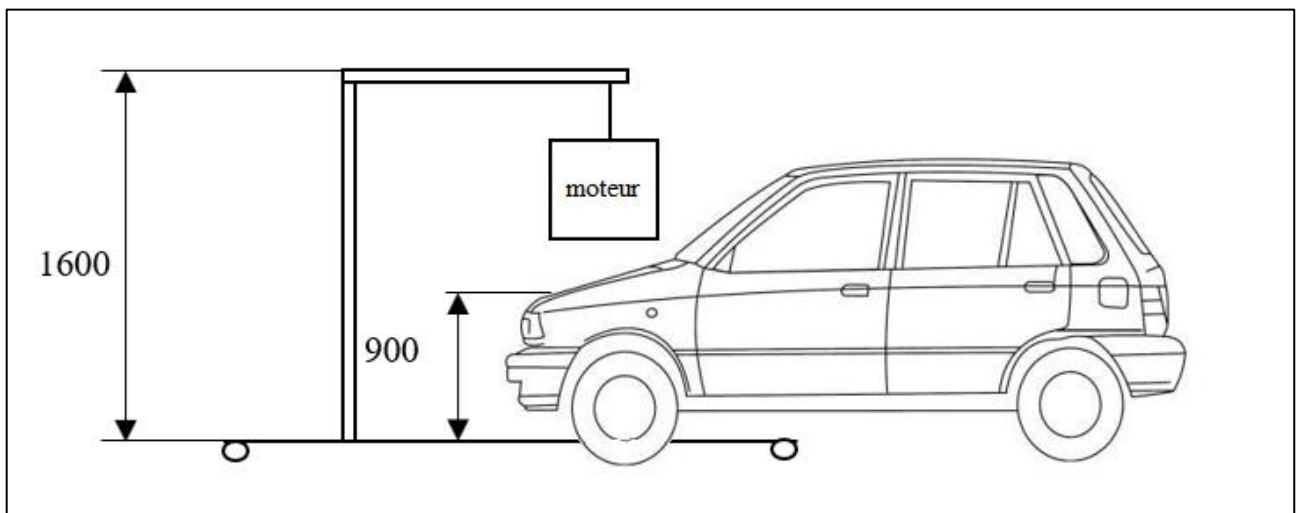


Figure II.15: position maximale MARUTI 800

- Position maximale de la chèvre est de : 2200 mm
- Position minimale de la chèvre est de : 900 mm
- Position initiale de la chèvre (position vertical) est de : 1600 mm

Par rapport aux mesures de sécurité et la possibilité que les dimensions des véhicules vont augmenter, donc nous avons prendre les hauteurs suivantes :

- Position maximale de la chèvre est de : 2500 mm
- Position minimale de la chèvre est de : 800 mm

### Calcul d'angle de balayage ( $\alpha$ )

Angle de balayage pour AMAROK :

- $A = 2500 - 1600 = 900\text{mm}$

Donc l'angle max  $\beta$  :

- $\sin \beta = 900/1300 = 0.69$

On aura :  $\beta = \arcsin(0.69)$

$$\beta = 44^\circ$$

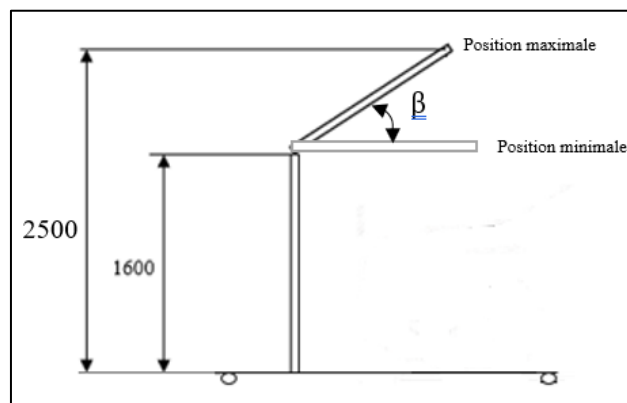


Figure II.16: Angle de balayage pour AMAROK

Angle de balayage pour MARUTI 800 :

- $B = 1600 - 800 = 800\text{mm}$

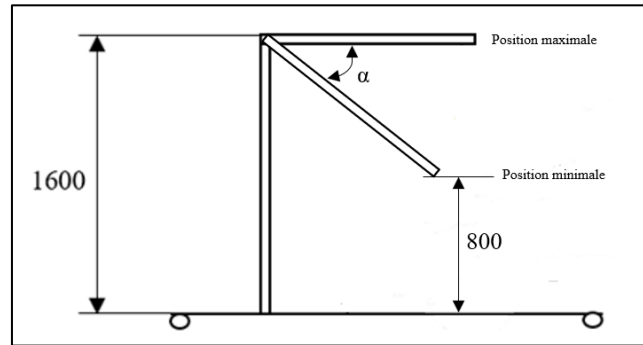
Donc l'angle min  $\gamma$  :

- $\sin \gamma = 800/1300 = 0.61$

On aura :  $\gamma = \arcsin(0.61)$

$$\alpha = 38^\circ$$





*Figure II.17: Angle de balayage pour MARUTI 800*

Donc l'angle de balayage  $\gamma = \alpha + \beta$

$$\gamma = 82^\circ$$

### b. Dimensionnement de chaque élément

#### Dimensions normalisées

Deux valeurs permettent de définir les roues dentées :

#### Le module $m$ :

Une grandeur caractéristique d'une denture, représente la dimension de la denture, l'épaisseur et la hauteur.

Choisi parmi les modules normalisés et déterminé par un calcul de résistance des matériaux. La relation permettant son calcul est :

$$m \geq 2.34 \sqrt{\frac{\|F_t\|}{K.Rpe}}$$

- $F_t$  : effort tangentiel sur la dent.
- $K$  : coefficient de largeur de denture.
- $Rpe$  : résistance pratique à l'extension.

**Le nombre de dents  $Z$**  : de chaque roue dentée permettant de définir le rapport des vitesses «  $r$  » de l'engrenage.

$$r = \frac{Z_B}{Z_A} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{\omega_A}{\omega_B}$$

- $r$  : rapport de vitesse.

- $Z$  : nombre de dents.
- $n$  : vitesse de rotation.
- $\omega$  : vitesse angulaire. [16]

Tableau II.4: valeurs normalisées du module  $m$

<b>I. Valeurs normalisées du module <math>m</math></b>									
<i>Valeurs principales en mm</i>					<i>Valeurs secondaires en mm</i>				
0,06	0,25	1,25	5	20	0,07	0,28	1,125	5,5	22
0,08	0,30	1,5	6	25	0,09	0,35	1,375	7	28
0,10	0,40	2	8	32	0,11	0,45	1,75	9	36
0,12	0,50	2,5	10	40	0,14	0,55	2,75	11	45
0,15	0,75	3	12	50	0,18	0,7	3,5	14	55
0,20	1,0	4	16	60	0,22	0,9	4,5	18	70

### Calculs des réactions

Afin de modéliser notre système il faut d'abord trouver la valeur des réactions avec un calcul RDM (résistance des matériaux).

### Calculs RDM pour la roue

Calcul de la force tangentielle :

Données :

- $R_r=300\text{mm}$ .
- Charge =  $600\text{kg}$ =  $F=6000\text{N}$ .
- $L=1300\text{mm}$ .

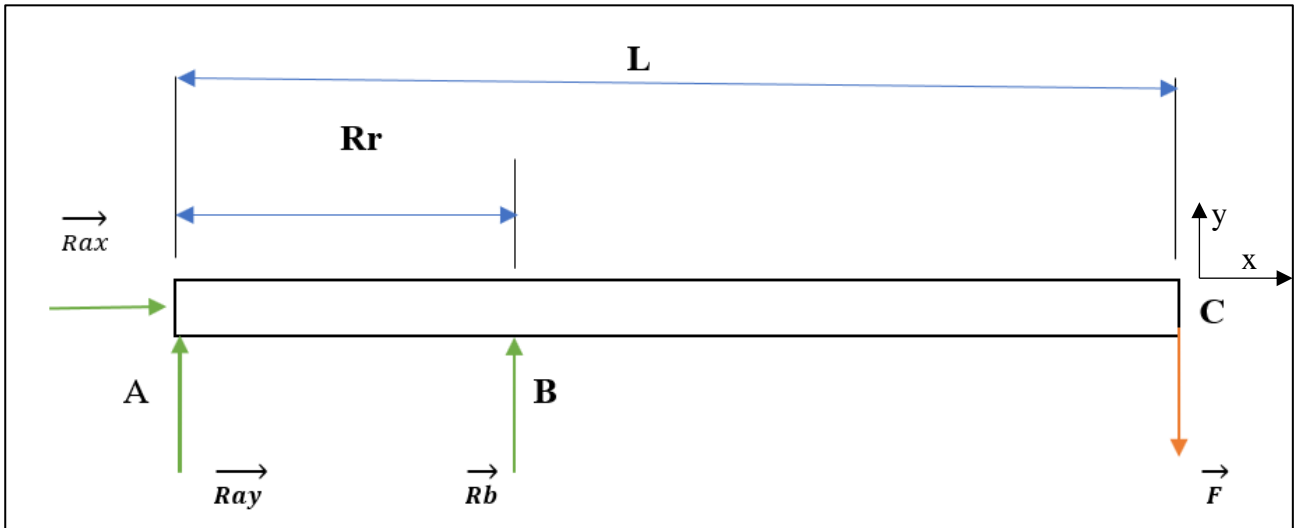


Figure II.18: étude de flexion

Calcul des réactions

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{R}_a + \vec{R}_b + \vec{F} = \vec{0}$$

$$O_x / \quad R_{ax} = 0$$

$$O_y / \quad R_{ay} + R_b - F = 0$$

$$R_{ay} + R_b = F \dots (1)$$

$$\sum \vec{M}_a = \vec{0}$$

$$M_{Ra} + M_{(b/a)} + M_{(f/a)} = 0 \quad (M_{Ra} \text{ tend vers } 0)$$

$$R_b \times (0.3) - F \times (1.3) = 0$$

$$R_b = \frac{F \times (1.3)}{0.3}$$

AN

$$R_b = 26000N$$

$$\text{De (1)} \quad R_{ay} = F - R_b$$

AN

$$R_{ay} = -20000N$$

Donc la force tangentielle appliqué sur la roue est :

$$R_b = 26000 N$$

**Caractéristiques dimensionnelles de la roue et la vis sans fin**

- Pour la demi roue

Tableau II.5: caractéristiques de la roue [16]

Caractéristiques	Définition, formule	Valeur
Diamètre primitif	Prise en compte des dimensions de la machine. ( $D=mt \times z$ )	$D= 600mm$
Nombre de dents	$Z=D/mt$	$Z=100$
Angle de l'hélice	Choisit habituellement entre $20^\circ$ et $30^\circ$	$\beta=20^\circ$
Module réel	Déterminé par l'RDM	$mn=6mm$
Module apparent	$mt=mn/\cos\beta$	$mt=6.38mm$
Pas réel	$pn=mn \times \pi$	$Pn=18.84mm$
Pas apparent	$pt=mt \times \pi$	$Pt=20.03mm$
Pas de l'hélice primitive	$pz=\pi d/\tan\beta$	$Pz=5.17mm$
Saillie	$ha=mn$	$ha=6mm$
Creux	$hf=1.25m$	$hf=7.5mm$
Hauteur de dent	$h=ha+hf=2.25mn$	$h=13.5mm$
Diamètre de tête	$da=d+2mn$	$da=612mm$
Diamètre de pied	$df=d-2.5mn$	$df=585mm$
Largeur de denture	$b \geq [(\pi \times mn)/\sin\beta]$	$b=55mm$
Entraxe	$a=(dr+dv)/2$	$a=327.5mm$

- Pour la vis sans fin

Tableau II.6: caractéristiques de la vis [16]

Caractéristiques	Définition, formule	Valeur
Diamètre primitif	$d_v = d_a - 2mn$	$d_v = 43\text{mm}$
Module réel	Déterminé sur la roue	$mn = 6\text{mm}$
Module axial	$m_x = mn / \cos \gamma_a$	$m_x = 6.38\text{mm}$
Pas réel	$p_n = mn \times \pi$	$p_n = 18.8\text{mm}$
Pas axial	$p_x = p_n / \cos \gamma_a$	$p_x = 20.04\text{mm}$
Pas de l'hélice	$p_z = p_x \times z$	$p_z = 49.14\text{mm}$
Angle de l'hélice	$\beta_a + \gamma_a = 90^\circ, \beta_b = \gamma_a = 20^\circ$	$\beta_a = 70^\circ$
Diamètre extérieure	$d_a = d_v + 2mn$	$d_a = 55\text{mm}$
Diamètre intérieure	$d_f = d_v - 2.5mn$	$d_f = 28\text{mm}$
Nombre de filets	$Z = p_z / p_x$	$Z = 2$ filets
Longueur de la vis	$L = 5 \times p_x$	$L = 100\text{mm}$
Entraxe	$a = (d_a + d_b) / 2$	$a = 327.5\text{mm}$
Sens de l'hélice	La vis a le même sens d'hélice que la roue	/

### Caractéristiques dimensionnelles du pignon et de l'arbre denté

- Arbre denté

Tableau II.7: caractéristiques du pignon [16]

Caractéristique	Formule	Valeur
Diamètre primitif	$d_p = m \times z$	$d_p = 20 \text{ mm}$
Module	Déterminé par un calcul RDM	$m = 2 \text{ mm}$
Nombre de dents	$Z = d_p / m$	$z = 10$ dents

Pas	$P= m \times \pi$	$P= 6.28 \text{ mm}$
Hauteur de dents	$h= h_a + h_f$	$h= 4.5 \text{ mm}$
Diamètre de tête	$d_a= d_p + 2m$	$d_a=24 \text{ mm}$
Diamètre de pied	$d_f= d_p - 2.5m$	$d_f=15 \text{ mm}$
Largeur de denture	$b= k \times m$ (k valeur a fixée entre 6 et 10)	$b= 20 \text{ mm}$
Entraxe	$a= (d_p+d_r)/2$	$a= 60 \text{ mm}$

- **Pignon**

Tableau II.8: caractéristiques de la petite roue [16]

Caractéristique	Formule	Valeur
Diamètre primitif	$d_p=m \times z$	$d_p =100\text{mm}$
Module	Déterminé par un calcul RDM	$m = 2 \text{ mm}$
Nombre de dents	$Z=d_p / m$	$z= 50 \text{ dents}$
Pas	$P= m \times \pi$	$P= 6.28 \text{ mm}$
Hauteur de dents	$h= h_a + h_f$	$h= 4.5 \text{ mm}$
Diamètre de tête	$d_a= d_p + 2m$	$d_a=104 \text{ mm}$
Diamètre de pied	$d_f= d_p - 2.5m$	$d_f=95 \text{ mm}$
Largeur de denture	$b= k \times m$ (k valeur a fixée, entre 6 et 10)	$b= 20 \text{ mm}$
Entraxe	$a= (d_p+d_r)/2$	$a= 60 \text{ mm}$

- **Calcul du couple de la roue**

$$C_r = F_{tr} \times R_r$$

- $C_r$  : couple de la roue.

- $F_{tr}$  : la force tangentielle sur la roue.
- $R_r$  : rayon de la roue.

AN

$$C_r = 26000 * 0.3$$

$$C_r = 7800N.m$$

- **Calcul du couple de la vis**

$$C_v = F_{tv} \times R_v$$

- $C_v$  : couple de la vis.
- $F_{tv}$  : la force tangentielle sur la vis.
- $R_v$  : rayon de la vis.

$$F_{tv} = F_{tr} \times \tan(\beta)$$

$$F_{tv} = 26000 \times \tan(20)$$

$$F_{tv} = 9463N$$

$$C_v = 9463 \times 0.0275$$

$$C_v = 260N.m$$

- **Calculs d'engrenages**

Sachant qu'un homme moyen peut générer une force de 200N, donc pour qu'il puisse tourner le volant avec souplesse faudrait un système d'engrenage pour multiplier la puissance d'entrée on base sur :

- Le couple de sortie est le couple vis
- Le couple d'entrée ( $C_e$ ) est :  $C_e = 200 \times 0.25 = 50N.m$
- Le diamètre du volant est de  $d_v = 500$  mm

Donc le rapport  $r$  :

$$r = \frac{C_s}{C_e}$$

AN

$$r = \frac{260}{50}$$

$$r = 5$$

Avec ce rapport on détermine le diamètre du pignon :  $d_p=20$ mm

Et le diamètre de la petite roue :  $d_r=100$ mm

### Choix des matériaux

Après avoir caractériser les différents composants du mécanisme de levage, il reste à les affecter le matériau adéquat pour chaque élément afin de faire les calculs RDM.

Tableau II.9: matériaux des pièces [17]

Pieces	Matériaux	Limite d'élasticité
La demi roue dentée	XC 38	355 Mpa
La vis sans fin	XC 38	355 Mpa
Pignon	A 60	335 Mpa
Arbre denté	A 60	335 Mpa

### Calculer la résistance du système

- **Coefficient de sécurité**

Un coefficient de sécurité est un paramètre permettant de dimensionner des dispositifs. Lorsque l'on conçoit un dispositif, il faut s'assurer qu'il remplisse ses fonctions en toute sécurité pour l'utilisateur.

Pour notre cas le coefficient de sécurité égale à 04, que nous avons choisissez selon l'arrêté français. [18]

- **La grande roue dentée**

Données :

- R=300mm.
- Matériau XC38, Re=355 N/mm<sup>2</sup>.
- Coefficient de sécurité s=4.

Sollicitation : cisaillement au niveau de la denture.

$$\tau = \frac{F}{S} \leq R_{pe}, \quad R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

$$R_{pe} = \frac{355}{4}$$

$$R_{pe} = 88.75$$



$$\tau = \frac{26000}{14.93 * 55}$$

$$\tau = 31.64 \leq 88.75$$

La condition est vérifiée.

- **La vis sans fin**

Données :

- R=20mm, (le plus petit diamètre).
- Matériau XC38, Re=355 N/mm<sup>2</sup>.
- Coefficient de sécurité s=4.

Sollicitation : torsion de l'arbre.

$$\delta = \frac{F}{S} \leq R_{pe}, \quad R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

$$R_{pe} = \frac{355}{4}$$

$$R_{pe} = 88.75$$

$$\delta = \frac{9463}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{9463}{\pi \frac{20^2}{4}}$$

$$\delta = 30.12 \leq 88.75$$

La condition est vérifiée.

- **Pignon**

Données :

- R=50mm
- Matériau A60, Re=335 N/mm<sup>2</sup>.
- Coefficient de sécurité s=4.

Sollicitation : cisaillement au niveau de la denture.

$$\tau = \frac{F}{S} \leq R_{pe}, \quad R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

$$R_{pe} = \frac{335}{4} = 83.75$$

$$F = \frac{C}{R_r} = \frac{26000}{50} = 5200N$$

$$S = 5.8 * 20 = 116 \text{mm}^2$$

$$\tau = \frac{5200}{116}$$

$$\tau = 44.82 \leq 83.75$$

La condition est vérifiée.

- **Arbre denté**

Données :

- R=10mm
- Matériau A60,  $R_e=335 \text{ N/mm}^2$ .
- Coefficient de sécurité  $s=4$ .

Sollicitation : cisaillement au niveau de la denture.

$$\tau = \frac{F}{S} \leq R_{pe}, \quad R_{pe} = \frac{R_e}{s} = 83.75$$

$$F = \frac{Ft}{R_p} = \frac{26000}{10} = 2600 \text{N}$$

$$S = 90 \text{mm}^2$$

$$\tau = \frac{2600}{90}$$

$$\tau = 28.89 \leq 83.75$$

La condition est vérifiée.

### II.3.2 Composition et fonctionnement

#### a. Composition

##### Base

La partie où tout le système est posé, elle se compose des tubes carrés souder monter sur des roues.

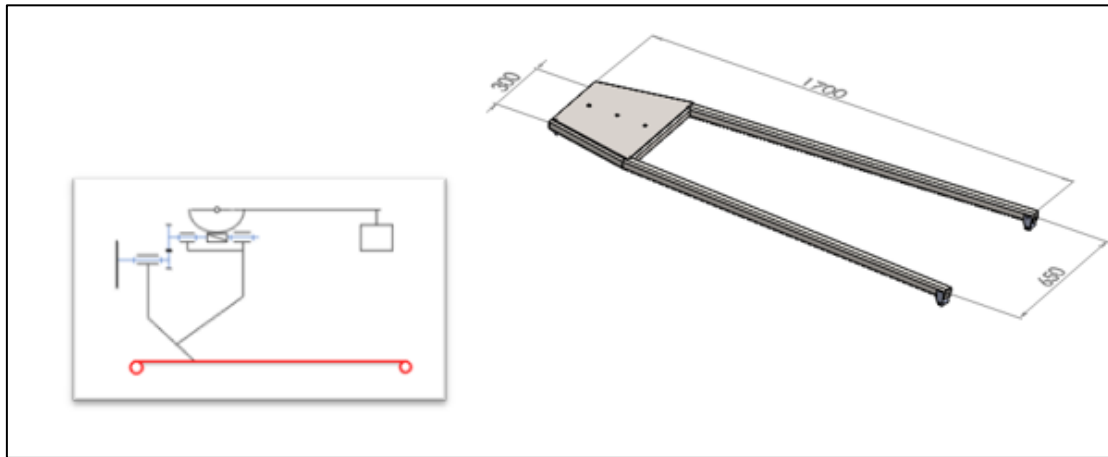


Figure II.19: base

### Colonne

Elle maintient tout l'ensemble, constituée d'une tôle de 3mm découpée par le découpeur plasma et pliée.

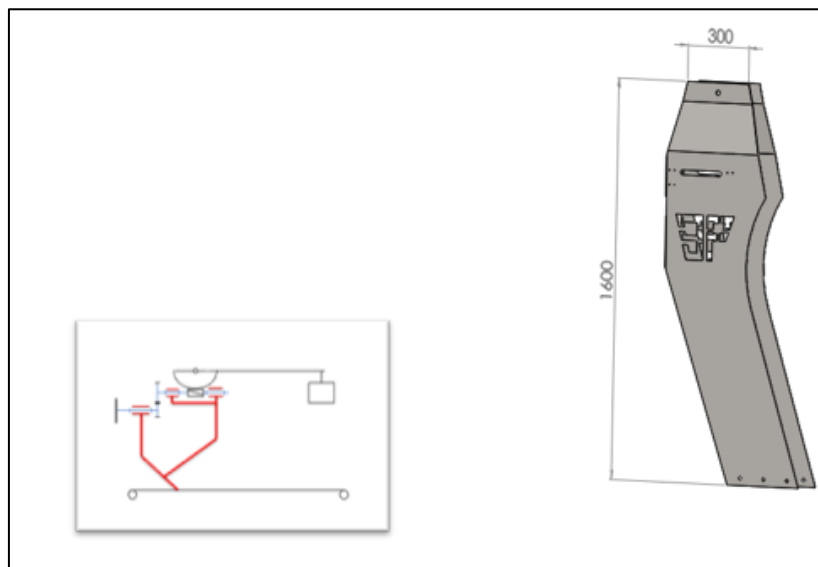


Figure II.20: colonne

### Flèche

Accompagnée d'un système d'accrochage à son extrémité ce qui donne la possibilité de lever les charges voulues, constituée par deux tôles de 4mm d'épaisseur assemblée par des traverses, monter perpendiculairement par rapport au bras vertical créant une liaison pivot entre eux.

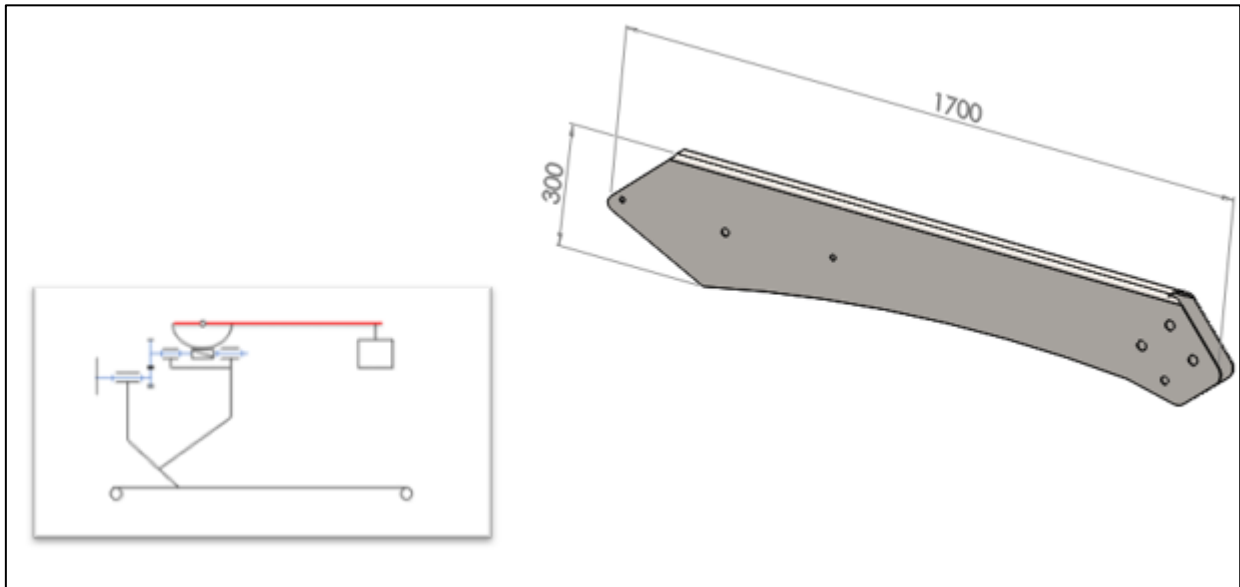


Figure II.21: flèche

### Roue et vis sans fin

La partie qui assure le mouvement de levage, ce compose en deux pièces :

- La vis sans fin : elle est à deux filets et c'est l'élément moteur dans le mécanisme, c'est-à-dire c'est la vis qui entraîne la roue en rotation.

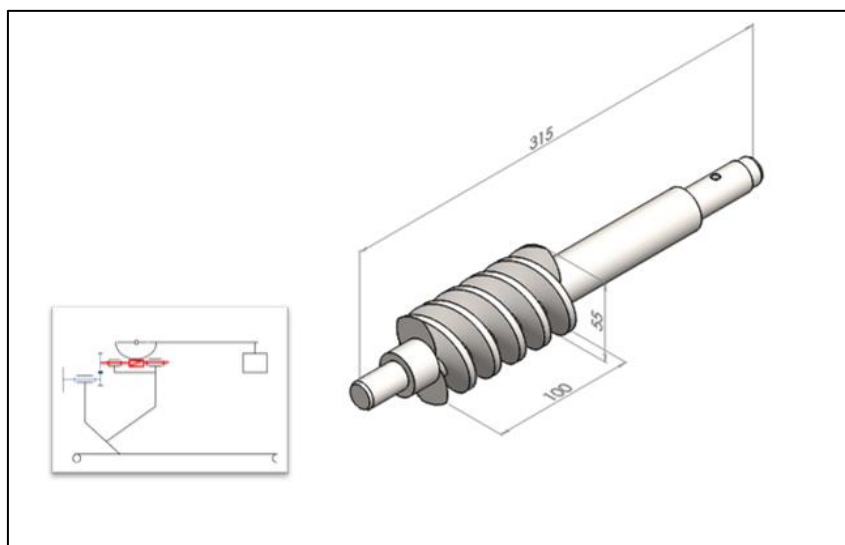


Figure II.22: vis sans fin

- La demi roue dentée : dans notre grue on a une nécessité d'utiliser une demi roue dentée de diamètre égale à 600mm afin de soulever les charges à la hauteur voulue.

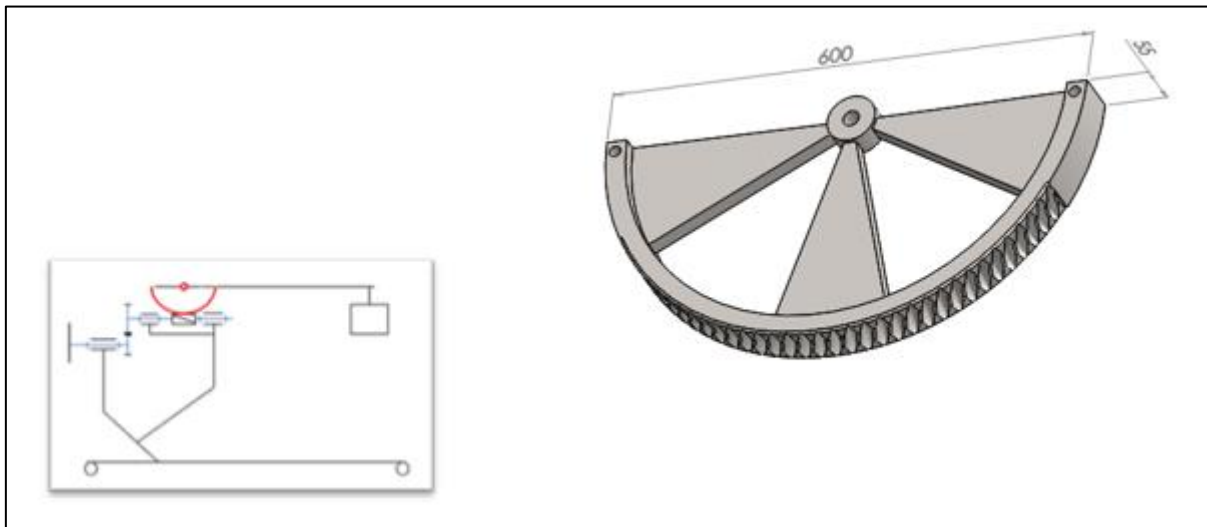


Figure II.23: demi roue dentée

### Engrenage arbre denté et pignon

C'est le système le plus simple des engrenages, il permet de transmettre le mouvement entre deux axes parallèles. Dans notre système on les a utilisées pour faciliter la tâche à l'opérateur en basant sur la puissance musculaire d'un homme adulte. Nous les citons ci-dessous :

- Arbre denté.

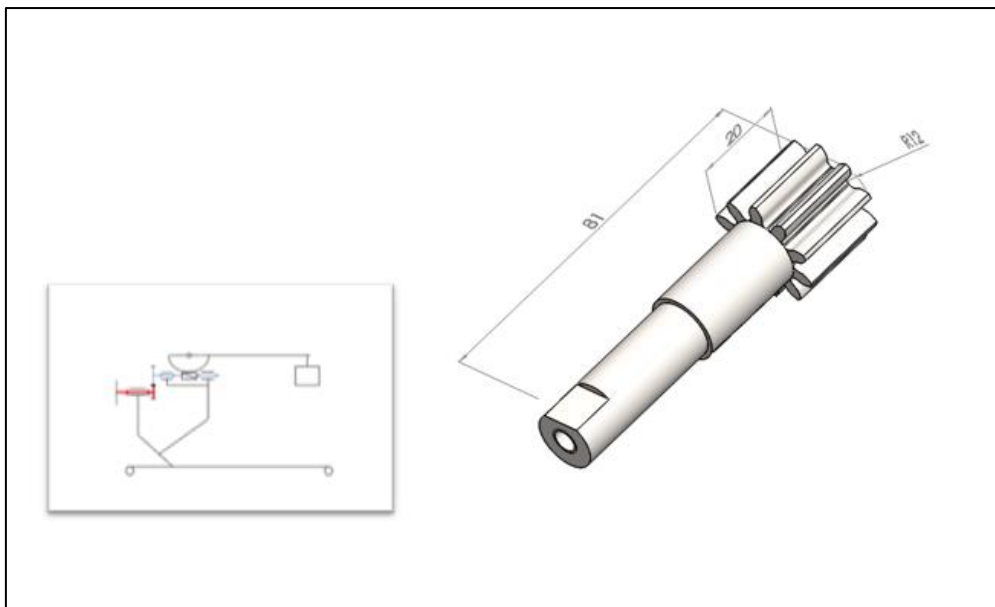


Figure II.24: arbre denté

- Pignon.

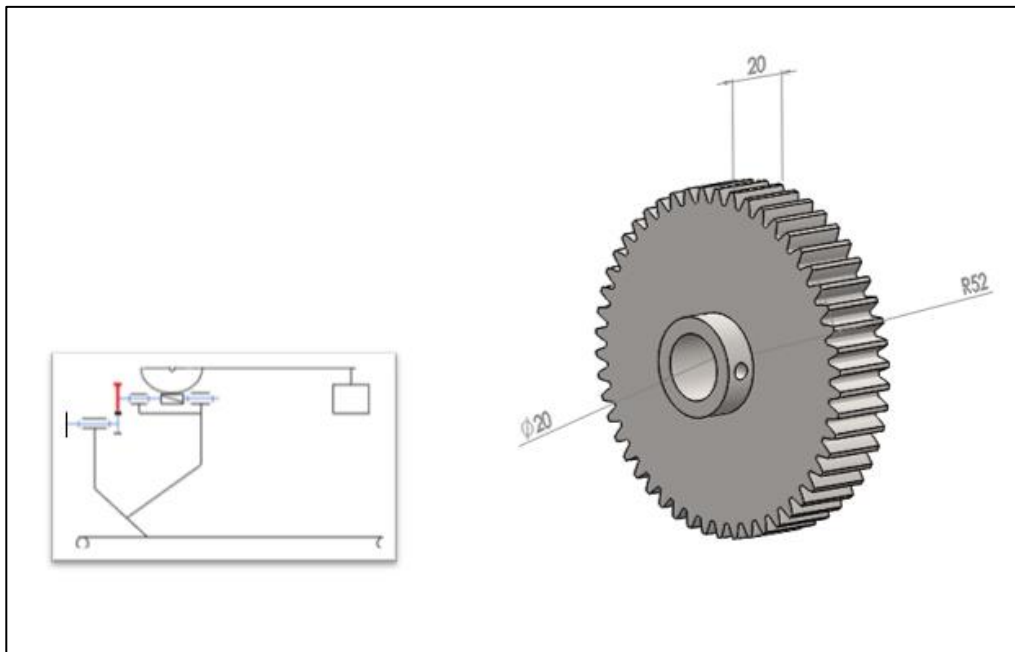


Figure II.25: pignon

### Volant

Le moyen avec on manipule le mouvement.

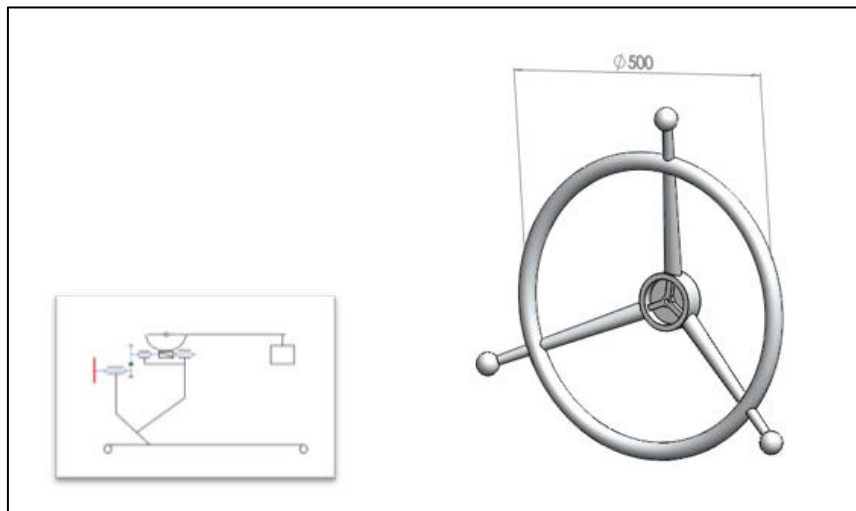


Figure II.26: volant

### Cornière

L'élément où la pièce qui assure la liaison entre la base et la colonne.

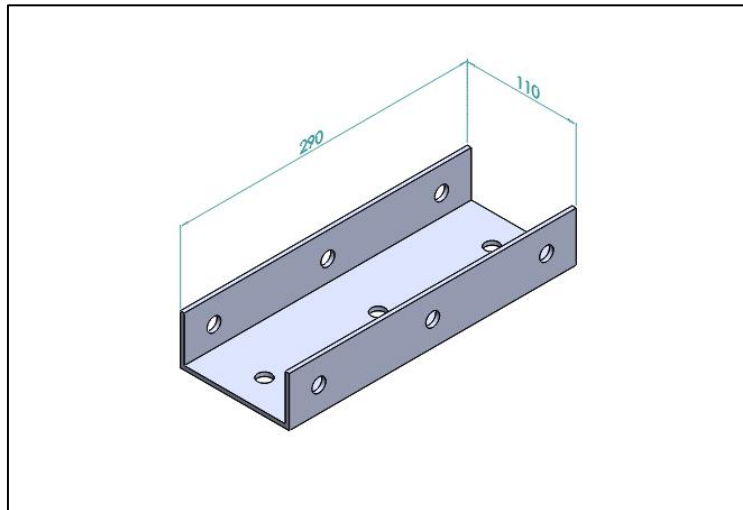


Figure II.27: cornière

### Vis sans tête

Elle sert à fixer le pignon sur la vis sans fin.

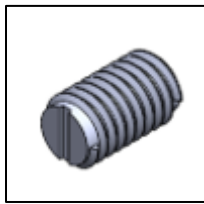


Figure II.28: vis sans tête

### Roues

Fixer en bas de la base, leur rôle est de faciliter le déplacement du système.

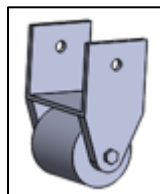


Figure II.29: roue

### Supports

Y'en a deux, c'est où la vis sans fin et l'arbre denté sont posés.

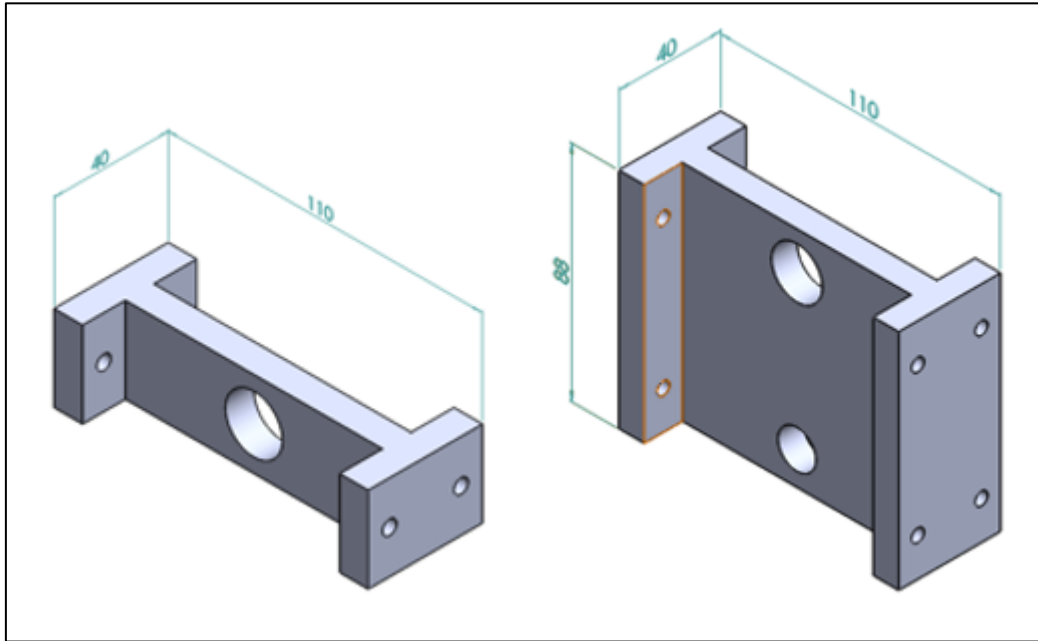


Figure II.30: supports

### Crochet

Pour accrocher la charge à lever, il possède plusieurs accessoires.

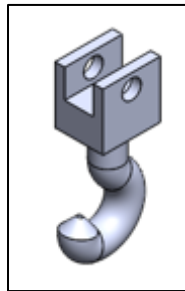


Figure II.31: crochet

### b. Fonctionnement

Le fonctionnement de la grue est effectué en présence de deux autres éléments, l'opérateur et la charge à manutentionner, la procédure se fait comme suit :

- L'opérateur applique une force sur le volant (estimer  $f=200N$  en moyenne).
- L'arbre denté fixé sur le volant entraîne la roue dentée qui est fixée sur la vis sans fin.
- La vis sans fin entraîne la demi roue dentée qui est fixée sur la colonne.
- La colonne se déplace en haut ou en bas.
- La charge est reliée à la colonne par un système d'accrochage et elle est soulevée ou déposée selon le mouvement de la colonne.



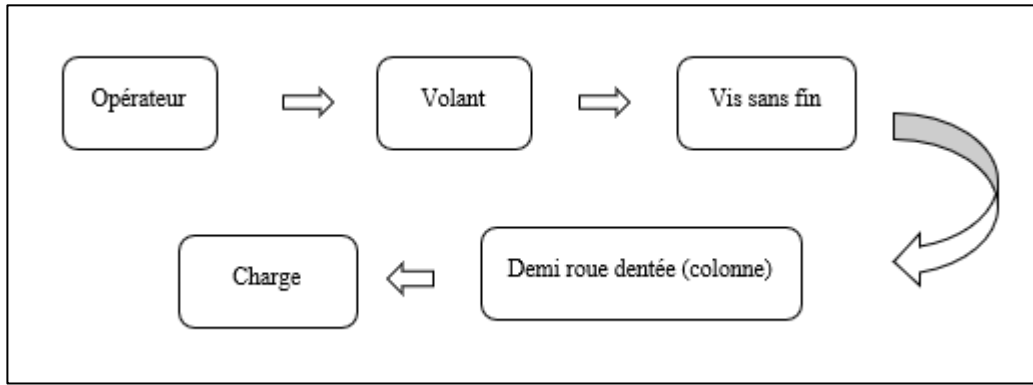


Figure II.32: cycle de fonctionnement

### Sens de levage par rapport à la rotation du volant

Dans le schéma suivant, nous allons indiquer le sens de la flèche par rapport au sens de rotation du volant.

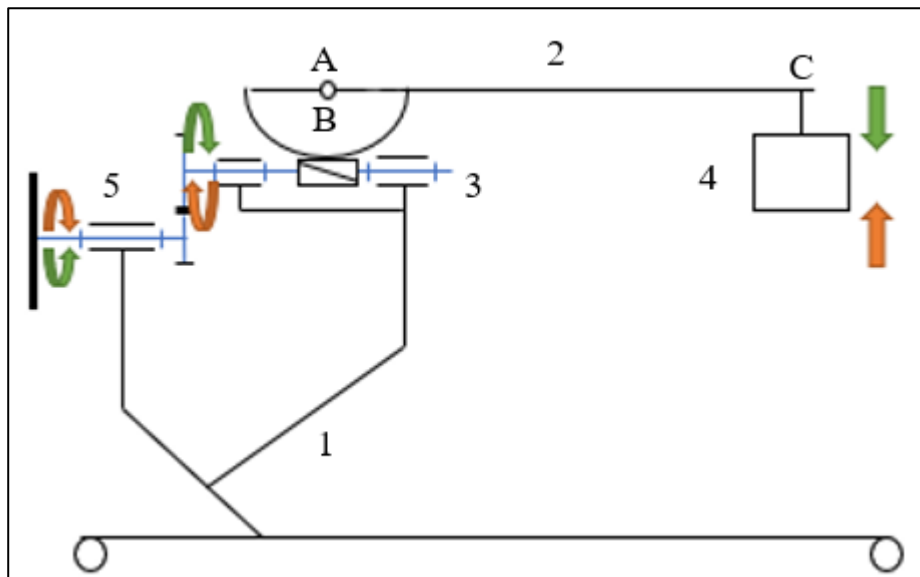


Figure II.33: sens de levage

## II.4 Etude numérique du comportement du châssis

### II.4.1 Mode statique [19]

L'objectif d'une simulation statique est de faire une étude sur l'équilibrage des corps et de déterminer les efforts agissant sur un système, comme on peut définir les efforts qui pouvant être transmis par les liaisons du système.

### a. Etude statique du châssis

A cause de la complexité géométrique des pièces constituant le châssis on a choisi de vérifier sa résistance aux chargements et aux déplacements imposés par une étude statique en utilisant le logiciel de CAO SolidWorks.

Le châssis est composé de :

- Base en tube carrée
- Tôle soudée sur la base
- Colonne
- Flèche

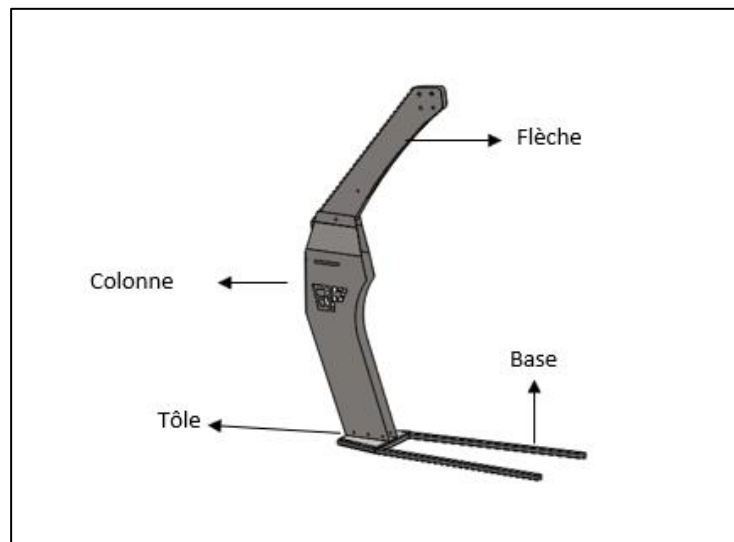


Figure II.34: châssis

### b. Analyse par éléments finis

Parmi les techniques d'analyse de conception, on trouve l'analyse par éléments finis. Comme première étape on commence par la création d'un modèle géométrique qui va être subdivisé en petits éléments, ces derniers sont connectés entre eux par des nœuds.

#### Le maillage

Est une étape fondamentale de l'analyse par élément finis. Le logiciel génère un maillage (nombre de nœuds et d'éléments) basée sur le volume, la surface et d'autres paramètres géométriques du modèle.

- **Types de maillage**

Le maillage génère des éléments volumiques tétraédriques 3D, des éléments coque triangulaires 2D et des éléments poutre 1D. Un maillage est composé d'un type d'éléments à moins qu'il ne s'agisse d'un maillage mixte.

Maillage volumique :

Le Maillage volumique (éléments volumiques tétraédriques 3D) est créé pour les objets massifs.

Maillage coque

Ce type de maillage est généré par le logiciel pour les pièces réalisées en tôles métalliques d'épaisseur uniforme (sauf pour les études d'essai de chute). Pour les surfaces, le programme positionne le maillage sur la surface (plan médian de la coque).

Maillage de poutre

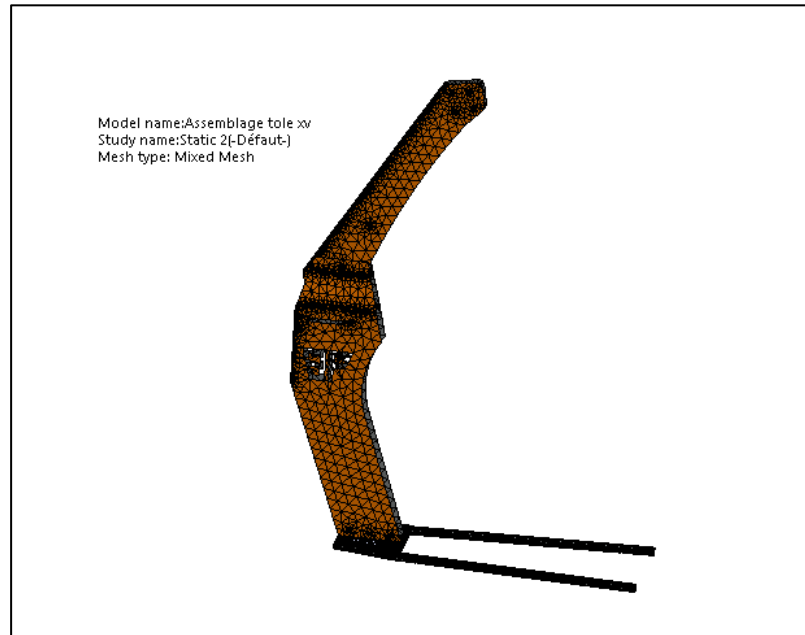
Le programme utilise automatiquement un maillage de poutre Pour les constructions soudées.

Maillage mixte

Pour les modèles qui comporte plusieurs géométries le logiciel utilise un maillage mixte.

### **Maillage du châssis**

Afin d'éviter les erreurs de calculs numériques du logiciel SolidWorks, nous avons augmentés la valeur du coefficient de sécurité

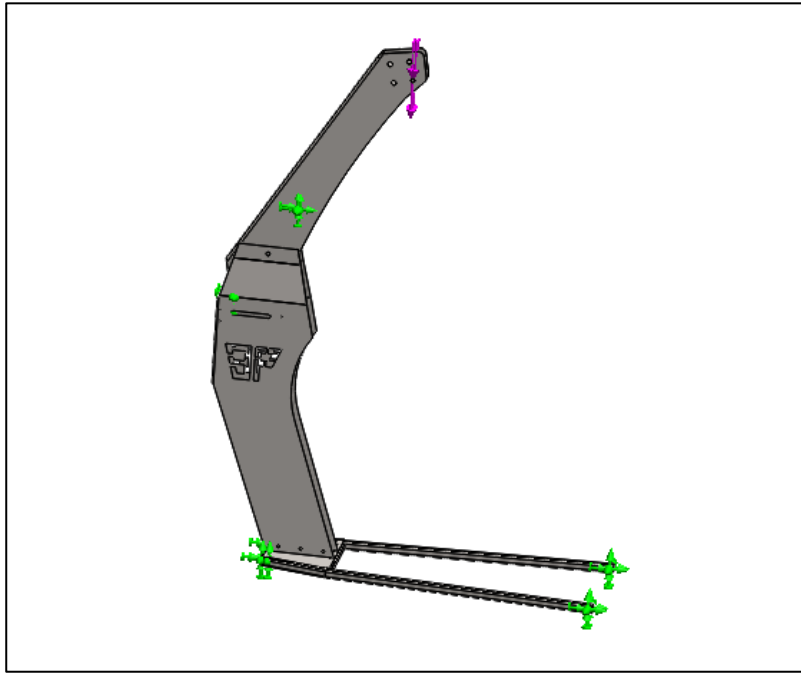


*Figure II.35: maillage du châssis*

- **Chargements et les déplacements imposés**

Les chargements et les déplacements imposés sont appliqués à des entités géométriques en tant que propriétés totalement associées à la géométrie. Les résultats de l'analyse dépendent directement des chargements et des déplacements imposés introduit dans le logiciel.

Dans notre cas on a appliqué une force de 6000 N sur l'extrémité de la flèche tout en réalisant des fixations dans les perçages ou on va monter les roues pour la base et la roue dentée pour la flèche comme montre la figure ci-dessous.



*Figure II.36: chargement et déplacement imposé*

### **c. Résultats de l'étude**

#### **Contraints de Von mises**

A partir de figure on remarque que la contrainte maximale est de 49 MPa est inférieure à la limite élastique du matériau constituant le châssis qui est de 275 MPa, donc le système résiste bien aux charges extérieures.

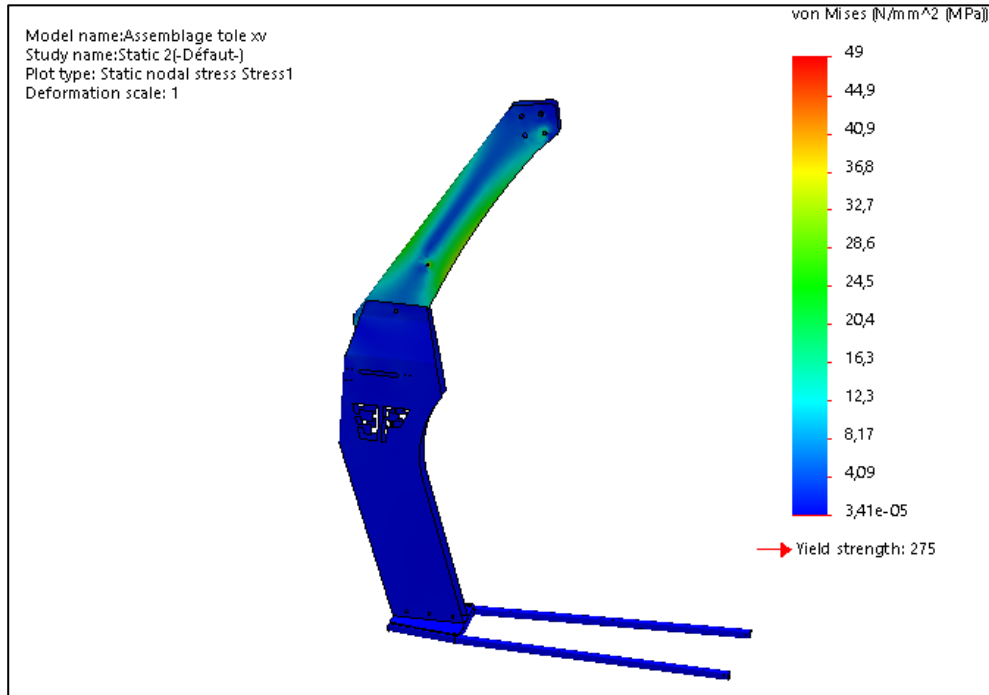


Figure II.37: contraintes de Von Misses

## Déplacement

On constate que le déplacement maximal est au niveau de l'extrémité de la flèche, ces déplacements peuvent affecter la précision des résultats simulés, dans notre cas le déplacement maximal est de  $8.708 \times 10^{-01} \text{ mm}$ , cette valeur est tout à fait acceptable.

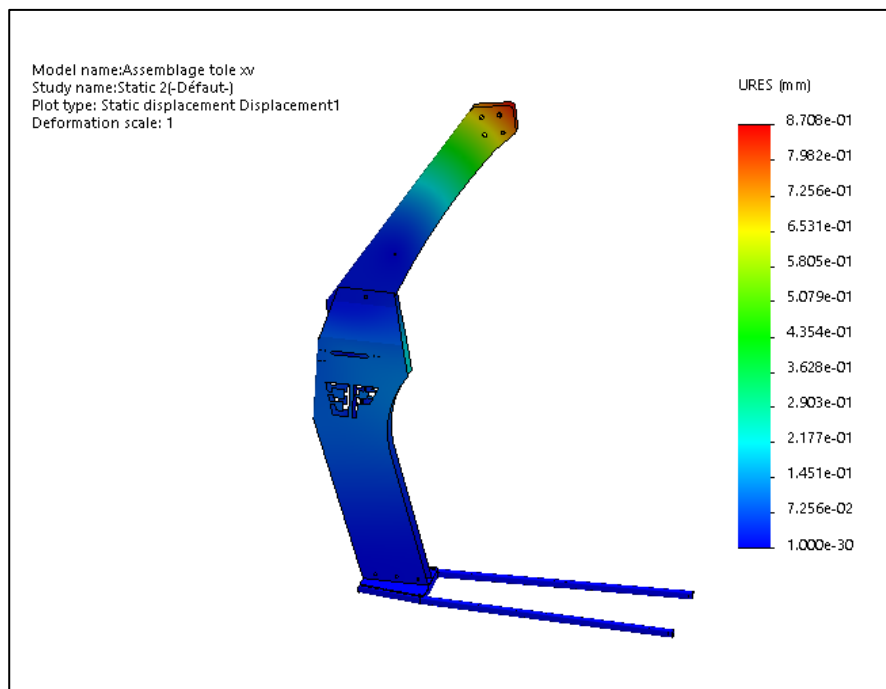


Figure II.38: déplacement

### La déformation

Calcul de déformation permet de déterminer l'allongement du châssis, à partir de la figure .. On peut déduire que les zones des déformations maximales sont les mêmes que les zones des contraintes maximales, car à partir de lois de Hooke les contraintes sont proportionnelles aux déformations, dont la déformation maximale est de  $2.306 \times 10^{-4}$ .

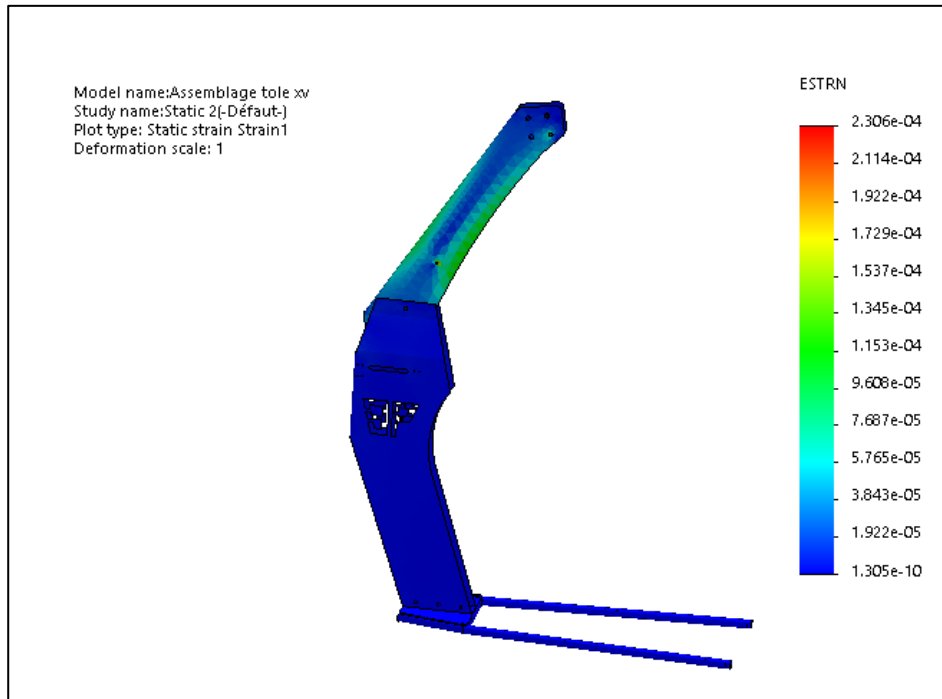


Figure II.39: déformation

### Coefficient de sécurité

Le coefficient de sécurité a pour but de prendre une marge de sécurité entre le calcul théorique et la réalité.

Un coefficient de sécurité inférieur à 1,0 indique que le matériau s'est rompu.

Un coefficient de sécurité égal à 1,0 indique que le matériau a commencé à rompre.

Un coefficient de sécurité supérieur à 1,0 indique que le matériau résiste bien au chargement et au déplacement imposé.

Dans notre cas le coefficient de sécurité est supérieur à 5.6 ce qui veut dire que le matériau résiste bien au chargement et au déplacement imposé. [18]

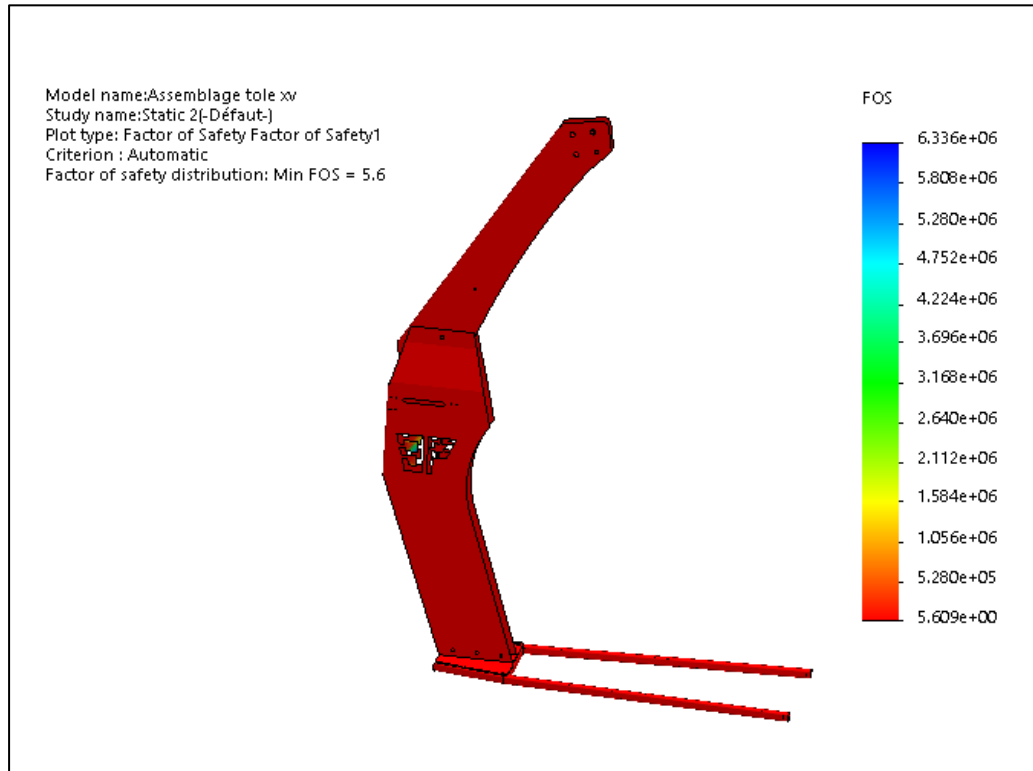


Figure II.40: coefficient de sécurité





# Chapitre III

Fabrication

## Chapitre III . Fabrication

### III.1 Introduction

Dans ce chapitre, on va entamés la partie de la fabrication, puisque la partie conception est achevée.

On va établir ensuite la gamme de fabrication appelée aussi dossier de fabrication et les gammes d'usinage de chaque pièce.

A la fin on va montrer comment monter ou rassembler toutes les pièces les unes avec les autres, dans un bon sens et aussi comment les démonter.

### III.2 Usinage

#### III.2.1 Définition

Un procédé de fabrication ou d'obtention des pièces par enlèvement de matière, il sert a donné à une pièce brute une forme finale avec les dimensions voulue, il se réalise à l'aide des machines-outils.

L'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements relatifs entre la pièce et l'outil, mouvement de rotation (vitesse de coupe) et mouvement d'avance (vitesse d'avance).

#### III.2.2 Ordonnancement des opérations d'usinage

Au départ d'une nouvelle activité d'atelier, le technicien reçoit :

- Un dossier comprenant :
  - Une gamme générale ou fiche suiveuse.
  - Le dessin de définition de produit.
  - Un bon de travail qui précise, pour la phase à réaliser, l'étendue de la tâche et le temps alloué.
  - Eventuellement, pour une fabrication répétitive un contrat de phase.
- Les pièces à transformer et conformes aux exigences de la phase précédente.
- Le poste de travail équipé.
- Objet des principaux documents.

#### III.2.3 Machines utilisées

Dans cette partie, on cite l'ensemble des machines utiliser dans la fabrication de l'ensemble des pièces composantes notre système :

- Tour parallèle conventionnel.
- Fraiseuse horizontale conventionnelle.

- Perceuse horizontale.
- Scie alternative.
- Fraiseuse a engrenage.
- Découpe plasma.

### III.3 Gamme de fabrication

#### III.3.1 Définition

Une gamme de fabrication est le mode opératoire décrivant le processus d'exécution d'une ou plusieurs pièces. Elle est liée à la nomenclature, qui est la liste et la quantité des composants à mettre en œuvre aux différentes étapes de la gamme. Les ordres de fabrication lancés en production sont associés à une gamme, et précisent la quantité à produire, la date prévue, ...

La gamme de fabrication reste au Bureau des Méthodes. [20]

#### III.4 Elaborer la gamme de fabrication

Gamme III.1: gamme de fabrication

Gamme de fabrication			Grue d'atelier	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUAKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed El Amine.</li> </ul>			Bureau des méthodes (usinage et brut).	
			HALL TECHNOLOGIE	
			Date: 20/09/2022	
pièces	Matériaux	Phases	Unité	quantité
Vis sans fin	XC38	Débitage	Usinage	01
		Tournage		
		Fraisage		
		perçage		
Demi roue dentée	XC38	Fraisage	usinage	01
		perçage		
		peinture	peinture	

pignon	A60	Débitage	usinage	01
		Tournage		
		Perçage		
		Fraisage		
Arbre denté	A60	Débitage	usinage	01
		Tournage		
		Fraisage		
supports	A60	Débitage	usinage	01
		Fraisage		
		perçage		
		Soudage	soudure	
La colonne	Tole forte noir (S275)	Découpage plasma	découpage	01
		pliage	pliage	
		Peinture	peinture	
La flèche	Tole forte noir (S275)	Découpage plasma	découpage	01
		pliage	pliage	
		Peinture	peinture	
Plaque base	Tole forte noir (S275)	Découpage plasma	Découpage	01
		Peinture	Peinture	
base	Acier ordinaire	Soudage	soudure	01
		Peinture	Peinture	

Cornière en U	Acier	débitage	usinage	01
		Perçage		
		Peinture	Peinture	
Les roues	plastique	/	commerce	04
Les traverses	Acier ordinaire	débitage	usinage	03
Boulon M20	/	/	commerce	02
Vis sans tête M6	/	/	commerce	01
Boulon M5	/	/	commerce	12
Boulon M14	/	/	commerce	02
Crochet	/	/	commerce	01
vis M5	/	/	commerce	01
Volant	/	/	commerce	01

### **III.5 Gammes d'usinage**

#### **III.5.1 Définition**

Une feuille qui englobe toutes les étapes d'usinages d'une pièce, contenant le type de la machine, différents outillages, opération selon l'ordre, les conditions de coupe, le matériau...etc.

Dans une gamme d'usinage y'a une structure à respecter, c'est l'ordre des phases, des sous phases et des opérations. [20]

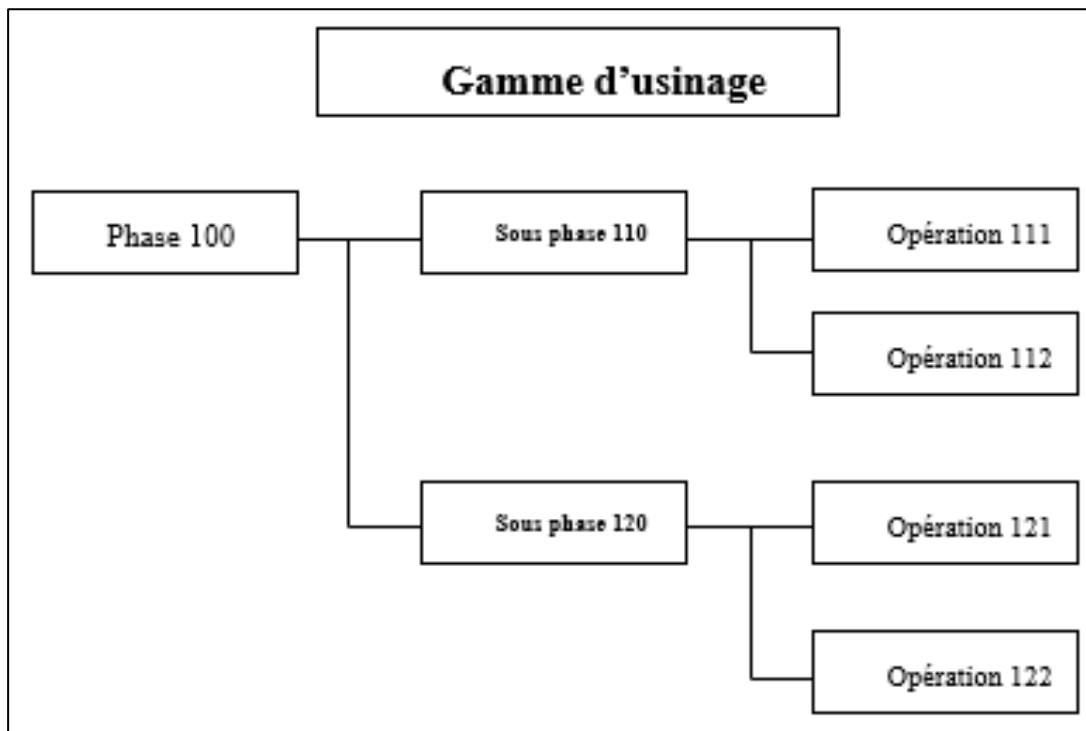


Figure III.1: structure d'une gamme d'usinage.

#### a. La phase

C'est l'ensemble des opérations élémentaires effectuées sans changer le poste de travail (la même machine). On repère les phases par des nombres (10, 20, 30, etc.). [20]

#### b. La sous phase

C'est l'ensemble des opérations effectuées sans la prise de la pièce. On repère les sous-phases par des nombres : 21, 22..., pour celles de la phase 20, etc. [20]

#### c. L'opération

C'est tout travail élémentaire réalisé avec un seul outil ou simultanément avec plusieurs outils. On repère les opérations par des nombres : 210, 211, 212..., pour celles de la sous-phase 21, etc. [20]

### III.5.2 Les gammes d'usinage

Dans cette partie, on va structurer une gamme d'usinage globale pour chaque pièce, puis on détaille suivant les phases et les sous phases.

a. Vis sans fin

Gamme d'usinage globale

Gamme III.2: gamme d'usinage globale vis sans fin

Gamme d'usinage		Désignation. vis sans fin	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUAKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> XC 38	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur.</b>	
Phase	Sous phase	Opération	Machine
100 débitage	/	Débitage	scie alternative
200 tournage	210	211 dressage	Tour conventionnel TP 01
		212 chariotage	
		213 chanfreinage	
	220	221 dressage	
		222 perçage	
	230	231 chariotage	
		232 filetage	
		233chanfreinage	
300 perçage	/	perçage	perceuse PV 01

Gammes d'usinage détaillés

Gamme III.3:gamme d'usinage vis sans fin phase 100

Gamme d'usinage		Désignation. vis sans fin						
Matière: XC 38		Phase: N°100 débitage			Machine: scie alternative			
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap mm	
<b>Débitage</b> - débiter une ebauche $\text{Ø}60 \times L=300$	Scie alternative	lame	Règle					9



Gamme III.4: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 210.

Gamme d'usinage		Désignation. vis sans fin						
Matière: XC 38	Phase: N°200 tournage		Machine: tour convontionnel					
	Sous phase: N°210							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			temps
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la face en rouge, p=5.  <b>Chariotage</b> - Ø28×L=163. - Ø20×L=53. - Ø18×L=8.  <b>Chanfreinage:</b> - 2×45°.	TP 01	à dresser		Mandrin à 4 mors.  (Centrage court)	150	796	2/1/0.5	0.7
		à chariotter	ped à coulisse					21.24
		à chanfrinner						0.05

Gamme III.5: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 220

Gamme d'usinage		Désignation: vis sans fin						
Matière: XC 38	Phase: N°200 tournage		Machine: tour convontionnel					
	Sous phase: N°220							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la face en rouge, ap=5.  <b>Perçage:</b> - Perçage pour la contre pointe	TP 01	à dresser	/	Mandrin à 4 mors. (Centrage court)	150	796	2/0.5	0.7
								outil à centrer

Gamme III.6: gamme d'usinage vis sans fin phase 200, sous phase 230.

Gamme d'usinage		Désignation. vis sans fin						
Matière: XC 38	Phase: N°200 tournage		Machine: tour convontionnel					
	Sous phase: N°230							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Chariotage:</b> - Ø55 sur toute la surface. - Ø28×L=55. - Ø20×L=35  <b>Filetage:</b> - Filter la face en rouge, (p=13.5).  <b>Chanfreinage:</b> - 3×45°.	TP 01	à chariotter	pied à coulisse	Mandrin à 4 mors  poupil mobile.  (Centrage long)	150	796	2/0.5	11
					15	90	0.1	..
								0.05
		à filter	Jauge de filetage					
		à chanfrinner						

Gamme III.7: gamme d'usinage vis sans fin phase 300.

Gamme d'usinage		Désignation. vis sans fin						
Matière: XC 38	Phase: N°300 perçage	Machine: perceuse						
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<p><b>perçage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ø5, p=5</li> </ul> <p><b>Taraudage:</b> manuel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M6×1.0</li> </ul>	PV16	Mèche Ø5  taraud M6×1.0	Pied à coulisse  Jauge de filetage	étau	70	3700		0.4

**b. Demi roue dentée**

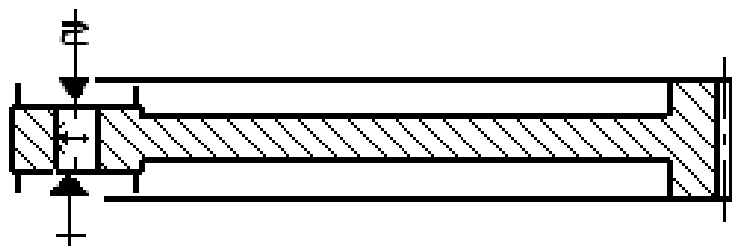
**Gamme d'usinage globale**

Gamme III.8: gamme d'usinage globale demi roue dentée.

<b>Gamme d'usinage</b>		<b>Désignation:</b> demi roue dentée	
<b>Réalisation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> XC 38	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur :</b>	
<b>Phase</b>	<b>Sous phase</b>	<b>Operation</b>	<b>Machine</b>
100 fraisage	/	Taillage de la denture	Tailleuse de denture
200 perçage	/	Perçage	Perceuse PV 01

Gammes d'usinage détaillés

Gamme III.9: gamme d'usinage demi roue dentée phase 100.

Gamme d'usinage			Désignation: demi roue dentée					
Matière: XC 38	Phase: N°100 fraisage			Machine: tailleuse de denture				
								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Taillage:</b> - Tailler la denture au p=13.5. 100 dents.		Fraise mère	Jauge de filetage					

Gamme III.10: gamme d'usinage demi roue dentée phase 200.

Gamme d'usinage			Désignation: demi roue dentée					
Matière: XC 38	Phase: N°200 perçage		Machine: perceuse					
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Perçage:</b> - Initier avec Ø10 - Finition 2×Ø14	PV 01	Mèches Ø10, Ø14	Pied à coulisse	étau	70	2000 1600		..

c. Pignon

Gamme d'usinage globale


Gamme III.11: gamme d'usinage globale pignon

Gamme d'usinage		Désignation: pignon	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUAKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> A60	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur:</b>	
Phase	Sous phase	Operation	Machine
100 débitage	/	débitage	scie alternative
200 tournage	210	211 dressage	Tour conventionnel TP01
		212 perçage	
	220	221 dressage	
		222 chariotage	
300 fraisage	fraisage	Taillage de la denture	Tailleuse de denture



Gammes d'usinage détaillés

Gamme III.12: gamme d'usinage pignon phase 100.

Gamme d'usinage				Désignation: pignon				
Matière: A60		Phase: N°100 débitage		Machine: scie alternative				
								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Débitage:</b> - débiter une ebauche $\text{Ø}110 \times L=35$		Scie alternative	Règle					17

Gamme III.13: gamme d'usinage pignon phase 200, sous phase 210.

Gamme d'usinage			Désignation: pignon					
Matière: A60	Phase: N°200 tournage			Machine: tour conventionnel				
	Sous phase: N°210							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la surface en vertss, p=2.5  <b>Perçage:</b> - 1×Ø20	TP 01	à dressage	Pied à coulisse	Mandrin à 4 mors	50	636	2/0.5	0.95
		foret Ø20					795	

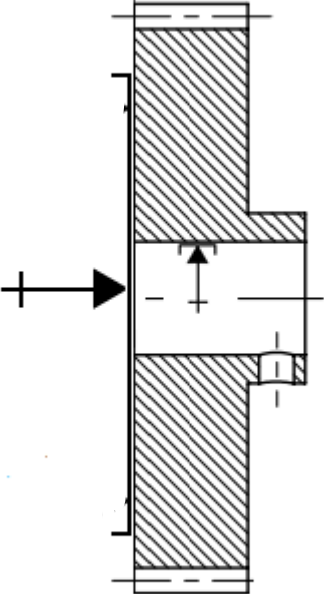
Gamme III.14: gamme d'usinage pignon phase 200, sous phase 220.

Gamme d'usinage		Désignation: pignon						
Matière: A60	Phase: N°200 tournage		Machine: tour conventionnel					
	Sous phase: N°220							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la surface en rouge, p=2.5.  <b>Chariotage:</b> charioter la surface en rouge: - Ø104 sur toute la surface - Ø30, L=10.	TP 01	à double fonction, (à chariotter et à dresser).	Pied à coulisse	Petit mandrin à 3 mors.	50	636	2/0.5	0.8
							2/1	6.5

Gamme III.15: gamme d'usinage pignon phase 300.

Gamme d'usinage			Désignation: pignon					
Matière: A60	Phase: N°300 perçage		Machine: perceuse					
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>perçage:</b> - Ø5  <b>Taraudage:</b> manuel M6×1.0	PV 01	Mèche Ø5  Taraud M6×1.0	Pied à coulisse  Jauge de filetage	étau	50	3000		0.2

Gamme III.16 : gamme d'usinage pignon phase 400.

Gamme d'usinage			Désignation: pignon					
Matière: A60	Phase: N°400 fraisage, (taillage de denture).		Machine: tailleuse de denture					
								
Details des opérations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Taillage:</b> - Tailler la denture, p=9.  Nombre de dents: 50		Fraise mère	Jauge de filetage					..

d. Arbre denté

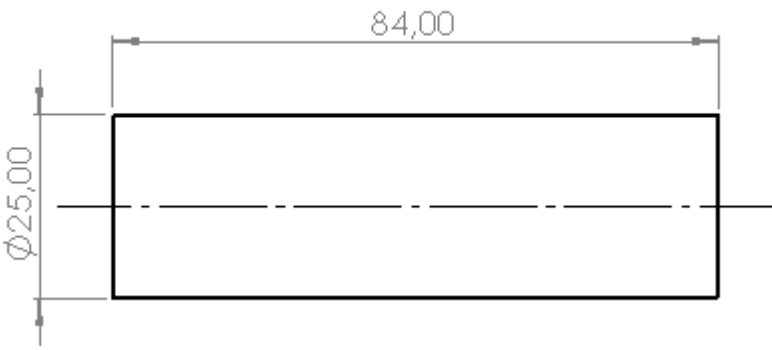
Gamme d'usinage globale

Gamme III.17: gamme d'usinage globale arbre denté.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUAKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> A60	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur:</b>	
Phase	Sous phase	Operation	Machine
100 débitage	110	111 débitage	scie alternative
200 tournage	210	211 dressage	Tour conventionnel TP 01
		212 chariotage	
	220	221 dressage	
		222 perçage	
	230	231 chariotage	
		232 chanfreinage	
300 fraisage	310	311 Taillage de denture	
400 perçage	410	411 perçage	Perceuse
		412 taraudage (manuel)	

Gammes d'usinage détaillés

Gamme III.18: gamme d'usinage arbre denté phase 100.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60		Phase: N°100 débitage		Machine: scie alternative				
								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Débitage:</b> - débiter une ebauche $\text{Ø}25 \times L=81$		Scie alternative	Règle					4

Gamme III.19: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 210.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60	Phase: N°200 tournage		Machine: tour conventionnel					
	Sous phase: N°210							
<p>The drawing shows a shaft with a total length of 82 units. The diameter is 25 units. A section of length 40 units is highlighted in red. The diameter of this section is 24 units. A dashed line indicates the axis of symmetry.</p>								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la surface en rouge, p=1.5.  <b>Chariotage:</b> - charioter la surface en rouge, Ø24×L=40.	TP 01	à double fonction, à charioter et à dresser.	Pied à coulisse	mandrin à 4 mors.	50	636	1/0.5	0.27
						636	1	0.7



Gamme III.20: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 220.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60	Phase: N°200 tournage		Machine: tour conventionnel					
	Sous phase: N°220							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Dressage:</b> - Dresser la surface en rouge, p=1.5.  <b>Perçage:</b> - 1× Ø5, p=15.	TP 01	à dresser	Pied à coulisse	Mandrin à 4 mors Centrage court	50	636	1/0.5	0.27
		foret Ø5						0.4

Gamme III.21: gamme d'usinage arbre denté phase 200, sous phase 230.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60	Phase: N°200 tournage		Machine: tour conventionnel					
	Sous phase: N°230							
<p>The drawing shows a gear shaft with a gear on the left end. The gear has a diameter of 25 mm. The shaft has a length of 36 mm. The shaft diameter is 13 mm (Ø13) and the gear diameter is 15 mm (Ø15). The drawing is a side view with a red outline highlighting the shaft and gear.</p>								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Chariotage:</b> - Ø15×L=107. - Ø13×L=95.	TP 01	à double fonction	Pied à coulisse	Mandrin à 4 mors Centrage long	50	636	2/1	4

Gamme III.22: gamme d'usinage arbre denté phase 300, sous phase 310.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60	Phase: N°300 fraisage		Machine: tailleuse de denture					
	Sous phase: N° 310							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Taillage:</b> - Tailler la denture au niveau de la surface indiquer, 10 dents, p=9.		Fraise mère	Jauge de filetage	diviseur				..

Gamme III.23:gamme d'usinage arbre denté phase 300 sous phase 320.

Gamme d'usinage		Désignation: arbre denté						
Matière: A60	Phase: N°300 fraisage,		Machine: fraiseuse					
	Sous phase: N° 320							
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Surfaçage:</b> Mi plat p=1.5, L=10  <b>Taraudage:</b> (Manuel) - M1.6×0.35	FH 01	Fraise Ø20 02 dents  Taraud M1.6*0.3	Pied à coulisse  Jauge de filetage	étau à mors doux	50	795	1/0.5	5

**Remarque**

Dans les gammes suivantes, y'a plusieurs sous phases qui sont répétitifs où elles sont les mêmes, sur plusieurs pièces, donc on les résume dans une gamme, afin d'éviter l'accumulation des documents.

**e. Supports**

**Gamme d'usinage globale**

Gamme III.24: gamme d'usinage globale supports

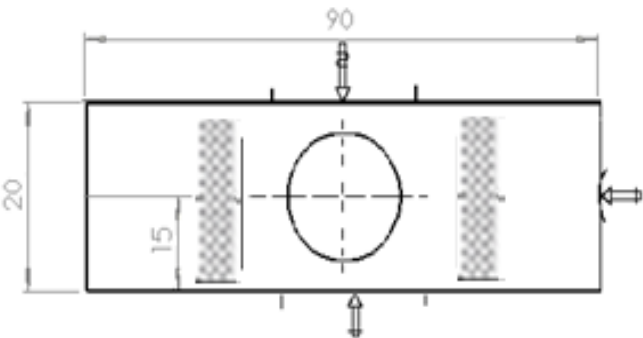
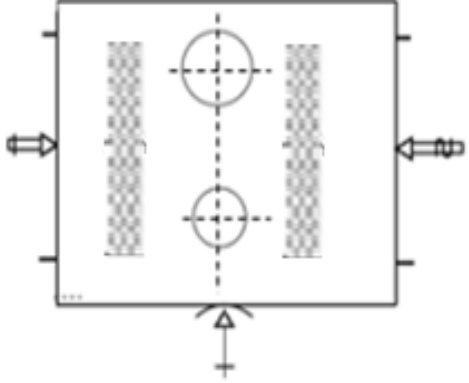
<b>Gamme d'usinage</b>		<b>Désignation:</b> supports	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUAKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> A60	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur:</b>	
Phase	Sous phase	Operation	Machine
100 perçage	110	111 perçage	perceuse
200 fraisage	210	211 alésage	fraiseuse

Gammes d'usinage détaillés

Gamme III.25 : gamme d'usinage supports phase 100

Gamme d'usinage				Désignation: supports				
Matière: A60		Phase: N°100 perçage		Machine: perceuse				
Details des opérations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<p><b>perçage:</b></p> <p>Réaliser les perçages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12×Ø5.</li> <li>- Perçage primitive: 2×Ø19, Ø14.</li> </ul> <p>(Percer d'abord avec Ø10).</p>	PV 01	<p>Mèches:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ø5.</li> <li>- Ø10.</li> <li>- Ø14.</li> <li>- Ø19.</li> </ul>	Pied à coulisse.	étau	50	3000		14

Gamme III.26 : gamme d'usinage supports phase 200

Gamme d'usinage				Désignation: supports				
Matière: A60		Phase: N°200 fraisage		Machine: fraiseuse				
								
Pièce 01				Pièce 02				
Details des opérations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>alésage:</b> Réaliser les alésages: - Ø15. - Ø20.	FH 01	fraise: - Ø15. - Ø20.	Pied à coulisse.	étau	50	1000  795		5

**f. La cornière en U**

**La gamme d'usinage globale**

Gamme III.27 : gamme d'usinage globale cornière en U

<b>Gamme d'usinage</b>		<b>Désignation:</b> cornière en U	
<b>Réalisation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KHIDER Djemaa.</li> <li>• OUKLI Sofiane.</li> <li>• DJEMAA Mohamed Amine.</li> </ul>		<b>Matière:</b> Acier	
		<b>Date:</b> 20/09/2022	
		<b>Atelier:</b> Hall de technologie	
		<b>Opérateur:</b>	
<b>Phase</b>	<b>Sous phase</b>	<b>Operation</b>	<b>Machine</b>
100 débitage	110	111 débitage	scie alternative
200 perçage	210	211 perçage	perceuse



Les gammes d'usinages détaillées

Gamme III.28 : gamme d'usinage cornière en U phase 100

Gamme d'usinage			Désignation: cornière en U					
Matière: Acier		Phase: N°100 débitage		Machine: scie alternative				
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>Débitage:</b> débiter une ébauche de 290.		Scie alternative	Règle					3

Gamme III.29 : gamme d'usinage cornière en U phase 200

Gamme d'usinage				Désignation: cornière en U				
Matière: Acier		Phase: N°200 perçage		Machine: perceuse				
<p>The drawing shows a U-channel with three holes. The distance between the centers of the first and second holes is 115 mm, and the distance between the second and third holes is also 115 mm. The holes are spaced 115 mm from each end of the channel. The drawing includes symbols for cutting direction and tool approach.</p>								
Details des operations	Groupe machines	Code outil	Instrument de contrôle	montage	Conditions de coupe			Temps (mn)
					Vc m/mn	N tr/mn	Ap (mm)	
<b>perçage:</b> - 9×Ø14	PV 01	Mèche Ø14	Pied à coulisse	étau	50	3000		0.3

### III.6 Montage et démontage du système

#### III.6.1 Montage

Le montage du système se fait une fois que toutes les pièces sont vérifiées d'une façon que la gamme de fabrication et d'usinage sont respectées.

Au premier lieu, on rassemble quelques pièces séparément, c'est-à-dire sous forme des sous assemblages.

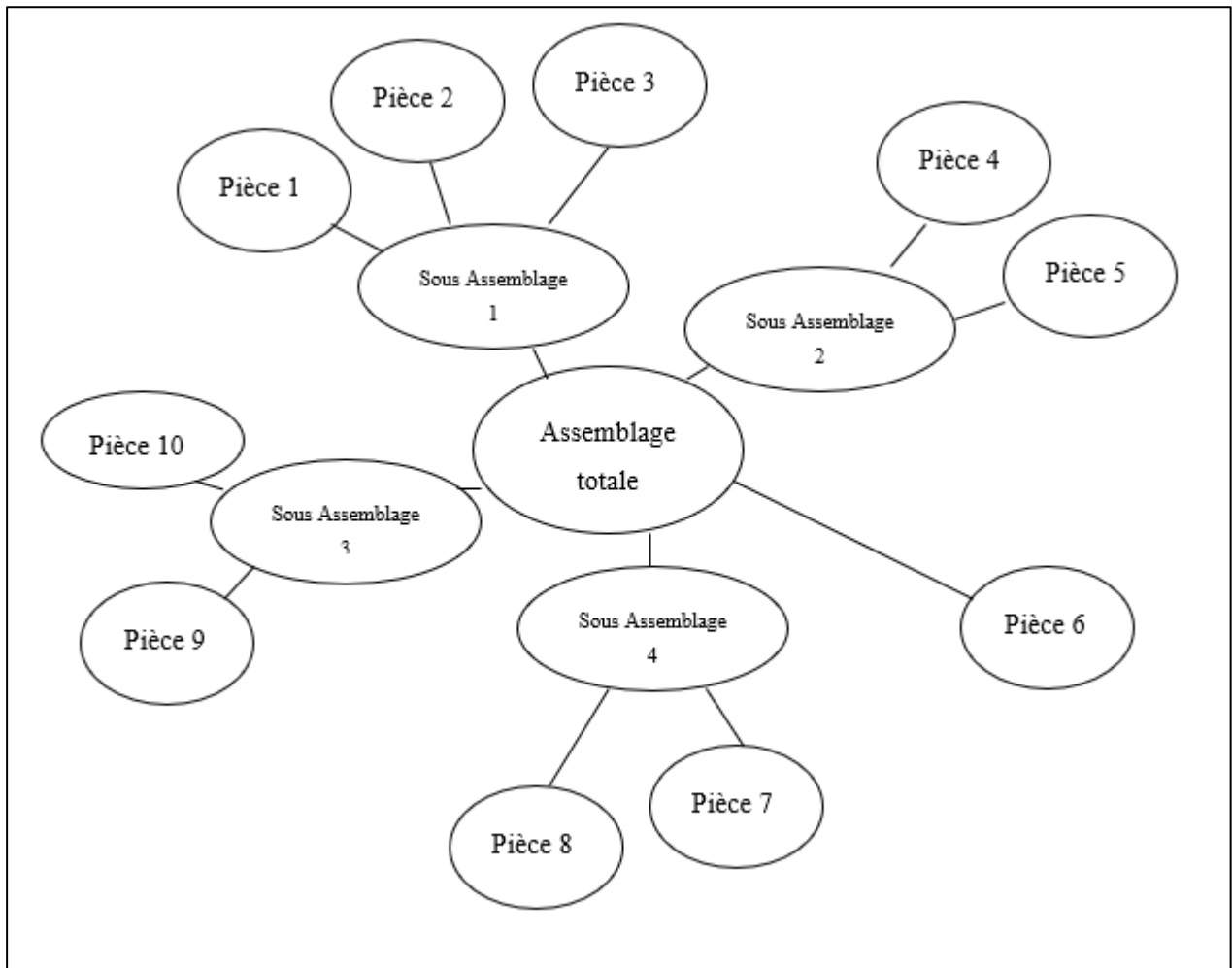


Figure III.2: structure du montage du système

L'opération se fait comme suit :

### Sous assemblage1

- Rassembler la base et la plaque avec de la soudure.
- Fixer les roues au-dessous de la base par des boulons de fixation.

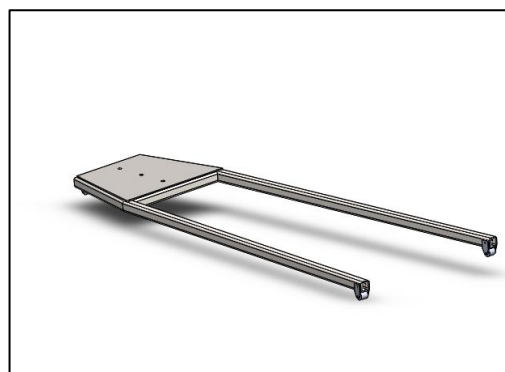
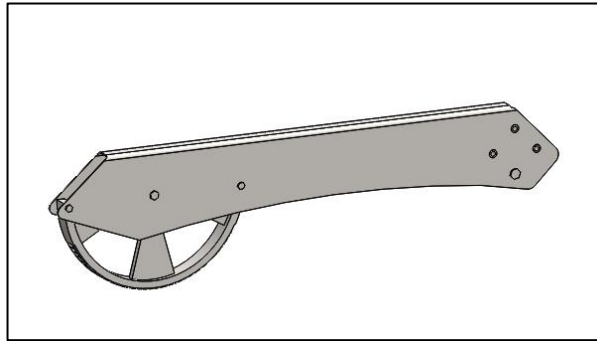


Figure III.3: sous assemblage 01

**Sous assemblage2**

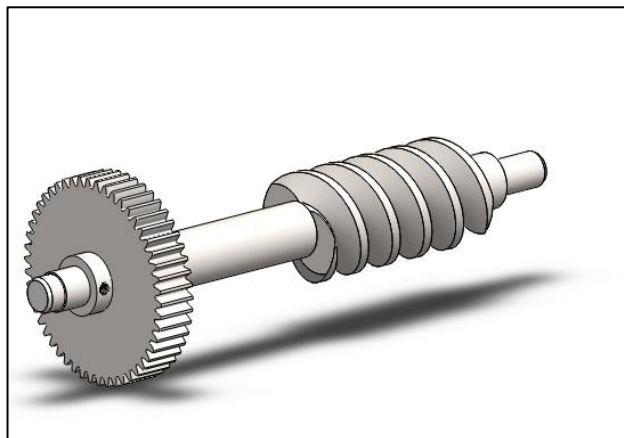
- Monter les 03 traverses sur la flèche.
- Rassembler la flèche et la demi roue dentée par 02 boulons de fixation.



*Figure III.4; sous assemblage 02*

**Sous assemblage3**

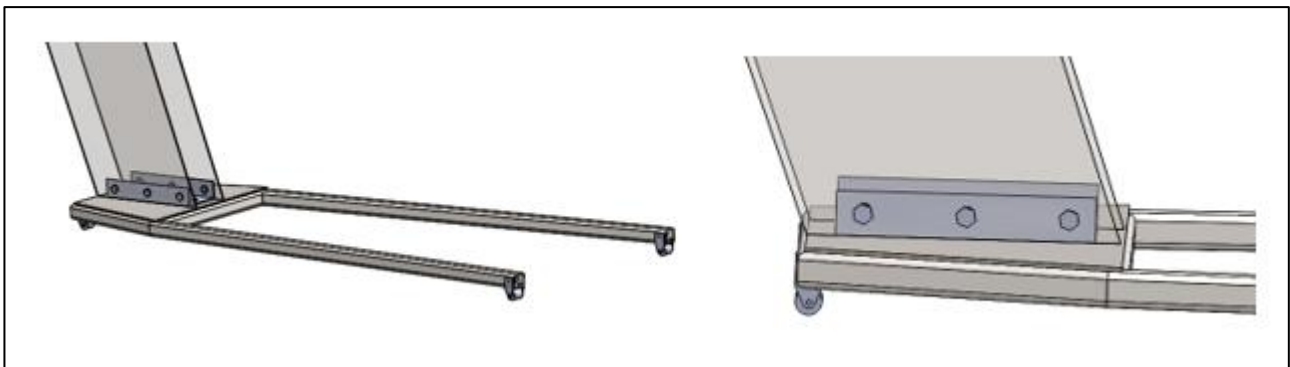
- Rassembler le pignon et la vis sans fin par la vis sans tête.



*Figure III.5: sous assemblage 03*

Ensuite, on fait l'assemblage de tout le système, comme suit :

- Monter la colonne sur la base par l'intermédiaire de la cornière en U.



*Figure III.6: assemblage base colonne*

- Monter le premier support sur la colonne par des boulons de fixation, puis positionner l'arbre denté.

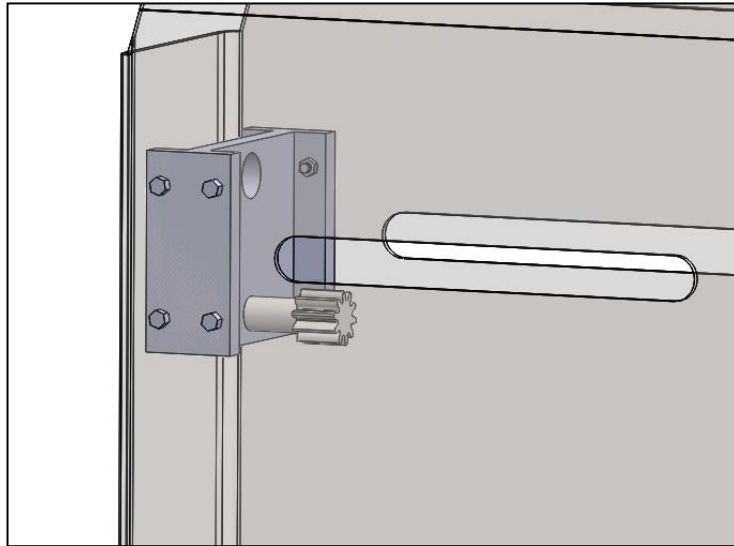


Figure III.7: assemblage support arbre denté

- Monter la vis sans fin et le deuxième support en même temps, en assurant l'engrènement entre le pignon et l'arbre denté.

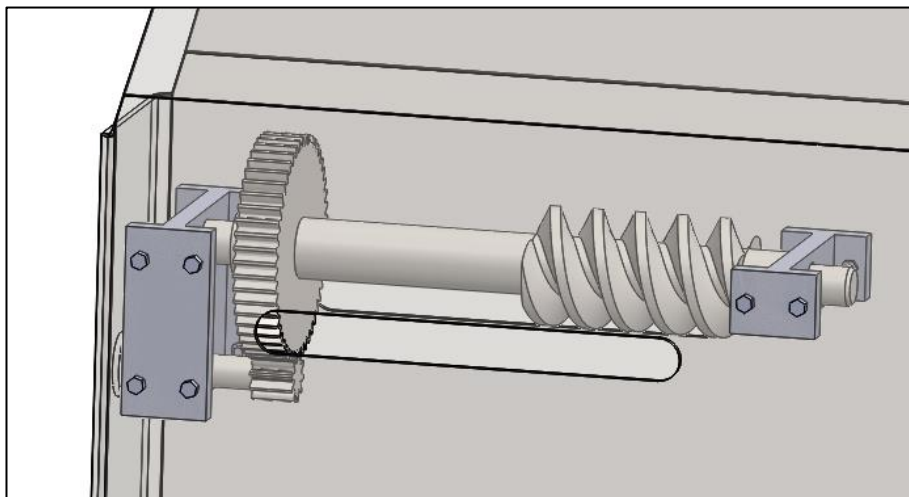
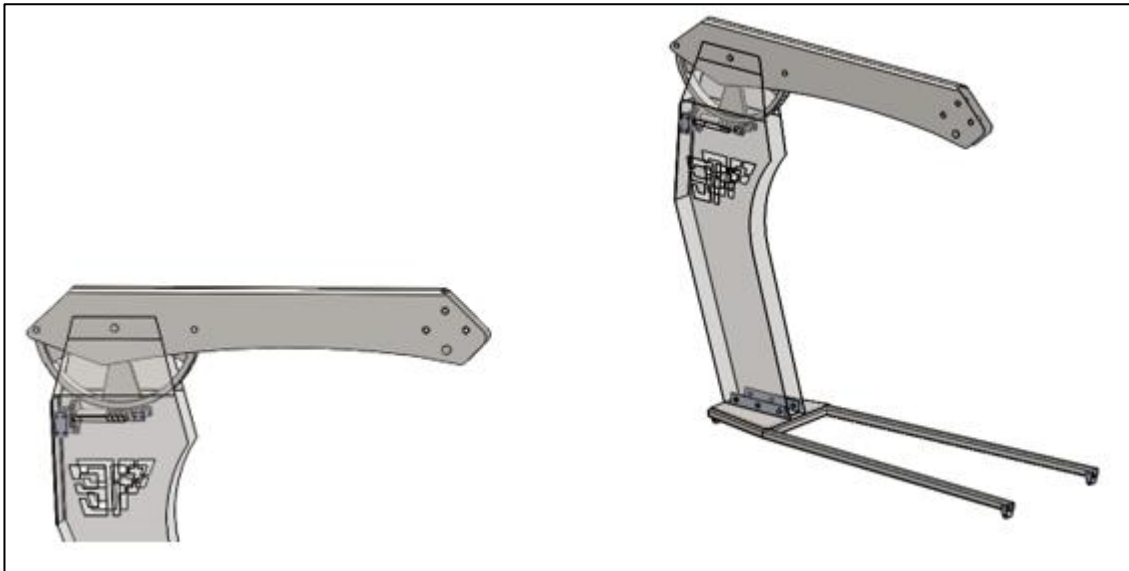


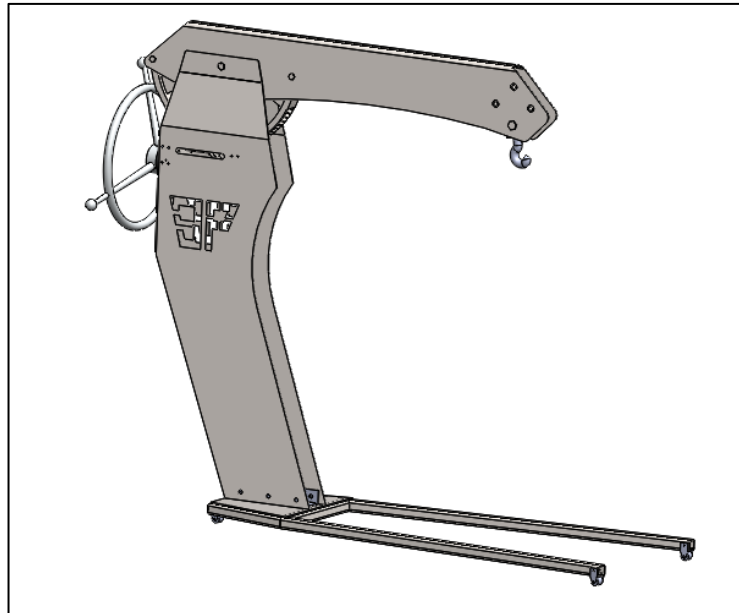
Figure III.8: assemblage support, vis sans fin et pignon

- Assembler la flèche et la colonne par un boulon Ø20.



*Figure III.9: assemblage flèche et colonne*

- Placer le voulant et le crochet dans leur emplacement.



*Figure III.10: assemblage finale*

Emplacement de la grue devant l'AMAROK et la MARUTI 800

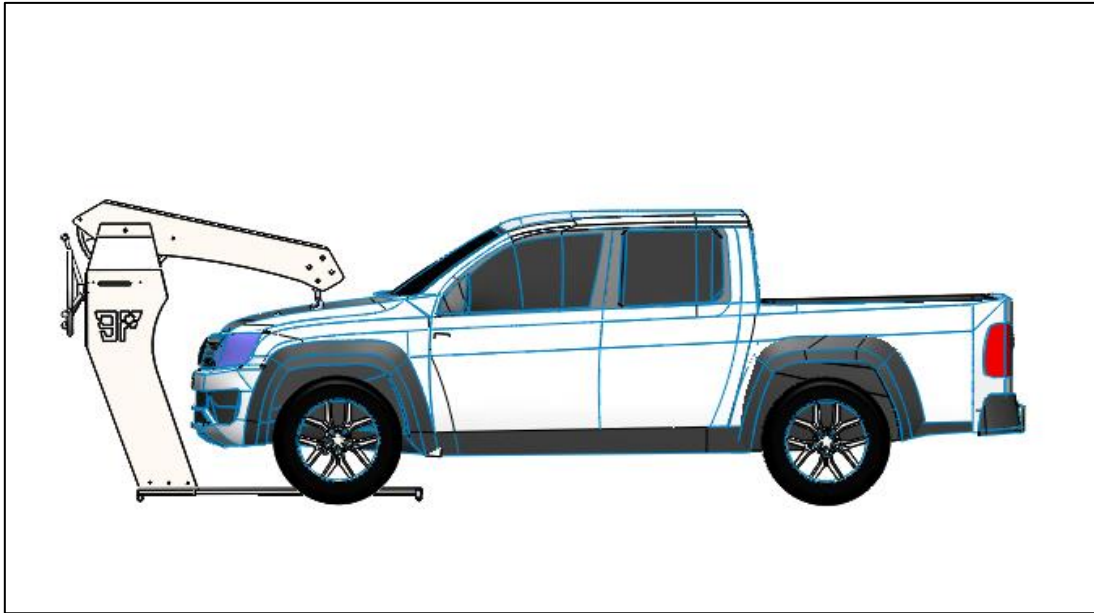


Figure III.11: moteur d'AMAROK accrocher

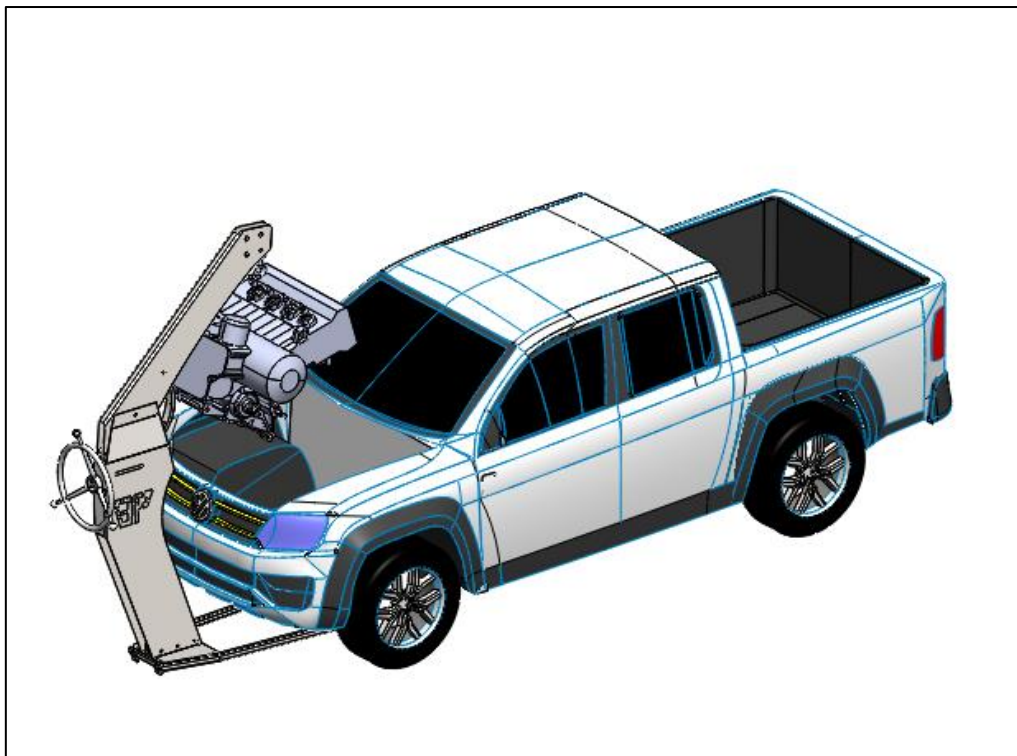


Figure III.12: moteur d'AMAROK extrait

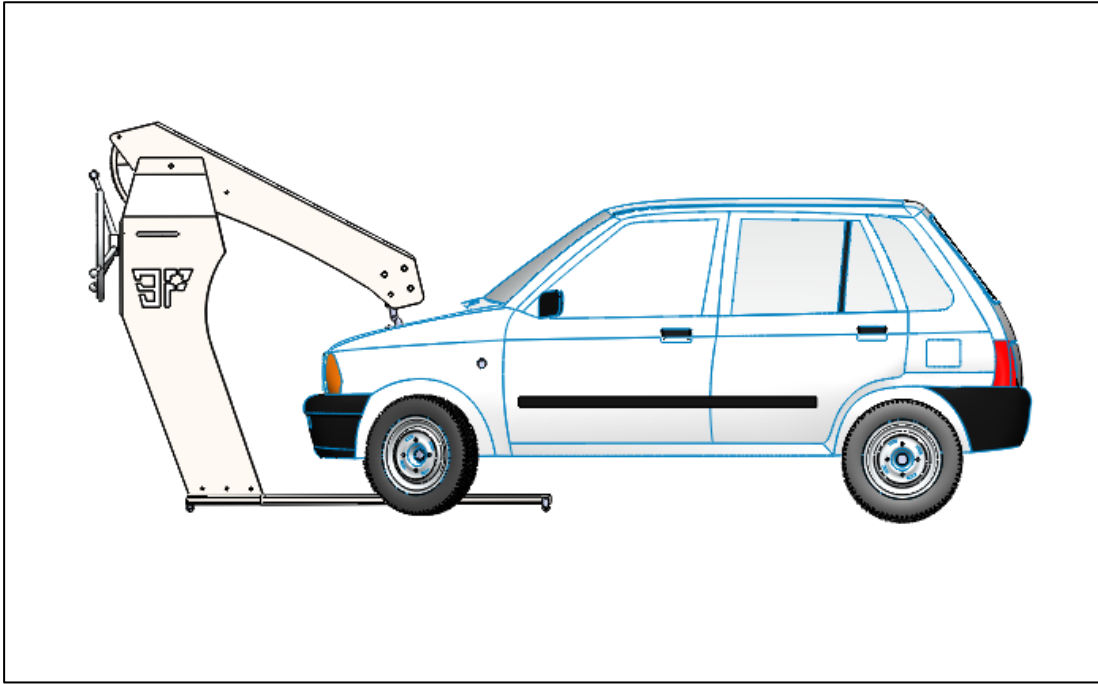


Figure III.13: moteur du MARUTI 800 accrocher

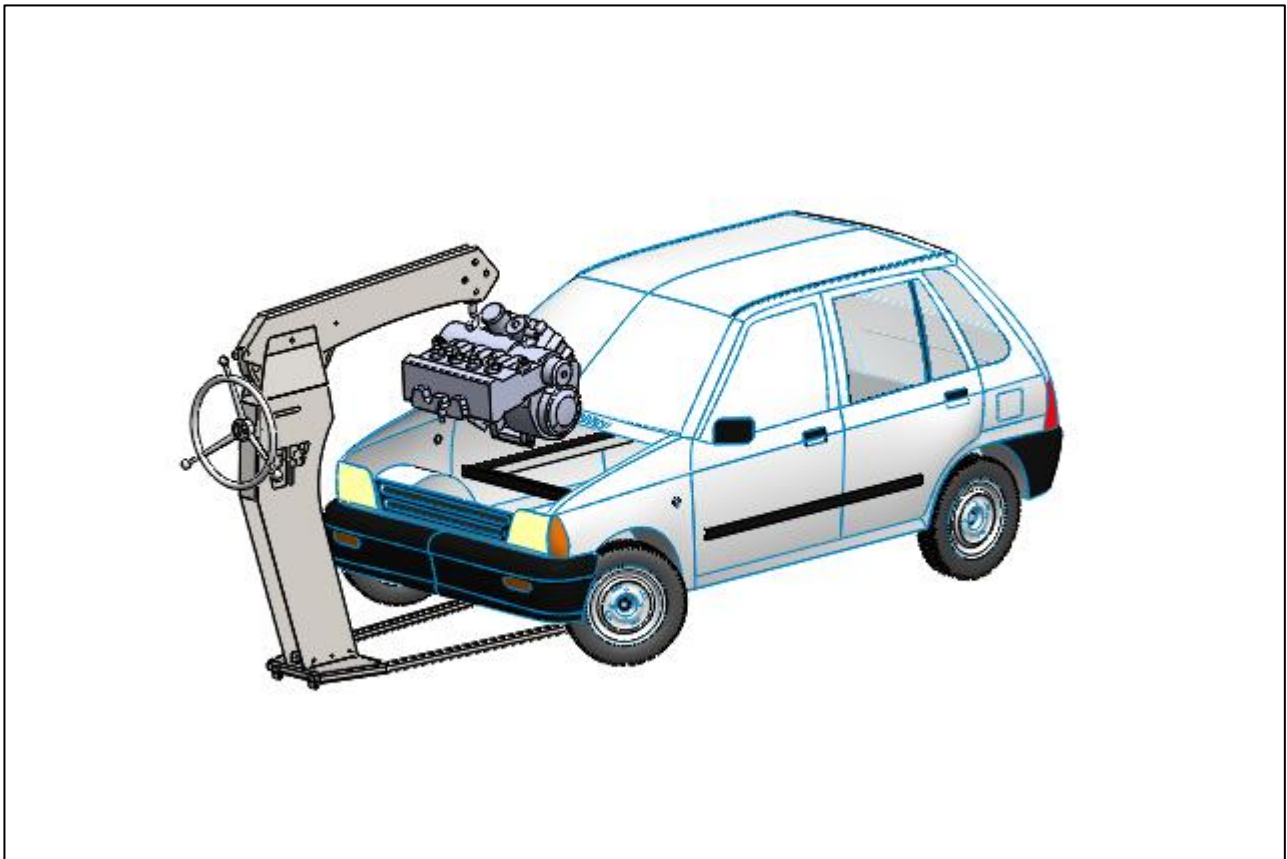


Figure III.14: moteur du MARUTI 800 extrait



## **Conclusion générale**

Nous avons commencé notre travail avec une recherche bibliographique sur le sujet traité. Ensuite, nous avons fait l'analyse du problème à l'aide de la démarche de l'analyse fonctionnelle afin de choisir la meilleure solution qui remplace le vérin hydraulique.

Après avoir choisi le system optimal qui est l'engrenage roue vis sans fin, nous somme passer à l'étape de dimensionnement de chaque élément composant. On peut décomposer cette étape en trois parties essentiels, une étude cinématique, calcul des résistances des matériaux et choix des sections et des matières appropriées. Finalement, nous avons réalisés la conception en 3D sous le logiciel SolidWorks, ainsi les mises en plan et le dessin d'assemblage, ensuite nous avons établis la gamme de fabrication générale et les gammes d'usinages.

En raison du temps limité et de certaines circonstances, malheureusement nous n'avons pas pu à atteindre l'étape de la réalisation, mais vu aux résultats, nous pouvons dire que nous avons atteint un niveau de conception acceptable, ce qui nous permet de réaliser la fabrication.

En perspective cette étude demande des améliorations de la conception, de la forme géométrique et d'ajustement des gammes de fabrication en utilisant des machines plus récentes.

## Références Bibliographiques

- [1] E. P. B. – H. H. MOLINARO, «culture sciences de l'ingénieur,» 27 Avril 2020. [En ligne].  
Available:  
<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/12240/12240-chevre-grue-derrick-petite-histoire-des-engins-de-levage-ensps.pdf>. [Accès le 05 Mai 2022].
- [2] J. Bodsworth, «egyptarchive,» [En ligne]. Available:  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Cordes-originales-barque-kh%C3%A9ops.jpg>.  
[Accès le 26 JUIN 2022].
- [3] S. Bernier, «La prévention des risques liés aux manutentions manuelles et,» Centre national de la recherche scientifique, 3ème édition,, 2003. [En ligne].
- [4] H. M. e. B. COLOMB, technologie fonctionnelle de l'automobile, Dunod, 2019.
- [5] N. G. A. Dhabî, *reportage sur la fabrication des véhicules de la marque Mercedes-Bens*, 2018.
- [6] A. W. d. T. Web6, «Minute auto,» [En ligne]. Available: <http://minute-auto.fr/>.
- [7] ISO, «ISO 45001:2018 Systèmes de management de la santé et sécurité au travail,» Genève , 2020.
- [8] L. D. L. Manutention, «L'Expert De La Manutention,» [En ligne]. Available: <https://drouaise-levage.fr/>. [Accès le 03 Juin 2022].
- [9] ISO, «ISO 45001,» GENÈVE , 2018.
- [10] A. Godbout, «Hydro Québec,» [En ligne]. Available: <https://www.hydroquebec.com/residentiel/>.  
[Accès le 03 Juin 2022].
- [11] Boul.Fernand-Lafontaine, Éd., *Gréage Et Appareil De Levage*, Québec : ASPHME, 2010.
- [12] H. e. Chisholm, «Cranes,» *Cambridge University Press*, vol. 7, 1911.
- [13] «alloprof,» [En ligne]. Available: [www.alloprof.qc.ca](http://www.alloprof.qc.ca). [Accès le 03 juillet 2022].

- [14] G. Henriot, Engrenages, Dunod.
- [15] L. Gueraiche, *Conception des systèmes mécaniques*, Jijel : Université de Jijel , 2021.
- [16] A.CHEVALIER, Guide Du Dessin Industriel, 10 éd., paris: Classique Hachette , 1979.
- [17] C. M. e. S. Cescotto, Mécanique Des Matériaux, paris, boulevard Saint-Germain 75005: Eyrolles, 1980.
- [18] Légifrance, *arrêté relatif aux coefficients d'épreuve et aux coefficients d'utilisation applicable aux machines, accessoires de levage et autres équipements de travail soumis à l'article L.233-5 du code du travail pour la prévention des risques liés aux opération de*, 1992.
- [19] D. Systèmes, «SolidWorks,» [En ligne]. Available: <http://solidworks.com/fr>.
- [20] M.HADJOU, *Bureau Des Méthodes*, Bejaia, 2022.



# Annexes