

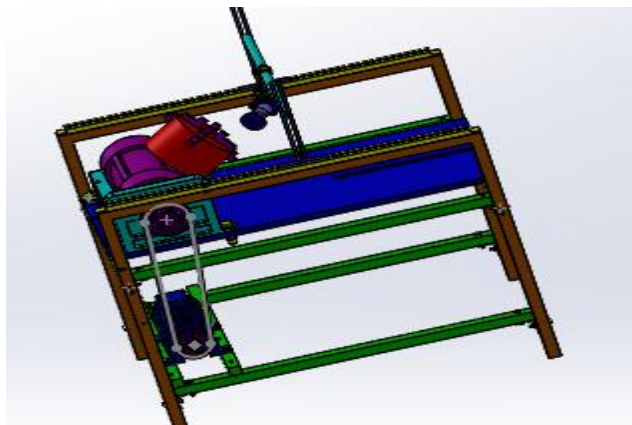
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire fin d'étude

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Génie Mécanique

*Etude et conception d'une machine à
ébavurer des engrenages*



Proposé par : S.N.V.I

Dirigé par : MOHLLEBI Hakim

Réalisé par :

M^r : ALIOUANE Mohamed

M^r : BOUMRAR Abdelaziz

PROMOTION : 2013

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir aidé pour arriver à terme de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à l'égard de tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, particulièrement à notre promoteur Mr MOHLLEBI pour sa disponibilité, ses conseils et suggestions.

Nos remerciements vont également aux ingénieurs de l'entreprise L'SNVI particulièrement à notre cou promoteur Mr KELANEMER Said et SADALI Ouahmed pour la confiance qu'ils nous ont accordée en proposant ce sujet, ainsi qu'à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

En fin, aux membres de jury qui nous font l'honneur d'examiner notre mémoire de fin d'études.

Merci

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu tout au long de ma vie, qui m'ont orienté dans le bon chemin et qui' ont tout fait pour que je réussisse, que Dieu vous bénisse et vous garde;

A mes très chers frères ;

A mes très chères sœurs ;

A mes nièces ;

A toute ma famille ;

A tous mes amis(es) et tous ceux que j'aime ;

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ABDELAZIZ

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A la mémoire de mon très cher père

Ma très cher mère qui ma toujours soutenu tout au long de ma vie, qui ma orienté dans le bon chemin et qui ma tout fait pour que je réussisse, que Dieu te bénisse et te garde;

A mes très chères sœurs ;

A mes nièces ;

A toute ma famille ;

A Nadjia ;

A tous mes amis(es) et tous ceux que j'aime ;

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MOH

Table des matières

Introduction :

Chapitre I : Synthèse bibliographie

Chapitre II : Présentation de l'entreprise et de projet

Ø II-1. Introduction	3
Ø II-2.Présentation de l'entreprise (S.N.V.I)	3
Ø II-2.1. Historique :.....	3
Ø II-2.2. Objectif :.....	5
Ø II-2.3. Organisation de la S.N.V.I :.....	6
Ø II-3.Présentation de projet :.....	8

Chapitre III : L'ébavurage et les machines-outils

Ø III-1. Introduction :.....	9
Ø III-2. L'ébavurage :.....	9
Ø III- 2.1. Définition :.....	9
Ø III- 2.2. Processus d'ébavurage :.....	9
Ø III- 2.3. Outil d'ébavurage :.....	10
Ø III-3. Machine-outil :.....	10
Ø III-3.1. Définition :.....	10
Ø III-3.2. Le principe d'une machine-outil :.....	11
Ø III-3.3. Structure générale d'une machine-outil :.....	11
Ø III-3.4. Fonctions mécaniques :.....	12
Ø III-3.5. Les phénomènes physiques liés aux organes mécaniques d'une machine :.....	12
Ø III-3.6. La performance d'une machine :.....	13
Ø III- 4. Conclusion :.....	14

Chapitre IV : Généralités sur les engrenages

Ø IV-1. Introduction :.....	15
Ø IV -2. Définition :.....	15
Ø IV-3. Taillage des engrenages :.....	17
Ø IV-3.1.Taillage des engrenages cylindriques sans génération :.....	17
Ø IV-3.1.1. Taillage par fraise de forme :.....	18

Ø IV-3.1.2. Taillage par fraise disque :.....	18
Ø IV-3.1.3. Taillage par brochage :.....	19
Ø IV-3.2. Taillage par génération :.....	19
Ø IV-3.2.1. Taillage par outil-crémaillère :.....	19
Ø IV-3.2.2. Taillage par fraise-mère :.....	19
Ø IV-3.2.3. Taillage par outil-pignon :.....	20
Ø IV -4. Rôle des engrenages :.....	20
Ø IV -4.1. Engrenages droits à dentures droites :.....	21
Ø IV -4.2. Engrenages droits à denture hélicoïdale :.....	23
Ø IV -4.3. Engrenages coniques :.....	24
Ø IV -4.4. Roues et vis sans fin :.....	25
Ø IV-5. Fabrication des engrenages au sein du centre mécanique (S.N.V.I) :.....	26
Ø IV-5.1. Présentation du secteur de fabrication des engrenages.....	26
Ø IV-5.2. Processus d'ébavurage :.....	30
Ø IV-5.2.1. Présentation du processus d'ébavurage :.....	30
Ø IV-5.2.2. Les équipements du poste d'ébavurage :.....	31
Ø IV-5.2.3. Mode opératoire	33
Ø IV-5.2.4. Les inconvénients	33

Chapitre V : Analyse et conception du projet

Ø V-1. Introduction	34
Ø V-2. Analyse du sujet :.....	34
Ø V-2.1. Origine du projet :.....	34
Ø V-2.2. Analyse fonctionnelle :.....	34
Ø V-2.2.1. Diagramme d'interaction :.....	34
Ø V-2.2.2. Diagramme F.A.S.T :.....	35
Ø V-3. Analyse des pièces :.....	37
Ø V-3. La Conception :.....	40
Ø V-3.1. Définir la cinématique globale de l'ébavureuse :.....	40
Ø V-3.2. Choix des technologies employées :.....	42
Ø V-3.2.1 Outil de travail :.....	42
Ø V-3.2.2 Réglage de la position de travail :.....	43
Ø V-3.2.2.1 Position de la pièce :.....	43
Ø V-3.2.2.2 Position et déplacement de l'outil :.....	44
Ø V-3.2.3. L'entraînement en rotation :.....	46
Ø V-3.2.4 Transmission de mouvement :.....	46

Ø V-3.2.5. Le châssis :.....	47
Ø V-3.2.6. Serrage des pièces.....	48

Chapitre VI :Dimensionnement et simulation

Ø VI-1.Introduction :.....	51
Ø VI-2 .Dimensionnement de l'ensemble :.....	51
Ø VI-2.1. La meule :.....	51
Ø VI-2.2 Ressort	53
Ø V-2.3. Moteur.....	59
Ø V-2.4. Eléments de transmission :.....	62
Ø V-2.4.1. Multiplication d'angle :.....	62
Ø V-2.4.2. Poulie :.....	64
Ø V-2.4.3. Courroie :.....	64
Ø VI-3. Analyse statique des pièces :.....	65
Ø Cas de fixation de la meule :.....	65

Conclusion :

Annexe 01

Annexe 02

Annexe 03

Bibliographie :

Liste des figures

Figure 01: Structure de base d'une machine-outil	11
Figure02 : Plan effort-vitesse	13
Figure 3 : Domaine de travail des outils	13
Figure 4: Types d'engrenages à denture droite.....	15
Figure 5 : Profil des dents.....	16
Figure 6 : Principe d'engrènement.....	17
Figure 7 : Fraise-module.....	17
Figure 8 : Fraise-disque.....	18
Figure 9 : Outil-crémaillère.....	19
Figure 10 : Fraise –mère.....	19
Figure 11 : Outil-pignon.....	20
Figure 12 : Rôle des engrenages.....	21
Figure 13: Engrenages droits à dentures droites.....	21
Figure 14 : Type d'engrènement.....	22
Figure 15: Engrenages droits à denture hélicoïdale.....	23
Figure 16 : Engrenages coniques.....	25
Figure 17 : Roues et vis sans fin.....	25
Figure 18 : Emplacement du processus d'ébavurage.....	30
Figure 19 : Bavures.....	31
Figure 20: Poste d'ébavurage.....	31
Figure 21: Support pour les couronnes pignon d'attaque,	21
Figure22: Support pour planétaire et satellite	22
Figure 23 : Outil à ébavurer.....	23
Figure 24 : Graphe des interactions.....	35
Figure 25 : Schéma de l'ébavureuse.....	40
Figure 26 : Pour arrête parallèle à l'axe de la pièce.....	41
Figure 27 : Pour arrête inclinée par à l'axe de la pièce.....	41
Figure 28 : Pour arrête perpendiculaire à l'axe de la pièce.....	42
Figure 29 : Outil actuel.....	42
Figure 30 : Outil adapté.....	43
Figure 31 : Différents position de travail.....	44
Figure 32 : Mécanisme de position et déplacement.....	45

Figure 33 : Fixation de la meule.....	45
Figure 34 : Moteur.....	46
Figure 35: Courroies.....	47
Figure 36 : Châssis.....	47
Figure37 : Mandrin.....	48
Figure 38 : Cale.....	49
Figure 39: Vue de l'ébavureuse.....	50
Figure 40: Contact butée.....	60
Figure 41: Contact pièce-outil.....	60
Figure42: Contact porte-outil.....	61

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Organe de machine.....	12
Tableau N° 02 Principales caractéristiques à denture droite.....	22
Tableau N° 03 : Valeur de modules normalisés.....	23
Tableau N° 04 : Principales caractéristiques à denture hélicoïdale.....	24
Tableau N° 05 : Caractéristiques des roues.....	25
Tableau N° 06 : Présentation du secteur de fabrication des engrenages.....	27
Tableau N° 07 : Cahier des charges fonctionnelles.....	35
Tableau N° 08 : Caractéristiques des couronnes.....	38
Tableau N° 09: Caractéristiques des satellites.....	39
Tableau N° 10 : Caractéristiques des planétaires.....	40
Tableau N° 11 : Vitesse de rotation du 1 ^{er} mécanisme.....	52
Tableau N° 12 : Vitesse de rotation du 2 ^{eme} mécanisme.....	52
Tableau N° 13 : Caractéristique des ressorts.....	54
Tableau N° 14 : Caractéristiques des couronnes	56
Tableau N° 15 : Déplacement et raideur pour les satellites.....	57
Tableau N° 16 : Déplacement et raideur pour les planétaires.....	57
Tableau N°17 : Caractéristique des engrenages coniques constituant le réducteur d'angle...	63

Nomenclatures

SYMBOL	UNITE	DEFINITION
i		Rapport de transmission
W	watt	Puissance
N	tr /min	Vitesse de rotation
D	mm	Diamètre primitif
Z		Nombre de dents
e		entrée
s		sortie
d_m	mm	Diamètre de la meule
V	m/s	Vitesse
T	s	Tempe de coupe
L	mm	Epaisseur de la meule [mm]
I		Nombre de passe
S	mm	Déplacement par tour de la pièce (périmètre de la pièce)
n	tr /min	Fréquence de rotation de la pièce
v_c	m /s	Vitesse de coupe
Ø_{max}	mm	Diamètre maximale
Ø_{min}	mm	Diamètre minimale
f		Coefficient de frottement
F_r	N	Force radiale
F_t	N	Force tangentielle
F_l	N	Force de résistance due au contacte outil-pièce
Δx	mm	Déplacement maximale
K_{min}	N /mm	Raideur de ressort min
K_{max}	N /mm	Raideur de ressort max
p	N	Poids
M_t	N /mm	Couple de torsion
N_a		Nombre de spires actives
G	N/mm ²	Module d'élasticité
τ₀	N/mm ²	Contrainte de cisaillement
N		Nombre spires total du ressort
τ_{max}	N/ mm ²	Contrainte de cisaillement max
R_p	N /mm	Résistance pratique
R_{pg}	N /mm	Résistance pratique glissement
k_d		Coefficient de concertation de contrainte dynamique
M_{rg}	N*mm	Moment résistant global
M_{rb}	N*mm	Moment résistant butée
p_p	kg	Poids pièce
p_m	kg	Poids mandrin
M_{rc}	N*mm	moment résistant due au contacte pièce-outil
η		Rondement
η_c		Rondement courroies
η_d		Rondement diviseur
p_m	watt	Puissance moteur

N_A	tr /min	Nombre de tours des pignons de sortie
N_{B_1}	tr /min	Nombre de tours de pignons d'entrée
N_p	tr /min	Nombre de tours de pièces
I_d		Rapport de transmission diviseur
$N_{ent\ div}$	tr /min	Nombre de tours d'entrée diviseur
N_{mot}	tr /min	Nombre de tours de moteur
I_c		Rapport de transmission de courroies
d_{p1}	mm	Diamètre polie
d_{p2}	mm	Diamètre polie
A	mm	entraxe

INTRODUCTION

Dans le secteur manufacturier, un des objectifs importants est de fabriquer un produit à un rapport qualité prix plus avantageux que les concurrents pour se tailler une part de marché intéressante. Dans le domaine du transport, la qualité est d'autant plus importante puisque la vie des gens est en cause. Cependant, non seulement la qualité est importante, mais, de nos jours, avec le prix du carburant et les enjeux environnementaux la performance devient de plus en plus critique. Le développement des technologies dans les méthodes de fabrication devient donc un élément clé pour l'amélioration du contrôle des procédés de fabrication.

L'égouttage est une opération de fabrication inévitable qui ne peut être totalement éliminée. Toutes les arêtes d'une pièce comportent des bavures. Les bavures peuvent être déplacées, minimisées, mais pas éliminées. La plupart des procédés de fabrication connus génèrent des résidus de matière accrochés à la pièce dont il faut se débarrasser.

Or, l'égouttage est trop souvent négligé ou peu d'effort sont mis pour l'améliorer. Par contre, pour certains domaines de haute technologie comme l'aéronautique, les pièces fabriquées possèdent une grande valeur lorsqu'elles arrivent à l'étape d'égouttage. Il y a alors un grand intérêt à améliorer cette opération pour assurer la qualité du produit jusqu'à la dernière opération, surtout lorsqu'il s'agit d'égouttage de précision. L'automatisation est une bonne façon de contrôler les procédés. Le présent projet trouve donc sa place dans les méthodes de fabrication moderne

Le premier chapitre l'étude bibliographique a éclairé les différentes procédures pour l'automatisation du mode d'égouttage.

Le second chapitre présente le cycle d'évolution de l'industrie mécanique en Algérie et la recherche du développement de la production, de l'exploitation, de la distribution et de la maintenance des véhicules industriels au sein de S.N.V.I.

Le troisième chapitre montre la définition d'égouttage et le principe d'égoutter et expose les fonctions de base d'une machine-outil et leur structure générale, terminant par leur performance.

Le quatrième chapitre définit les engrenages et indique leurs caractéristiques et décrit les principaux types, passant par leur fabrication au sein de la SNVI.

Le cinquième chapitre fait l'analyse de projet et propose des choix pour solutionner le problème, ensuite passer à la conception de la machine faisant les meilleurs choix qui répond au cahier charge établi par la SNVI.

Le sixième consiste à définir les dimensions et les formes exactes des composants de la machine pour sa réalisation, et faire la simulation pour l'ensemble.

A la fin la conclusion donne les avantages de l'égoutteuse, on espérant que ce projet donnera la base à d'autres travaux d'automatisation des outils de travail.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Ce projet fait partie d'un objectif plus grand d'automatisation de l'ébavurage qui a vu le jour il y a déjà plusieurs années. La première phase a été l'automatisation d'une série d'opérations d'ébavurage de finition faites à la main qui causait des risques de problèmes de santé et sécurité. Les procédés développés utilisent des outils flexibles, tel que des brosses, qui demandent peu de précision de positionnement, donc peu de besoin en technologie.

L'enjeu est différent à présent, il n'est plus seulement question de santé et sécurité, mais de plus en plus du coût et de la qualité. Comme le disent MICHAEL Massarsky et DAVID Davidson [7] (2004, p.3) « Il va à l'encontre de la logique de négliger l'ébavurage et le polissage de pièces de grande valeur en utilisant des méthodes qui sont ni sophistiquées ni contrôlées alors qu'il y a eu un investissement considérable pour usiner ces pièces avec précision et uniformité. »

Il faut, à présent, attaquer l'ébavurage dans son ensemble, c'est-à-dire toutes les opérations d'ébavurage depuis la sortie de la pièce de la machine d'usinage jusqu'au produit fini prêt à livrer. De nouveaux outils encore jamais expérimentés avec des machines ainsi que le développement de nouvelles technologies seront nécessaires au succès de l'entreprise de ce projet.

FORTUNE David [8] a dit que la problématique étant d'automatiser des opérations manuelles d'ébavurage. les objectifs sont, d'une part, de démontrer la faisabilité de l'ébavurage avec une machine utilisant des outils flexibles autant que rigides. De ce fait, il sera démontré que le contrôle de force permet l'utilisation d'outils rigides d'ébavurage pour accomplir une tâche de précision. D'autre part, dans le but de simplifier les procédures et d'accélérer le développement dans un contexte où les pièces sont variées et en faible volume, il est fixé comme objectif de développer des procédés génériques par géométrie.

LAHMANN Hervé [17] a pensé que les arêtes ébavurées sont celles situées aux extrémités des dents, mais aussi celles situées en leur sommet. L'ébavurage se fait intégralement de façon manuelle. à l'aide de deux fraises utilisant l'énergie pneumatique. Un ébavurage automatisé des dentures n'est pas envisageable car la production de type unitaire entraîne une grande diversité de dentures (module, diamètre, inclinaison).

Les réducteurs étant destinés à tourner dans un sens unique, les dentures comportent un flanc actif et un flanc non actif. Un soin particulier est donc apporté au flanc actif. Le moindre petit défaut sur celui-ci peut entraîner le rebut de la pièce. Ce qui engendre une perte financière mais aussi un risque de non respect des délais. Les opérateurs peuvent également être amenés à effectuer de légers rattrapages de défauts sur les flancs non actifs.

Deux opérateurs, travaillant en équipe, se relaient sur le poste. Ils sont uniquement dédiés à l'ébavurage des pièces et aucune autre personne ne peut réaliser leur travail. En effet, cette opération demande un savoir-faire et une finesse bien particulière.

Les types de bavure :

Il y a plusieurs types de bavure qui se forment pour la plupart des procédés. En l'occurrence. GILLESPIE [12] et Dornfeld [10] dénotent cinq types de bavure pour l'usinage et leur classification est définie en fonction des différents mécanismes de formation. Il s'agit des bavures d'entrée (Entrance burr) et de sortie (Exit burr) de l'outil de la

pièce. Il y a aussi les bavures enroulées (Rollover burr) et les bavures déchirées (Tear burr), puis il y a les bavures Poisson (Poisson burr).

1 - Bavure d'entrée (Entrance burr)

Ce type de bavure, comme son nom le dit, se forme lorsque l'outil d'usinage pénètre la pièce. Lors de l'entrée de l'outil, la pièce se déforme et une partie du matériau s'écoule en direction opposée à celle de l'outil.

Ce type de bavure ressemble un peu à la crête que crée la déformation d'un test de dureté sur une pièce.

2- Bavure de sortie (Exit burr)

Les bavures de sortie de pièce sont similaires à celles d'entrée. Cependant, la déformation se crée plutôt dans la direction de l'outil.

Les bavures d'entrée et de sortie se forment surtout sur des matériaux ductiles étant donné qu'elles sont dues à une déformation. Plus le matériau sera ductile, plus la bavure sera grosse.

Ces bavures ne sont pas seulement un bout de matière resté accroché à la pièce, elles font encore partie de la pièce et ont souvent une racine large et peuvent être difficiles à faire disparaître parce qu'il s'agit d'un enlèvement de matière.

3- Bavure Poisson (Poisson burr)

La bavure Poisson se forme chaque fois que l'arête tranchante de l'outil dépasse le bord de la pièce. Sa formation résulte de l'effort de coupe qui produit une contrainte de compression sur la pièce engendrant un glissement de matière vers l'extérieur de la pièce, donc une bavure Poisson sur l'arête de la pièce.

D'après GILLESPIE [12], les bavures Poisson sont généralement de petites dimensions et dépendent du matériau et des efforts de coupe qui sont appliqués sur la pièce.

4- Bavure enroulée (Rollover burr)

Les bavures enroulées se forment à la sortie de l'outil de la pièce. Elles se forment lorsque l'effort pour plier le matériau est moindre que pour le couper ou le cisailier. Tirée de GILLESPIE (1999, p.55) [12]

Selon DORNFELD [10], elles peuvent être minimisées en diminuant la profondeur de coupe ou en augmentant l'angle de cisaillement à la sortie, c'est-à-dire en s'assurant que l'arête coupante de l'outil sort avec un angle par rapport à l'arête de la pièce.

Conclusion :

Cette étude bibliographique nous a permis de découvrir le principe de FORTUNE David pour l'automatisation de l'ébavurage et la méthode suivie par LAHMANN Hervé pour sa réalisation. A la fin on arrive d'avoir des idées pour la conception de la machine et aussi le dimensionnement pour sa réalisation.

Chapitre II : Présentation de l'entreprise et de projet

La SNVI, une Entreprise Publique Economique.

Dés mai 1995, la SNVI change de statut juridique pour devenir une EPE régie par le droit commun, la SNVI est alors érigée en Société Par Action, au capital de 2,2 milliards de dinars. Etant EPE, la SNVI est placée sous le contrôle du holding publique mécanique, un sous produit de la restructuration industriel amorcée par le gouvernement des 1994 et orientée par le conseil national de participation de l'état (CNPE), lequel présidé par le chef de gouvernement. Celui-ci se donne pour mission générale la gestion des capitaux marchands de l'état. A ce titre le holding exerce, par délégation, tous les attributs du droit de propriété sur les actions de la SNVI qui lui sont transférées. La SNVI a pris le contrôle de l'entreprise économique « FONDAL » Société par action (SPA) depuis le 04 aout, et ce conformément

Aux résolutions arrêtées par l'Assemblée Générale des holdings publique mécanique redéploiement de la SNVI, sont définies par le holding en question. Donc a été « transformée » consécutivement aux décisions financières prises par le conseil national de la planification en :

Société par action :

Suivant le mécanisme décrit par le décret législatif n°93.08 du 25/04/1993 et les dispositions réglementaire particulières applicables à l'EPE il résulte ce qui suit :

Objet social :

La recherche, le développement de la production, de l'exploitation et la distribution dans le secteur des véhicules industriels et leurs composants.

Domaine social :

Sa dénomination demeure toujours, Entreprise Nationale Véhicules Industriels « SNVI ». Siège Social : Son siège est à Rouïba-Alger, route nationale n°5, BP153.

Capital social :

Le capital social est fixé à la somme de 2.200 000 000,00 de dinars, conformément à la décision du conseil national de la planification n°457/ DPCNP, avec obligation pour l'entreprise des dettes trésor :

En titre participatif, sur une contractuelle avec le trésor publique, pour un montant de 10.036.000.000.00 De dinars. Il est divisé en 4 400 actions, numérotées de 01 à 4 400 de 500.000.00 dinars de valeur nominale, souscrites et libérées par l'état et détenues à 100% par le fond de participation « biens d'équipement » .

➤ 1995-2000

Nouvelle réorganisation du holding :

Le conseil national des participants de l'état estime que le succès de la réhabilitation du secteur public réside dans l'unité de la direction au niveau de l'action et d'une hiérarchie raccourcie de prise de décision clairement établie.

Le 03 juin 2000, le holding publique mécanique devient HOMELEC (Holding Mécanique et Electronique), Holding constitué de regroupement de deux holdings mécanique et électronique.

Mission :

La SNVI ? Entreprise National de Véhicules Industriels est chargée dans le cadre du plan national de développement économique et social et de la recherche du développement de la production, de l'exploitation, de la distribution et de la maintenance des véhicules industriels.

Par véhicules industriels, il faut entendre :

- Les camions ;
- Les autobus ;
- Les autocars ;
- Les camions spéciaux ;
- Les remorque et semi-remorque ;

Et d'une manière générale, tous les véhicules destinés au transport routier des personnes, des biens et des manières d'une charge utile supérieure à 1,5tonnes.

D'autre part, la S.N.V.I est chargée d'assurer et de promouvoir les activités d'après vente des véhicules industriels et d'assister également les gros utilisateurs de ses produits dans la mise en place de leurs propres moyens de maintenance.

On peut retenir trois caractéristiques à la S.N.V.I :

- La S.N.V.I est une entreprise très **spécialisée** et verticalement intégrée.
- La S.N.V.I dispose d'une **grande de variété de produits**.
- La S.N.V.I est présente sur l'ensemble du territoire national d'où une intégration économique appréciable.

II-1.2. Objectif :

1. Satisfaire les besoins nationaux en véhicules industriels :

- Maximiser la production.
 - Acquérir rapidement une gamme technologie (taux d'intégration élevé, grand nombre de produits).
 - Rationaliser l'emploi.
-

- Utiliser les techniques performantes et adaptées.

2. Comblent l'écart entre la production et la demande :

- Commercialiser les véhicules industriels fabriqués localement.
- Assurer la disponibilité de la pièce de rechange de la gamme S.N.V.I.
- Assurer le service après vente

1. Minimiser le prix des produits et de services en assurant sa rentabilité :

- Minimiser le prix.
- Financer partiellement le développement de l'entreprise par la commercialisation.

2. Formation massive des hommes :

3. Contribuer au progrès économique et sociale :

- Assurer l'implantation industrielle et commerciale sur l'ensemble du territoire.
- Assurer la disponibilité des produits sur l'ensemble du territoire national au prix uniforme.

II-1.3. Organisation de la S.N.V.I :

➤ **1995-2000**

Le siège social de la S.N.V.I se situe à Rouba, 30 Km d'Alger.

Le S.N.V.I adopte le modèle organisationnel uniforme structuré e cohérence parfaite avec les objectifs du contact de performance de la manière suivante :

- Une assemblée de travailleurs soutenue par les commissions permanente.
- Un conseil de surveillance.
- Un directeur général unique de l'entreprise épaulé par des cadres dirigeants, des directeurs d'unités (commerciales, production et prestation de service).

Pour accomplir ses différentes missions, la S.N.V.I a développé toute une variété d'activités qu'on peut grande catégories homogène : des activités opérationnelles et les activités fonctionnelles.

1. Les activités opérationnelles :

Sont des activités de la production et sont sous la responsabilité de la direction industrielle.

Les unités de production prennent en charge le processus de fabrication des véhicules industriels depuis la forge jusqu'au montage (y compris les activités annexes, telles que la maintenance, le contrôle de la qualité, les études).

Les unités de production sont :

- Complexe des Véhicules Industriels « C.V.I. ».
- L'unité Carrosserie Industriels de Rouïba « U.C.R »

2. Les activités distribution et de maintenance :

3. Les activités fonctionnelles « de soutien » :

Cette activité concerne entre autre :

- La vente des véhicules industriels et de leurs équipements en Algérie et à l'étranger.
- La vente de pièce de rechange pour le soutien de la gamme S.N.V.I.
- Le service de la garantie.
- La réparation, l'entreprise et la rénovation des véhicules de la gamme S.N.V.I.
- La formation et la documentation.
- L'assistance technique à cette clientèle, assurée par les réseaux primaire et secondaire répartie à travers le territoire national : Rouïba (UCCR), Tizi-Ouzou, Hamiz, Béchar, Hussein dey, Tlemcen, Sétif, Constantine, Ouargla, Oran, Sidi-Moussa et Annaba.

Ils y a trois unités implantées toutes au centre du pays, à Alger :

- Transit dédouanement et transport, rattachée hiérarchiquement à la direction des achats.
- Unités Etude et recherche, rattachée hiérarchiquement à la direction technique.
- Unités de gestion de produit, rattachée hiérarchiquement à la direction commercial.

► Décembre 2000 :

Réorganisation de la S.N.V.I et création de trois (03) division.

La nouvelle configuration de la S.N.V.I est :

- Direction des ressources humaines.
 - Direction comptabilité et finances.
 - Direction de l'administration.
 - Direction commerciale, toujours avec les anciennes unités commerciales.
 - Direction du partenariat et de restructuration industrielle.
 - Direction de l'audit, contrôle de gestion et de l'organisation.
 - Division véhicules industriels.
 - Division carrosseries industrielles qui chapeaute deux unités de carrosseries (Rouïba et Tiaret).
 - Division Fonderie de Rouïba.
-

II-2.Présentation de projet :

Dans ce projet de fin d'étude, nous allons faire une étude de conception d'une machine (ébavureuse), répondant au cahier des charges établi par la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI), visant à automatisé l'opération d'ébavurage des dentures d'engrenages afin d'éliminer ou de diminuer les inconvénients du processus de fabrication pour améliorer le travail.

Conclusion :

La machine que nous proposons est simple et facile à manier. Pour y parvenir nous avons du faire face à de nombreuses contraintes, notamment celle de n'utiliser que les moyens mis à notre disposition par la SNVI et aussi notre connaissance limitée du logiciel SolidWorks utilisé.

Chapitre III : L'ebavurage et les machines-outils

III-1. Introduction

Les machines d'égavurage consiste à supprimer les bords non souhaités de pièces de matériel qui ont été laissés après le processus d'usinage et il existe plusieurs types de procédures que les machines d'égavurage utilise pour mener à bien le processus de nettoyage et de laisser vos composants facile et sûr pour le transport et l'utilisation plus tard.

III-2. L'égavurage :

III- 2.1.Définition :

Tout d'abord toutes les bavures sont des bits de surplus de matière ou des excès de matière qui sont laissés sur la pièce après le processus d'usinage ou moulage. Ces bavures tout d'abord affecte la façon dont vos composants ne sont pas polis et ont la forme appropriée et en même temps peut causer des accidents, ils peuvent affecter la performance globale de la composante de sorte que le processus d'égavurage prend part en vous aidant à nettoyer toutes les bavures qui prennent naissance après le processus d'usinage. Les processus d'égavurage sont de plus en plus reconnus comme une nécessité dans les rangs des sous-traitants d'usinage [11].

Le processus d'égavurage est donc vital pour le bien être de vos composants et est un processus obligatoire surtout si vous travaillez dans l'industrie de l'usinage. Il fera en sorte après qu'il a été complété que vos composants tout d'abord l'air bien et il sera également en mesure de mener à bien son objectif.

III- 2.2.Processus d'égavurage :

Le processus d'égavurage peut être complété dans un mode manuel ou mode automatique. Le premier concerne un travailleur manuel qui cherche, trouve et élimine les bavures de la racine en utilisant un outil d'égavurage qui peuvent avoir une tête mobile et expositions diverses angle cependant puisqu'il s'agit d'un processus très méticuleux. le processus d'égavurage fait par le travailleur peut être soumis aux variations de la qualité en tant que travailleur ne peut pas fonctionner de la même façon chaque fois. Le processus d'égavurage est en fait très monotone et peut devenir vite ennuyeux pour un travailleur.

Pour que le respect du processus d'égavurage est mieux réalisé par les systèmes automatisés qui ont toutes les fonctions déterminées à l'avance et qui ne s'ennuient ou ont faim et il ne vous manquera pas lorsque vous ont le plus besoin. Aussi par les l'achèvement du processus d'égavurage d'une manière automatisée, vous pouvez vous assurer que vous atteindre les plus hauts niveaux de qualité et vous pouvez supprimer complètement les bavures de la racine afin d'être sur que vous avez nettoyé la partie complètement [9].

Le processus d'égavurage peut également impliquer la masse de finition qui implique plusieurs parties en même temps être soumis au processus de finition et de cette manière, vous pouvez économiser beaucoup de temps et de maximiser vos résultats. De la même manière le processus d'égavurage peut utiliser une technique de sablage qui va nettoyer la

surface de bavure en le dynamitage d'un jet abrasif et donc enlever les matériaux excédentaires.

III- 2.3. Outil d'égavurage :

L'outil d'égavurage est généralement utilisé dans le processus d'égavurage manuel qui implique un travailleur à l'aide de l'outil d'égavurage pour nettoyer toutes les bavures excès d'égavurage doit également être le propriétaire d'une grande précision pour réussir à nettoyer toutes les bavures qui peuvent affecter votre pièce de façon négative. Il n'y a pas seulement un outil d'égavurage sur le marché aujourd'hui qui peut convenir à tous les types de forme de pièce. Vous pouvez trouver un large éventail d'outils d'égavurage sur le marché qui varient en forme et la taille afin d'être en mesure de nettoyer même les pires bavures dans les pires endroits de la surface du matériau des pièces.

L'outil d'égavurage généralement impossible sur le marché utilise une lame très forte qui peut être ajustée afin d'atteindre et de couper toutes les bavures qui sont indésirables sur la surface du matériau qui importe des bavures sur elle. Aussi ce type d'outil d'égavurage peut être spécialement conçu pour nettoyer les bords ronds et non pas des surfaces planes.

Une autre caractéristique qui doit être sérieusement prise en considération lorsqu'on se réfère à l'outil d'égavurage est la poignée en plastique qui est à la fois solide et facile à attraper mais les dernières créations de l'outil d'égavurage comprennent un plastique et la poignée en caoutchouc afin d'offrir une meilleure adhérence et de résistance.

La lame qui est utilisée normalement dans l'outil d'égavurage peut varier en fonction du projet, il est destiné à la surface et pour effacer les bavures. Pour cet égard un outil d'égavurage peut disposer d'un outil en métal qui peut éliminer les bavures excès avec une grande facilité et pour plus de surface fragile, vous pouvez utiliser une lame en céramique de sorte que n'endommage pas le composant entier au cours du processus d'égavurage [6].

III-3. Machine-outil :

III-3.1. Définition :

La machine-outil est une « Machine destinée à façonner la matière et mettant en œuvre un outillage mû mécaniquement. Une machine-outil travaille soit par déformation de la matière (machine à dresser les tôles, cisaille, emboutisseuse, poinçonneuse, plieuse), soit par enlèvement de métal. On a alors :

- les machines à mouvement circulaire continu, soit de la pièce (tour), soit de l'outil (fraiseuse, perceuse, aléseuse)
- les machines à mouvement rectiligne alternatif, soit de la pièce (raboteuse), soit de l'outil (étau limeur, mortaiseuse, brocheuse)
- les machines à outil abrasif, dans lesquelles l'outil est constitué par une meule, une toile enduite d'émeri, etc.

-la machine-transfert : dans une machine-transfert, l'avance des pièces à usiner et leur ablocage aux différents emplacements successifs sont réalisés automatiquement, tandis que l'actionnés par des cames et des tiges qui provoquent le déclenchement des différentes opérations suivant un cycle d'usinage préétabli [13].

III-3.2. Le principe d'une machine-outil :

Le principe d'une machine-outil par enlèvement des copeaux est très simple : on déplace devant un outil (fixe ou animé de mouvements) une pièce à usiner. Ce déplacement relatif entraîne, s'il y a interférence outil / pièce, un enlèvement de matière que nous appelons usinage.

Pour la très grande majorité des machines-outils d'usinage, la vitesse relatif pièce / outil nécessaire à l'enlèvement de matière est obtenue par rotation de l'outil ou de la pièce (mouvement de coupe).

III-3.3. Structure générale d'une machine-outil :

Une machine se distingue au premier coup d'œil de tout autre projet crée par l'homme par ces organes. Elle comprend en principe au moins les organes suivants :

- Le moteur est la source d'énergie mécanique ; moteur électrique, vérin pneumatique, ressort. il transforme toute l'énergie mécanique ; il est lui-même constitué de pièce mécanique.
- La transmission lie le moteur à l'outil et adapte ces organes entre eux ; réduction de vitesse, embrayage, cames.
- L'outil au sens large, est l'organe qui effectue le travail demandé à la machine ; crochet d'attelage d'une locomotive, couteau d'une faucheuse, foret d'une perceuse.

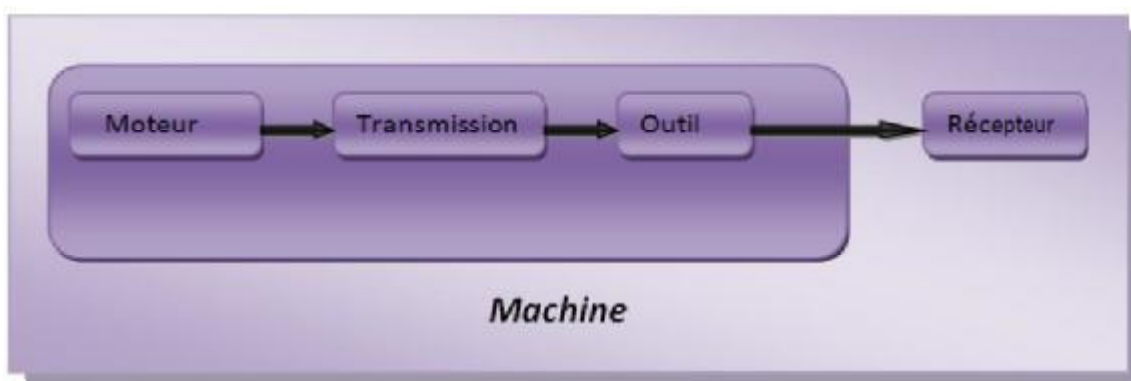


Figure 01: Structure de base d'une machine-outil

La transmission reliant le moteur à l'outil se compose généralement d'une série d'élément et d'organes en mouvement constituant la chaîne de transmission. Mais les machines comportent très souvent plusieurs moteurs et des chaînes cinématique appropriées.

Du point de vue strictement mécanique, on peut dire qu'une machine se compose d'une série d'éléments qui :

Transmettre du mouvement, transmettre des efforts et transmettre d'énergie.

III-3.4. Fonctions mécaniques :

Une machine peut se décomposer en sous-ensemble assurant chacun une ou plusieurs fonctions. En descendant jusqu'à une décomposition ultime, on parvient finalement à délimiter trois ou quatre fonctions mécaniques de base. A savoir :

- La liaison de deux pièces supprime toujours un ou plusieurs degrés de liberté, elle est complète lorsque toute liberté relative est supprimée, les pièces sont alors solidaire.
- Le guidage pour objet d'assurer un mouvement déterminé d'une pièce, il conserve un ou plusieurs degrés de liberté. Mais en supprime d'autre.
- L'articulation n'est qu'un guidage particulier permettant un mouvement de rotation oscillant, on la distingue parfois des autres.
- L'étanchéité s'oppose au passage de fluides et de poussières [12].

III-3.5. Les phénomènes physiques liés aux organes mécaniques d'une machine :

Lors d'étude d'une machine, on étudie les phénomènes physiques liés à ces organes mécaniques.

Tableau 01 : Organe de machine

Phénomène (exemple)	Organes des machines											
	Boulon	Courroie plate	Chaine	Engrenage	Vis sans fin	Trains à friction	Embrayage, frein	Came	Arbre	Rotor	Roulement	Palier lisse
Frottement	x	X			x	x	x					x
Usure			x		x	x	x					x
Ecaillage				x		x		x			x	
Précontrainte	x	X				x					x	
Pression hertzienne			x	x		x		x			x	
Irréversibilité	x				x			x				
Stick-slip							x					
Affolement								x				
Vitesse critique									x	x		
Effort d'inertie		X	x							x	x	
Echauffement					x	x					x	x

Instabilité											X	
Fatigue		X	x	x	x	x				X		
Ecoulement fluide				x	x						X	X
Vibration			x						X	X		

III-3.6. La performance d'une machine :

Les performances principales de toute machine sont sa vitesse, l'effort qu'elle peut exercer et sa puissance. Représentons ces caractéristiques dans un plan effort-vitesse (fig.2.2). Un point A de ce plan correspond à l'effort et à la vitesse disponible à l'outil de la machine en question, l'aire de rectangle construit entre ce point et les axes représente la puissance fournie au récepteur car la puissance est égale au produit scalaire de la vitesse par l'effort.

Ce plan permet de situer le domaine de travail des machines selon leurs caractéristiques dominantes :

- Domaine 1 : machine exerçant surtout un effort ; presse, cisailles, engins de levage. L'axe d'effort correspond aux efforts statiques purs.
- Domaine 2 : machine fournissent de l'énergie ; moteurs ; compresseurs, véhicules.
- Domaine 3 : machine dont l'essentiel est le mouvement ; machine à emballer, rotatives d'imprimerie, machine à trisser. L'axe de vitesse est celui des machines à information purs.

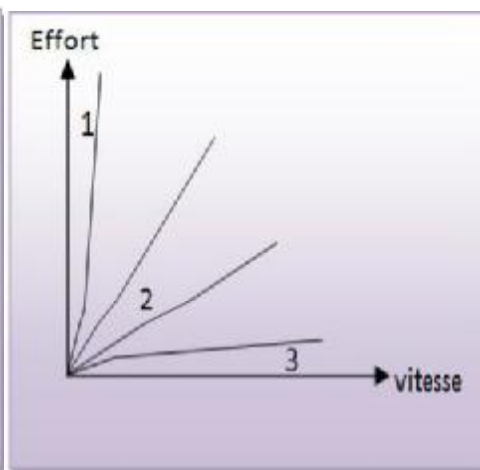
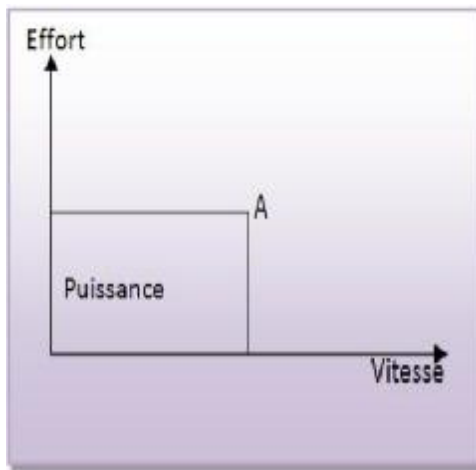


Figure02 :Plan effort-vitesse

Figure 3 :Domaine de travail des outil

On s'efforce de construire des machines toujours plus fortes, plus rapides et plus puissantes. Cela revient à placer le point figuratif le plus loin possible de l'origine du plan effort-vitesse.

Mais divers phénomènes physiques fixent des limites à la position de ce point et définissent un domaine de travail possible.

Il existe naturellement encore de nombreuses autres caractéristiques pour apprécier les performances d'une machine, notamment :

- La précision d'exécution de travail ;
- La durée du démarrage ;
- La longévité ;
- L'impact sur l'environnement (bruit, pollution, vibration) ;
- La consommation de l'énergie ;
- La sécurité ;
- La fiabilité ;

III-4. Conclusion :

Globalement, selon ISO, la qualité est l'ensemble de propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés en implicite. Mais, point de vue de l'exploitant, il importe surtout qu'une machine soit performante, économique. La fiabilité est étroitement liée à la conception et à la qualité de l'exécution. Plus une machine est simple, plus elle est fiable et bon marché à la construction et à l'exploitation. On s'efforcera d'obtenir la plus haute valeur de l'indice de qualité suivant [4]:

$$IQ = IQ = \frac{\text{performance} \times \text{fiabilité}}{\text{cout}}$$

Chapitre IV : Généralités sur les engrenages

IV-1. Introduction :

Le but de ce chapitre est de définir des engrenages et indiquer leur caractéristiques (terminologie, formules, étude cinématique et propriété), et de décrire les principaux types d'engrenages et les dentures ainsi que leurs dimension et normalisation.

Les engrenages font partie des éléments essentielles qui constituent les composants d'un mécanisme tournant, et ils se caractérisent par leur résistance et leur durabilité.

Du fait qu'ils sont normalisés, ces engrenages fabriqués avec les normes ISO présentent un avantage d'être facilement interchangeables, et assurent au même temps des possibilités de fabrication économiques : "taillage et contrôle automatique, équipement standard et conception type".

Il existe une grande variété de produits industriels concernant les mécanismes de transmission de puissance par engrenages : boîte de vitesse, réducteur de vitesse, poignet de robot,.....exit.

IV -2. Définition :

Un engrenage est composé de deux roues dentées (la plus petite est appelée pignon et pour distinguer l'autre roue dénommée tout simplement roue quand elle est extérieure, et dite couronne dans le cas où elle est intérieure. L'une des roue peut avoir un rayon infini, elle s'appelle alors une crémaillère ; Roue solaire ou planétaire dans un engrenage planétaire, qualificatif applicable à celle des deux roues dont l'axe est considéré comme fixe. Roue satellite dans un engrenage planétaire) servant à la transmission d'un mouvement de rotation. En contact l'une avec l'autre, elle transmette de la puissance par obstacle.

Les engrenages ont pour fonction de transmettre une puissance d'un arbre en rotation à un autre arbre tournant à une vitesse généralement différente, les deux vitesses restant dans un rapport constant [8].

Un engrenage se compose de 2 roues dentées engrenant ensemble.

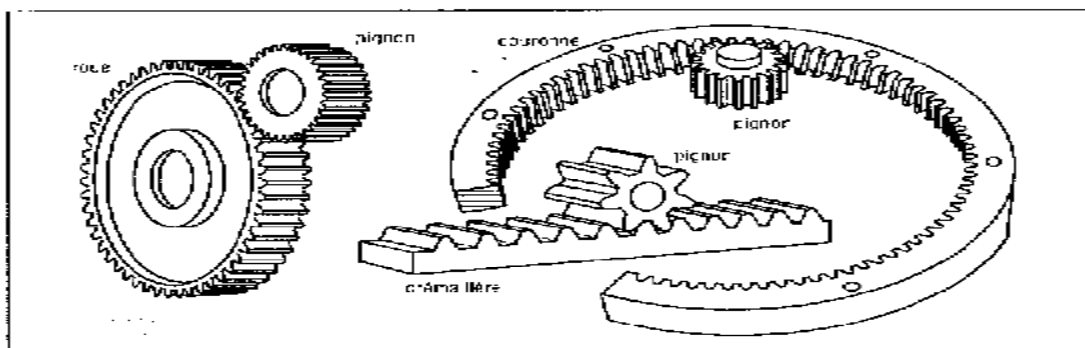


Figure 4: Types d'engrenages à denture droite

Le profil de la dent est en développante de cercle.

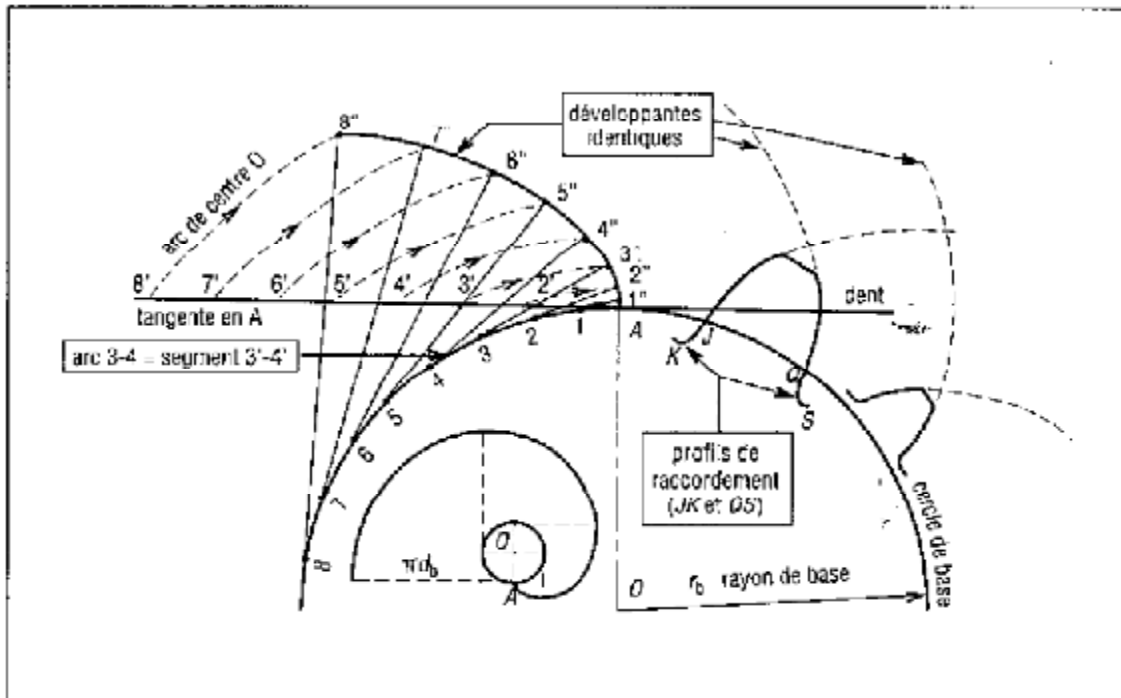


Figure 5 : Profil des dents

C'est le profil presque universellement utilisé pour la transmission de puissance.

La développante du cercle est la trajectoire d'un point d'une droite qui roule sans glisser sur un cercle. Si on considère deux cercles de base, associés à deux roues d'un même engrenage, il est possible de faire rouler sans glisser une droite simultanément sur les deux cercles. De ce fait la vitesse circonférentielle des points des cercles est la même que ceux de la droite. Un point de la droite (point d'engrènement) va générer, sur les deux pignons, le flan de dent.

Principe de l'engrènement :

Avantages de ce type de profils :

- Réduction des frottements (phénomène de roulement et non de glissement)
- Pas besoin d'une grande précision dans l'entraxe des deux engrenages
- Réduction des vibrations provenant de la variation en direction et en module de l'effort dent sur dent (répartition de l'effort homogène)
- Plus simple à réaliser que les profils conjugués (autre profil utilisé notamment en horlogerie)

Si deux cercles de base munis de courbes en développante de cercle sont espacés d'un entraxe(a), on constate que pendant l'engrènement, les deux développantes restent en contact suivant une droite appelée ligne d'action inclinée d'un angle par rapport à la tangente.

Commune a deux cercle appelée cercle primitifs. Cet angle est appelé angle de pression et vaut dans le cas général 20° .

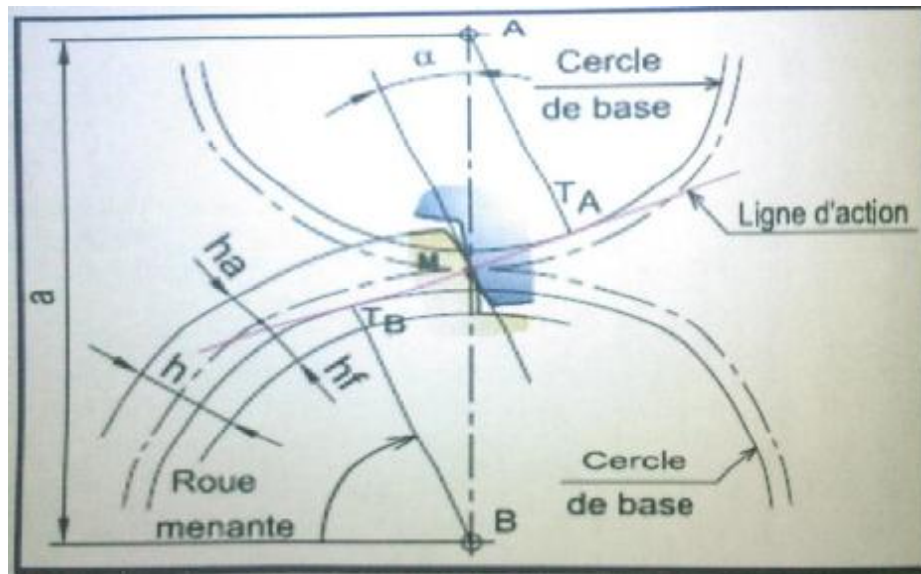


Figure 6 . Principe d'engrènement

IV-3. Taillage des engrenages :

IV-3.1. Taillage des engrenages cylindriques sans génération :

❖ **Taillage par fraise de forme :**

Cette opération est faite par une fraise-module standardisée une même fraise couvre une plage d'un nombre de dents de l'engrenage à tailler. Les profils de ces dents sont remplacés par un certain nombre d'arcs et de cercle.

Les machines à tailler sont de simples fraiseuses.

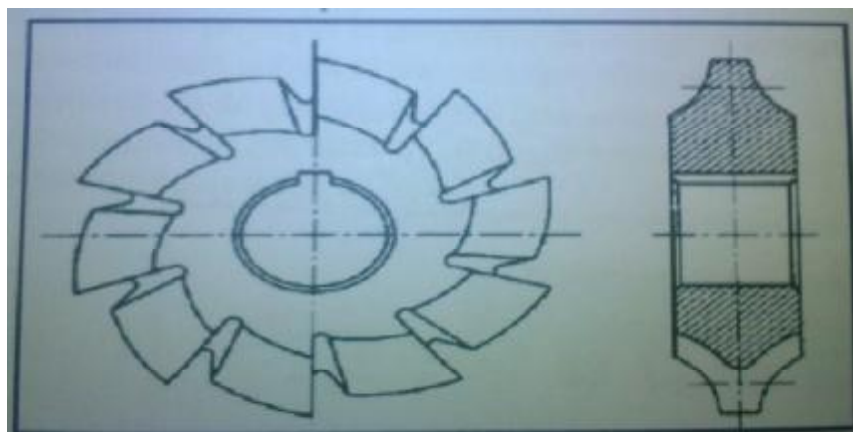


Figure 7 : Fraise-module

- **Denture droite**

Le taillage est, dans ce cas, effectué par simple division de la broche porte pièce (division suivant le nombre de dents à tailler).

Dans le cas d'une denture droite, le profil est identique à celui de l'entredent de la roue à tailler.

- **Denture hélicoïdale**

Il suffit pour cette denture de se placer dans un plan réel, par rapport à l'hélice primitive de la pièce. Dans ce cas, un train de roues de rechange assure la conjugaison du déplacement du chariot porte-fraise et la rotation de la broche porte-pièce (engrenage).

- ❖ **Taillage par fraise-disque :**

Les fraise- disques servent surtout à l'ébauche et permettent ainsi d'obtenir, par grands enlèvements de copeaux, des profils satisfaisants. Dans certaines applications, la qualité des engrenages est suffisante ; les engrenages tournent, dans ce cas, à des vitesses de rotation très lentes.

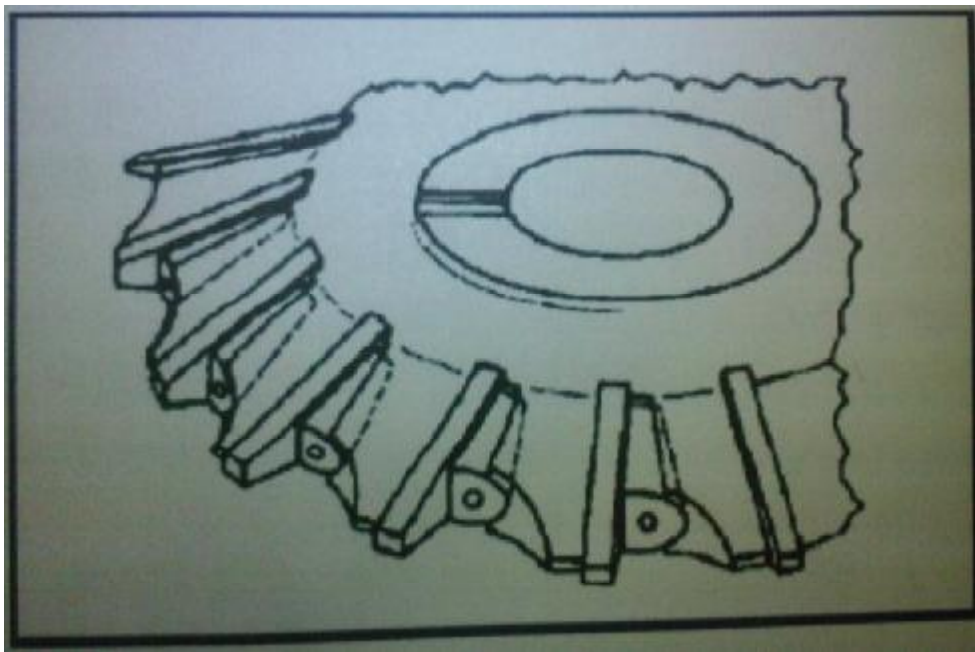


Figure 8 : Fraise-disque

- ❖ **Taillage par brochage**

Le brochage permet l'obtention de cannelures intérieures dans la mesure où la géométrie de la pièce permet le passage d'une broche ronde de part et d'autre de la pièce à brocher. La broche se compose d'un certain nombre de dents, dont le diamètre augmente depuis la première dent d'ébauche jusqu'à la première dent de finition.

IV-3.2. Taillage par génération :

❖ Taillage par outil-crémaillère :

L'outil-crémaillère possède un nombre limité de dents, inférieur au nombre de dents (de hauteur h) de la roue à tailler. La roue est à axe vertical et l'outil n'a aucun déplacement transversal.

On commence par régler la profondeur de taillage, et le chariot porte-roue est déplacé transversalement jusqu'à ce que cette roue effleure l'outil.

Le mouvement de génération est ensuite embrayé, avec le roulement sans glissement du cercle primitif (de diamètre d) de génération de la roue sur la ligne primitive de la crémaillère équivalente à l'outil.

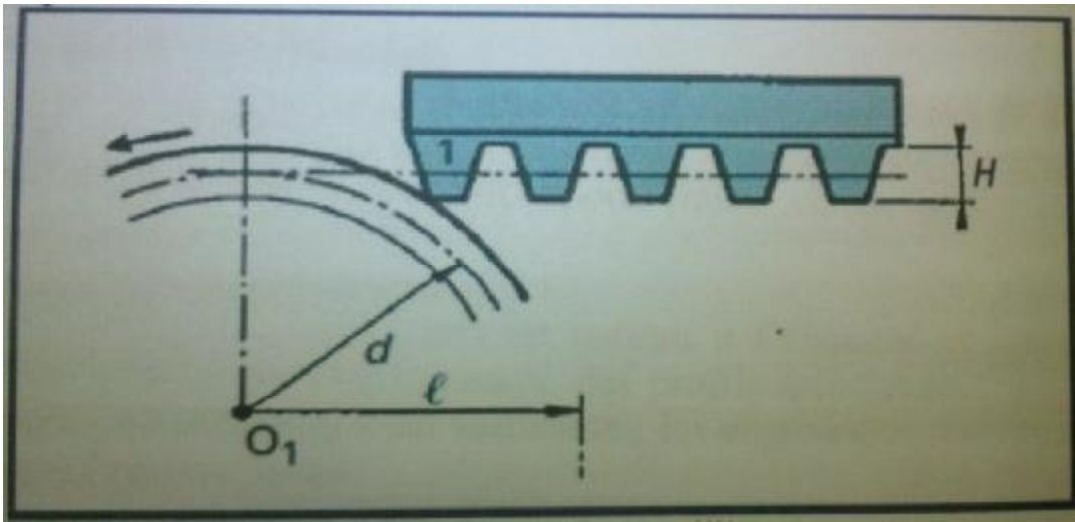


Figure 9 : Outil-crémaillère

❖ Taillage par fraise-mère :

La machine à tailler les engrenages emploie un outil qui apparaît sous l'aspect d'une vis sans fin entaillée suivant un certain nombre de gorges longitudinales de façon à aménager des arêtes tranchantes.

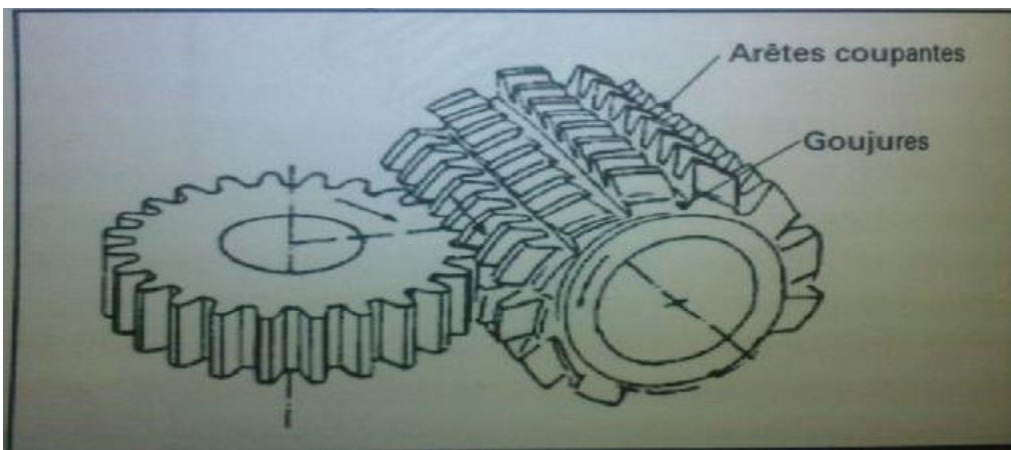


Figure 10 : Fraise -mère

❖ **Taillage par outil-pignon :**

Le taillage par outil-pignon est un procédé par mortaisage ; le mouvement de génération est l'engrènement de la roue équivalente à l'outil avec l'engrenage à tailler.

Les rotations de l'outil et de la pièce à tailler doivent être conjuguées, aussi bien en ce qui concerne les sens de rotation que les rapports des vitesses angulaires.

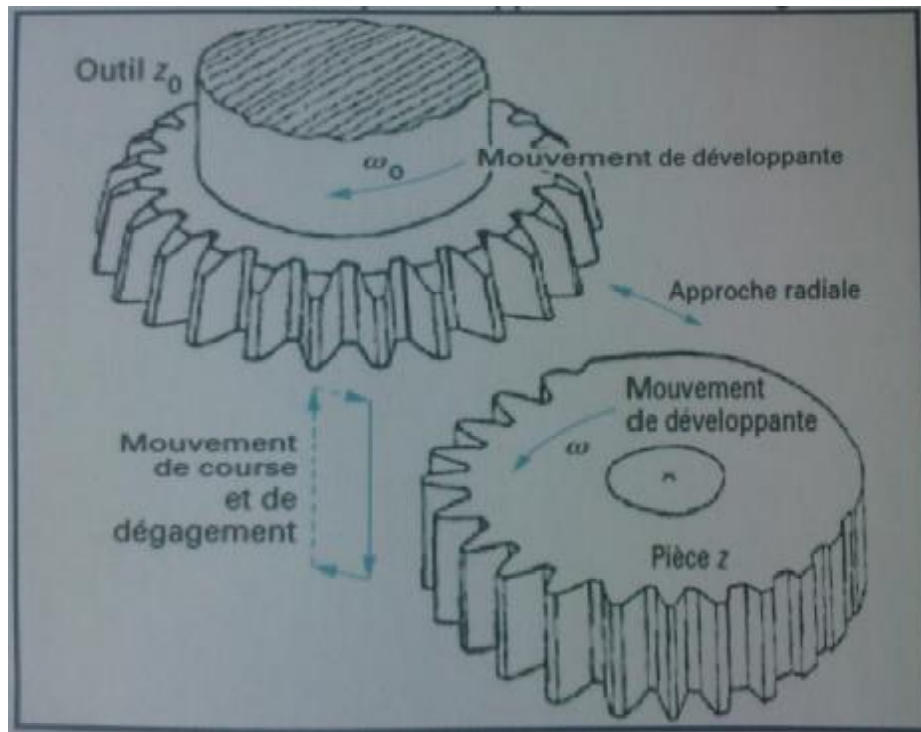


Figure 11 : Outil-pignon

IV -4. Rôle des engrenages :

Dans un contexte industriel, il est fréquent que les moteurs disponibles sur le commerce, qu'ils soient électriques, thermiques, pneumatiques ou hydrauliques, ne fournissent pas les couples/vitesses nécessaires au bon fonctionnement des systèmes développés (à moins de développer son propre moteur, ce qui a de fortes répercussions sur le coût du produit) [11].

Il est nécessaire dans ce cas d'adapter la vitesse de rotation et le couple. Ces deux paramètres étant liés l'un à l'autre car à puissance constante, si l'un augmente, l'autre diminue $P=C\omega$.

A titre d'exemple, dans un véhicule motorisé, l'adaptation se fait au moyen des engrenages constituant la boîte de vitesse (voir schéma ci-dessous).

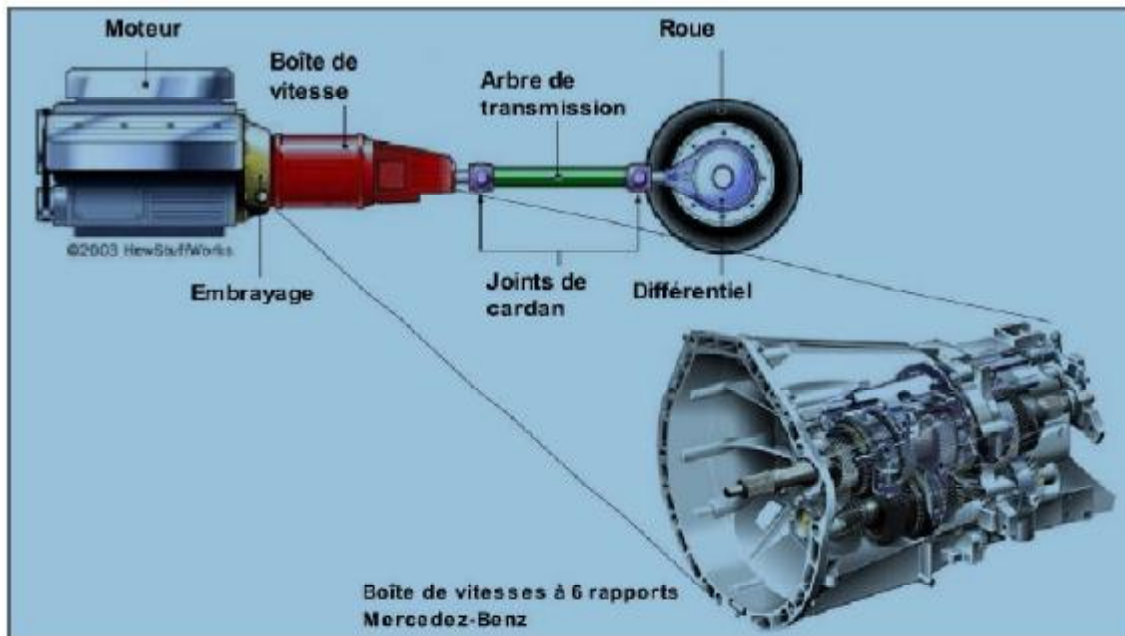


Figure 12 : Rôle des engrenages

IV -4.1. Engrenages droits à dentures droites :

Ces engrenages permettent la transmission entre 2 axes parallèles (engrenages droits) ; leurs de sont parallèles aux axes de rotation (dentures droites). Ce sont les engrenages les plus simples et les plus économiques.

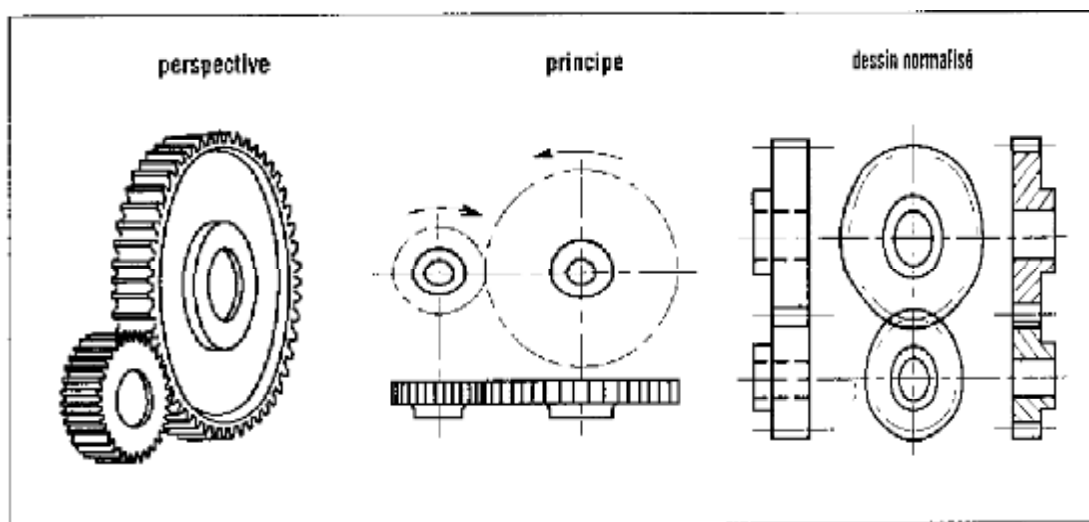


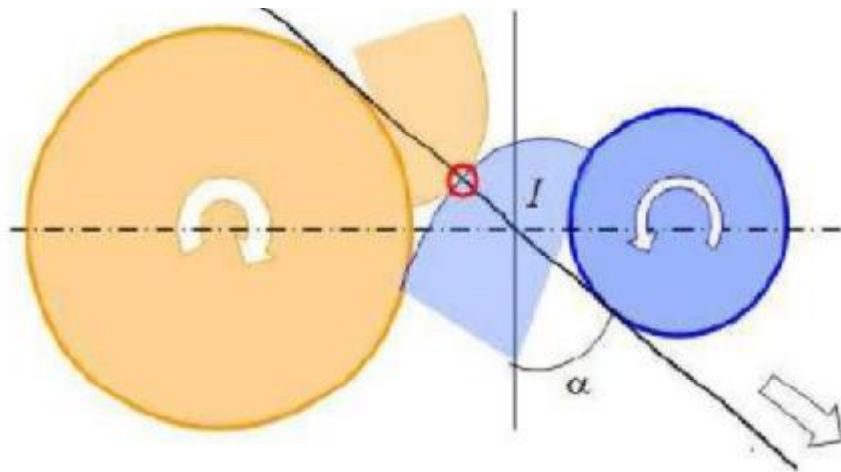
Figure 13: Engrenages droits à dentures droites

Tableau 02 : Principales caractéristiques a denture droite

Caractéristique	Symbole ISO	Relation et unités
Module	m	mm
pas	p	mm $P = \pi m$
Nombre de dents	z	
Diamètre primitifs	d	mm $D = m Z$
Diamètre de tête	da	mm $da = d + 2m$
Diamètre de pied	df	mm $df = d - 2.5 m$
Entraxe	A	mm $a = (d_1 + d_2) / 2$
Angle de pression	α	valeur usuelle 20°

Si la droite passe entre les centres des cercles on obtient l'engrenage classique, les roues tournent alors en sens contraire, et le rapport de transmission dépend des diamètres.

Lorsqu'elle est extérieure, l'engrenage est dit paradoxal et les roues tournent dans le même sens.

**Figure 14** : Type d'engrènement

Dans le cas de l'engrenage classique, et plus particulièrement des engrenages standards, les cercles de base sont rapprochés de telle sorte que l'angle de pression α vaut 20° . Alors les dents sont limitées à une zone autour du point I, dit point d'engrènement, où les vitesses de glissement des dents sont infimes, ce qui contribue à un rendement optimal de l'engrenage. On obtient les deux flancs de dent en considérant les deux tangentes intérieures.

Tableau 03 : Valeur de modules normalisés

Module	Valeurs principales (mm)						
	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25
0,30	0,40	0,50	0,75	1,00	1,25	1,5	
2	2,5	3	4	5	6	8	
10	12	16	20	25	32	40	
50	60						

Remarques communes à tous les types d'engrenages :

- 2 roues dentées engrenant ensemble doivent avoir même module et même pas.
- Le module caractérise donc la hauteur de la dent, plus le module est grand plus le couple transmis sera grand mais plus le rendement sera faible. Le choix du **module** sera le **premier critère de dimensionnement** d'un engrenage.
- Les roues dentées sont en contact sur leur diamètre primitif.

IV -4.2. Engrenages droits à denture hélicoïdale :

Ces engrenages permettent la transmission entre 2 axes parallèles (engrenages droits), leurs dents sont inclinées par rapport aux axes de rotation (denture hélicoïdale).

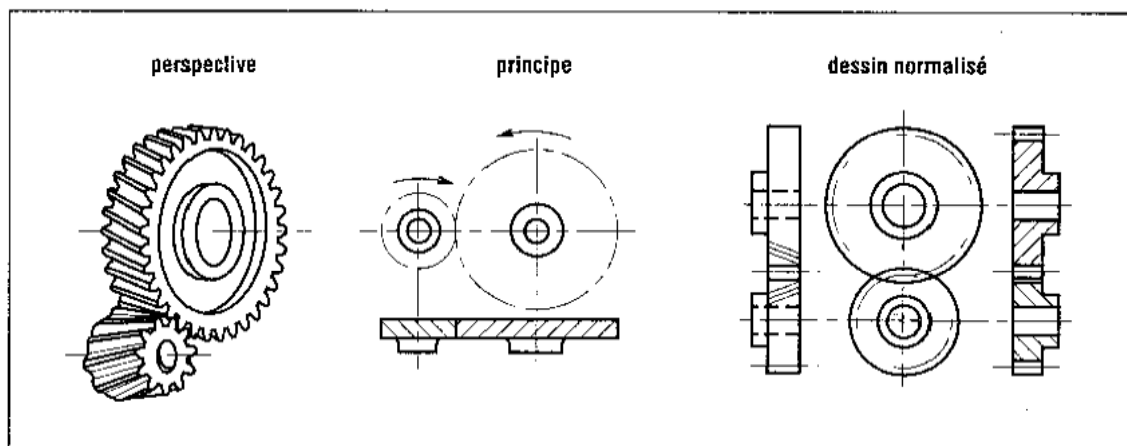


Figure 15: Engrenages droits à denture hélicoïdale

Avantages de la denture hélicoïdale par rapport à la denture droite :

- Transmission plus souple
- Moins de bruit
- 2, 3 ou 4 dents toujours en prise ; efforts transmis plus importants
- Variation d'entraxe en faisant varier l'angle d'hélice

Inconvénients de la denture hélicoïdale par rapport à la denture droite :

- Rendement moins bon
- Engendre un effort axial
- Utilisation impossible en baladeur
- Plus coûteux

Pour ce type d'engrenage on distingue :

- Les dimensions apparentes (indiquée par t) qui sont les dimensions perçues en regardant dans la direction de l'axe de rotation
- Les dimensions réelles (indiquée par n) qui sont les dimensions perçues en regardant dans la direction des dents

Tableau 04 : Principales caractéristiques à denture hélicoïdale

Caractéristique	Symbole ISO	Relation et unités
Module réel	M_n	mm
Module apparent	M_t	mm
Pas réel	P_n	mm $P_n = \pi m_n$
Pas apparent	P_t	mm $P_t = \pi m_t$
Nombre de dents	Z	
diamètre primitifs	d	mm $d = m_t Z$
Diamètre de tête	d_a	mm $d_a = d + 2 m_n$
Diamètre de pied	d_f	mm $d_f = d - 2.5 m_n$
Entraxe	a	mm $a = (d_1 + d_2) / 2$
Angle d'hélice	β	$15^\circ < \beta < 30^\circ$
Angle de pression	α	valeur usuelle 20°

Remarque : Deux roues dentées engrenant ensemble doivent avoir des angles d'hélices égaux mais en sens inverse.

IV -4.3. Engrenages coniques :

Ces engrenages permettent de transmettre un mouvement entre axes concourants mais non parallèles ; souvent à 90° .

On retrouve, pour ce type d'engrenage, des dentures droites et des dentures hélicoïdales.

On se limitera ici à l'étude des dentures droites.

Les principales caractéristiques (m , d , α) et les relations qui les lient sont identiques à celles des engrenages droits. En plus, on définit les angles primitifs des dentures notés δ

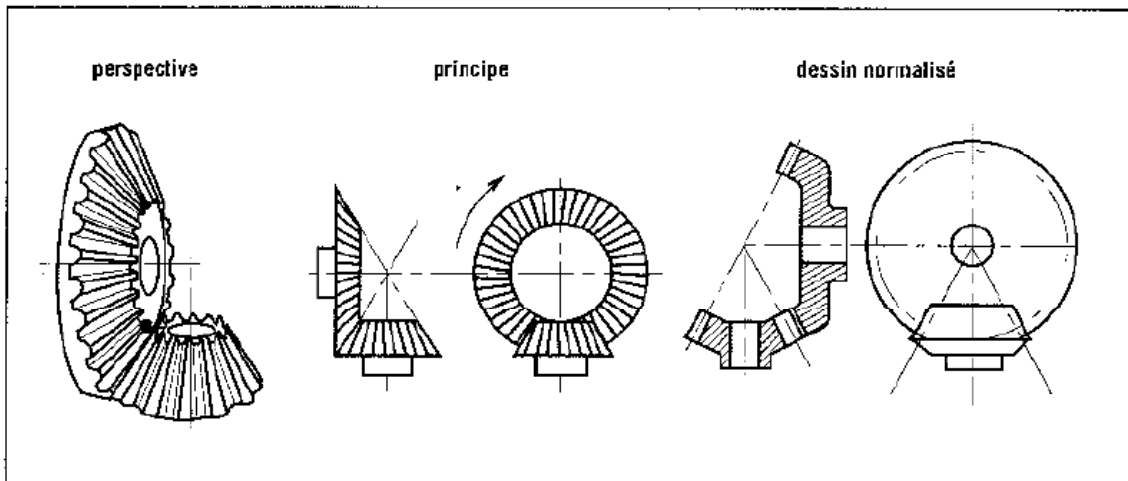


Figure 16 : Engrenages coniques

IV -4.4. Roues et vis sans fin :

La transmission se fait entre deux axes orthogonaux non coplanaires. Ces engrenages permettent des rapports de réduction très grands et offrent la possibilité d'irréversibilité. Ils offrent un engrenement le plus doux des engrenages mais génèrent un frottement important engendrant un rendement médiocre.

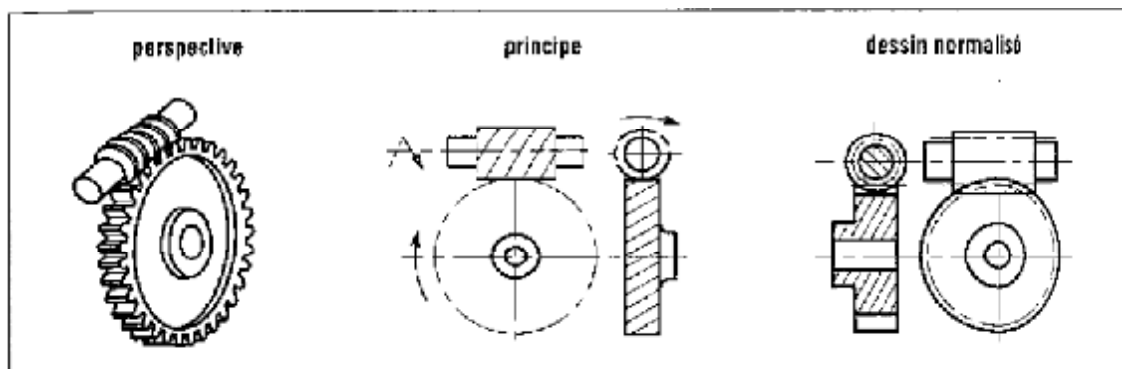


Figure 17 : Roues et vis sans fin

Tableau 05 : Caractéristiques des roues

Caractéristique	Symbole ISO	Relation et unités
Module réel roue	Mn	mm identique à celui de la vis
Pas réel roue	Pn	$Pn = \pi m_n$
Pas apparent	Pt	$Pt = \pi m_t$
Nombre de dents roue	Zr	
Nombre de filets vis	Zv	$Zr + Zv > 40$
Diamètre primitifs roue	dr	mm $dr = m_t Zr$
Diamètre primitifs vis	dv	mm
Entraxe	a	mm $a = (dv + dr) / 2$
Angle d'hélice vis	γ	
Angle d'hélice roue	β	irréversible si $\beta < 6^\circ$ $\beta = \gamma - 90^\circ$

IV-5. Fabrication des engrenages au sein du centre mécanique (S.N.V.I) :

IV-5.1. Présentation de l'entreprise S.N.V.I :

L'entreprise nationale des véhicules industriels (S.N.V.I) issue de la construction de la SONACOM, a été créée par le décret 81.142 du 12 décembre 1981.

Elle est chargée dans le cadre du plan national de développement économique et social de la production, de l'importation et de la distribution dans le secteur des véhicules industriels est leurs composant.













Pour cela, elle dispose entre autre de la division véhicules industriels (D.V.I) située dans la zone industrielle de ROUIBA.












IV-5.2. Présentation du secteur de fabrication des engrenages :

Le rôle de ce secteur est de faire toute les opérations nécessaire à la fabrication des engrenages en utilisant les opérations et les machines récapitulé dans le tableau ci-dessus comme exemple d'un suivie d'usinage.

Tableau06 : Présentation du secteur de fabrication des engrenages

	Opération	Description	Photo
Bureau d'étude et de méthode	Les méthodes	<p>Le bureau d'étude BE chargé des conceptions de produits nouveaux et des projets détaillés.</p> <p>Le bureau des méthodes BM qui choisit les techniques de production mécanique de mise en forme, les techniques d'assemblage, le contrôle de qualité, les techniques de manutention et de transport, et la finition.</p> <p>Il a pour but de définir les moyens de production (machines, outillage, procédés) qui permettront de réaliser</p> <p>Les produits conçus au bureau d'études. Il est clair que cette fonction charnière conditionne toute l'économie de la production dans l'entreprise.</p> <p>L'établissement des gammes de fabrication nécessite une excellente connaissance de toutes les techniques de production à mettre en œuvre et fait de plus en plus appel au traitement informatique des données pour soulager la tâche du préparateur.</p>	
Secteur Tournage 103	Tournage 1 ^{ère} coté	Usinage du premier coté de la pièce sur un tour à commande numérique (tour CN-TRAUB)	

	Tournage 2 ^{eme} coté	Usinage du deuxième coté de la pièce (tour CN-PITTLER)		
	Brochage	Usinage des cannelures		
Secteur taillage 105	Taillage ébauche	Taillage ébauche des dents		
	Taillage Finition	Taillage finition des dents		
	Ebavurage marquage	Rectification des bavures survenues lors du taillage de finition Marquer les pièces par des chiffres et des lettres afin de les identifier.		
	Contrôle taillage	Contrôle de -bruit -jeu entre denture -les portées (machine de contrôle GLEASON 515)		
Secteur TTH	Cémentation	Enrichir les pièces de carbone C%	-Dureté ↗ -Fragilité ↗ -Contrainte interne - -Résistance ↘ -Rouille ↘	

	Austénitisation Trempe	Echauffement et refroidissement rapide dans un bain d'huile			
	Revenu	Éliminé les défauts de la trempe par réchauffement à des températures moins que celle de la trempe	-Dureté ↘ -Fragilité ↘ -contrainte interne - Résistance -Rouille ↗		
	Grenailage	Bombardement des pièces avec des billes en acier pour éliminer la calamine (impureté) laissée par la trempe			
	Contrôle TTH	Contrôle de dureté des pièces avec des billes en acier pour éliminer la calamine (impureté) laissée par la trempe			
Secteur 106	Rectification	Rectification des faces de la dent car c'est la partie qui rentre en contact au cours du fonctionnement dans le mécanisme.			
		Rectification du diamètre par meule pour améliorer l'état de surface et avoir plus de précision.			
	Contrôle finale	Avant de les livrer au magasin les pièces vont subir un dernier contrôle sur un bon d'essai chaque élément avec son conjugué.			

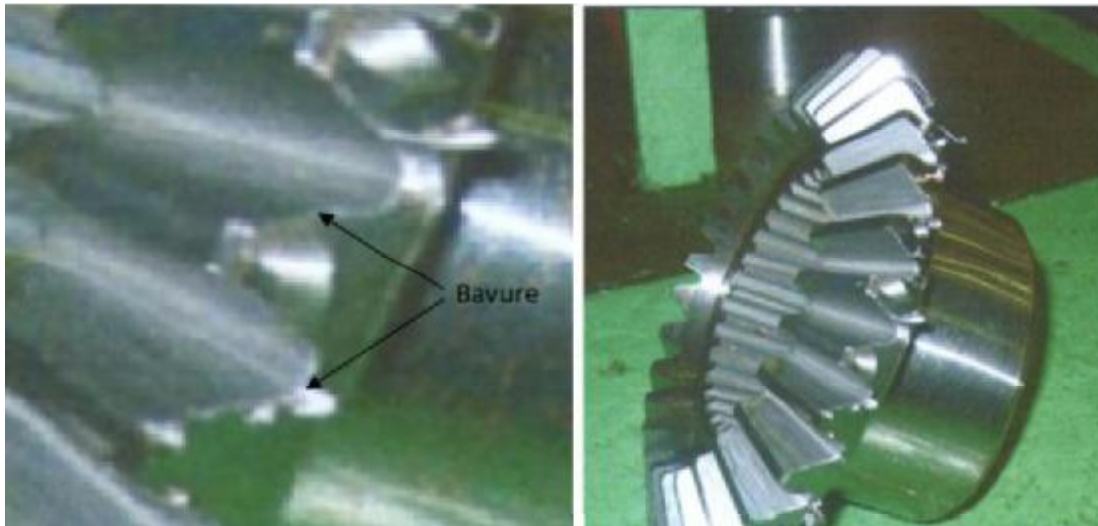


Figure 19 : Bavures

Les arrêtes ébavurées sont celles situées aux extrémités correspondant au sens du **taillage des dents**. Cette opération consiste à réaliser un chanfrein d'environ 1 mm sur les dentures.

IV-5.3.2. Les équipements du poste d'ébavurage :



Figure 20: Poste d'ébavurage

- **Les outils de serrage**

Pour procéder à l'ébavurage il faut fixer les pièces pour obtenir des meilleurs résultats pour cela l'opération a trois support chacun de ces support est conçu un type d'engrenage.



Figure 21: Support pour les couronnes, pignon d'attaque



Figure22: Support pour planétaire et satellite

Les outils d'ébavurage :

Pour éliminer les bavures l'opérateur dispose de deux outils une lime et une mollette a air comprimer, la lime sert a éliminé les grands et la mollette à la finition et les dents ayant un faible pas.



Figure 23 : Outil à ébavurer

IV-5.3.3. Mode opératoire :

L'ébavurage se fait **intégralement** de façon manuelle, à l'aide d'une lime et d'une molette utilisant l'énergie pneumatique.

Pour cette opération **il existe un seul opérateur spécialisé** dans l'ébavurage des pièces et en aucun cas une autre personne ne peut réaliser son travail car cette opération exige une finesse bien particulière et un savoir-faire adapté.

Après l'opération de **taillage-finition** l'opérateur prend la pièce et la fixe dans le support.

A l'aide de la meule de précision, l'opérateur ébavure manuellement les dentures dent par dent en faisant tourner la pièce autour de son axe.

IV-5.3.4. Les inconvénients :

L'ébavurage manuel a beaucoup d'inconvénients :

-Ce n'est pas pratique pour un travail de série ou l'opérateur travail en série (plus de 200 pièces/ jour) manuellement cela engendre une dimension de précision suite à la fatigue.

-La pièce n'est-ou pas bien fixée **risque soit de tomber en blessant l'opérateur au court de l'usinage ou bien déformant les dents après l'impact de la chute.**

-Le poste de travail reste toujours impropre à cause des bavures (grain) engendrée par l'opération.

-Le temps de l'opération est grand.

-L'opérateur peut se blesser à cause des grains de bavure.

Chapitre V : Analyse et conception de projet

V-1.Introduction :

Dans ce projet de fin d'étude, nous allons faire une étude de conception d'une machine (ébavureuse), répondant au cahier des charges établi par la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI), visant à automatiser l'opération d'ébavurage des dentures d'engrenages afin d'éliminer ou de diminuer les inconvénients du processus de fabrication pour améliorer le travail.

V-2. Analyse de projet :

V-2.1. Origine du projet :

A l'heure où l'entreprise se modernise en investissant dans la nouvelle machine, le poste d'ébavurage et sa méthode de travail actuelle posent des problèmes de sécurité ainsi qu'un défaut d'harmonie avec le reste de l'atelier. Le matériel et la technique de travail utilisés dégradent l'aspect, la qualité et le bon fonctionnement des pièces dans leurs mécanismes.

V-2. 2. Analyse fonctionnelle :

Un produit peut être considéré comme le support matériel d'un certain nombre de fonctions techniques.

L'analyse fonctionnelle interne d'un produit dégage chaque fonction technique permettant d'assurer les fonctions de service et permet la matérialisation des concepts de solution technique. Ce type d'analyse consiste à rechercher les fonctions techniques, les solutions optimales et les composants qui doivent satisfaire une fonction de service [17].

V-2.2.1.Diagramme d'interaction :

L'analyse fonctionnelle a permis d'aboutir au diagramme suivant :

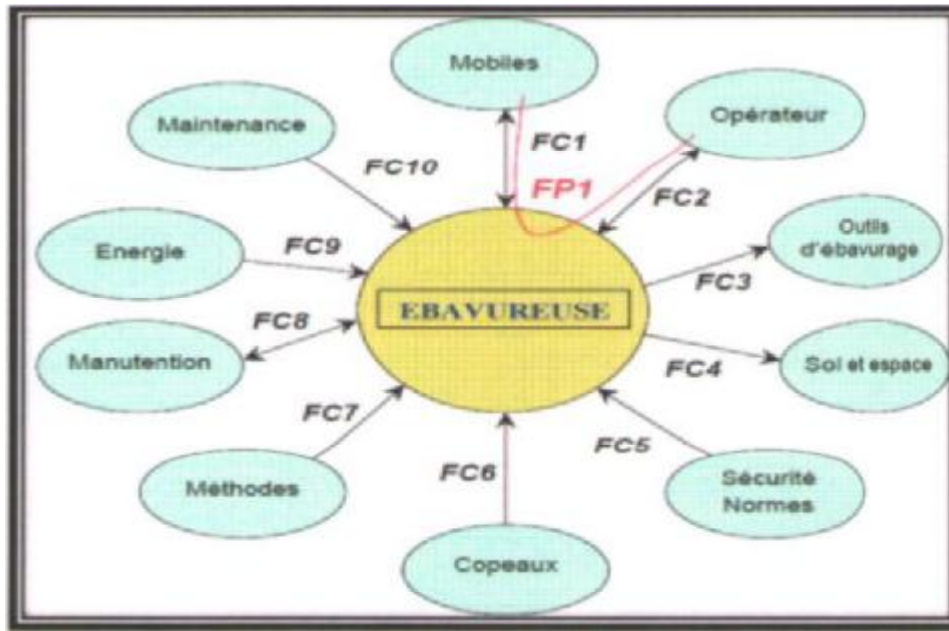


Figure 24 : Graphe des interactions

FP : Fonction principale.

FC : Fonction complémentaire.

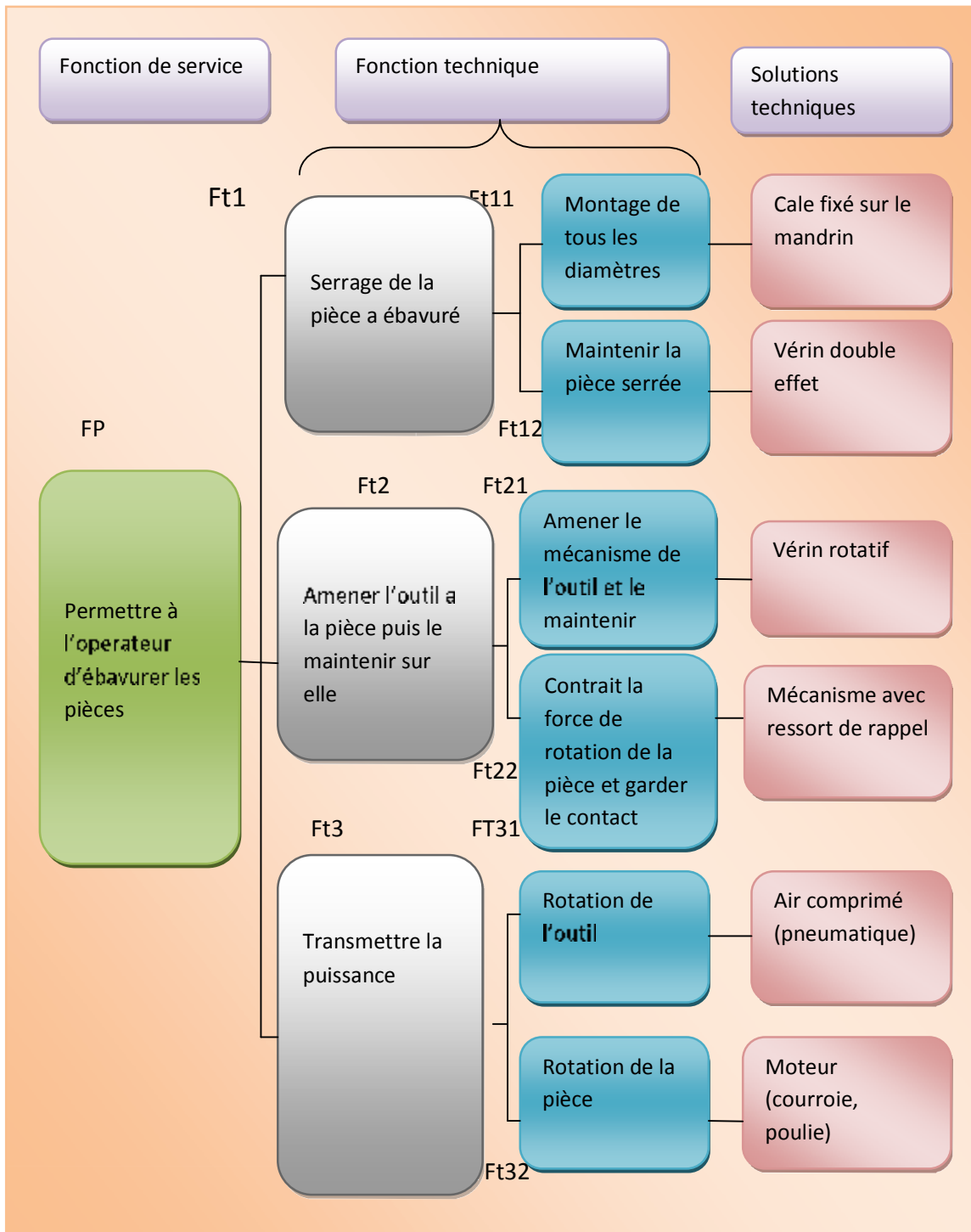
Tableau 07 : Cahier des charges fonctionnelles.

FS	Expressions	Critères	Niveaux-Flexibilité
FP	Permettre à l'opérateur d'ébavurer les pièces	-Montage -Usinage	-Effectue l'ébavurage
FC1	Faciliter le montage et le démontage	-Facile -Efficace	-Réduire le temps de serrage et desserrage
FC2	Ne pas gêner la manutention des pièces	-Espace	-Manutention facile
FC3	Réduire le temps de l'opération	Rapidité	Tempe mini
FC4	Etre stable	-Centre de gravité -Surface d'appui	-Le plus favorable -3 points mini
FC5	Nettoyer la table des bavures	-Nettoyer -Collecter	-Table -brosse
FC6	Ne pas présenter le danger pour l'opérateur	-Sécurité	Respect des normes de sécurité
FC7	S'adapter à l'énergie disponible	Alimenter	-Energie
FC8	S'adapter à l'espace du poste	Emplacement	-Fixation

V-2.2.2. Diagramme F.A.S.T :

Pour rechercher le maximum de solution

Il est nécessaire de procéder à une recherche progressive et descendante des fonctions techniques à partir de chacune des fonctions de service. L'outil permettant de réaliser et visualiser cet enchaînement s'appelle le F.A.S.T. signifiant : Fonction Analysis System Technic. que l'on peut traduire par : Technique d'Analyse Fonctionnelle et Systématique. Le modèle F.A.S.T. se présente sous forme d'un arbre fonctionnel établi à partir de la fonction globale ou d'une fonction de service



Outre sa fonction principale (FP1), l'ébavureuse devra respecter un certain nombre de contrainte (FC).

- FP1 : Mise en place et usinage de toutes les formes des pièces avec précision et moins de temps.
- FC1 : Ne pas abîmer les mobiles.
- FC2 : Ne pas gêner l'opérateur.
Faciliter l'utilisation de la machine.
- FC3 : Ne pas gêner l'accès des outils.
- FC4 : S'adapter à l'espace de poste.
Ne pas abîmer le sol.
- FC5 : Respecter les normes de sécurité.
- FC6 : Collecter les ébavures.
- FC7 : Ne pas perdre de temps à la mise en place des pièces.
- FC8 : Ne pas gêner la manutention des pièces.
- FC9 : S'adapter à l'énergie disponible.
- FC10 : Faciliter et minimiser les durées des opérations de maintenance.

V-2.3. Analyse des pièces :

A cause de la grande diversité des mobiles, il nous a été très nécessaire de faire une analyse des pièces à fabriquer ; matériau, poids, dimensions et forme géométrique, afin de concevoir une ébavureuse adaptée à toutes les pièces ou à un maximum d'entre elles. De plus, ces données sont nécessaire le calcul des efforts de coupe, puissance nécessaire de moteur, le montage adéquat pour chaque pièces et la position de travail.

COURONNES (Dentures hélicoïdale)

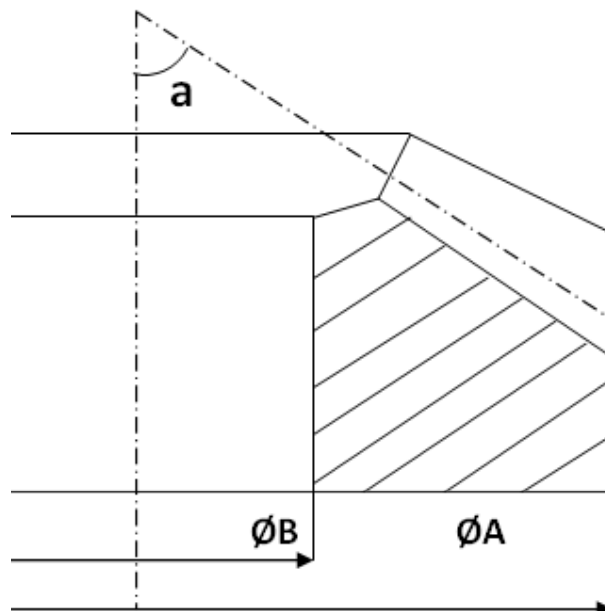


Tableau 08 : Caractéristiques des couronnes.

Références	nuance	A (mm)	B (mm)	Module (mm)	Angle d'hélice	Angle (a)	Nombre de dent (Z)	Poids (Kg)	
191356	18NiCr13	270 J9	164.5H7	6.6586	26° 19'	75° 50'	41	9	
191360					26° 26'	74° 6'		8.7	
191364					26° 34'	72° 24'		9.8	
191368					26° 51'	69° 02'		8	
190327					315 J9	207.7H7		7.6098	28° 18'
189327		7.561	28° 42'	66° 50'				11.5	
189701			28° 27'	69° 58'					
190331		400 J9	259.5H7	9.756	30° 35'	70° 04'		29	
189961					30° 54'	66° 56'		23.85	
189962					30° 25'	73° 17'		27	
1141230					30° 18'	74° 54'		29.5	
1141231					30° 42'	76° 32'		24	
1155639					9.390	30° 41'		64° 06'	23

SATELLITES (denture droite)

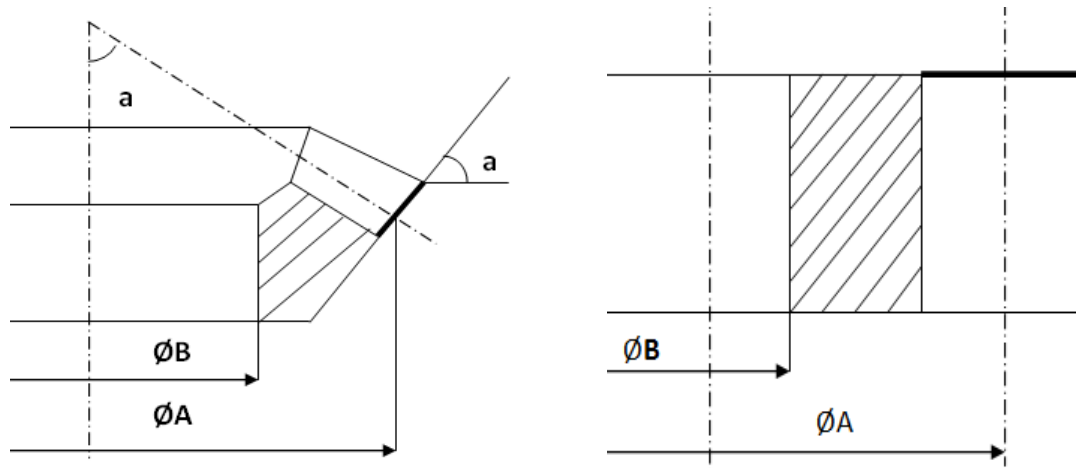


Tableau 09 : Caractéristiques des satellites

Refinance	nuance	A (mm)	B (mm)	Module (mm)	Angle (a)	Nombre de dent (Z)	Poids (kg)
190713	16 Ni Cr 6	60	21.7H8	5.4	32°	10	0.3
190716	18 Ni Cr 5-5	72	25.7H8	6.4	58°		0.65
190719	18 Ni Cr 5-4	88	31.7H8	7.8	32°	15	0.7
190623		63J10	32.7H7	3.5	180°		0.61
184979		97	43.7H7	5.4	29°45'	16	1
185568		114	51H8	6.4			
50006554087	20Ni Cr 6	144					

PLANETAIRE (dentue droite)

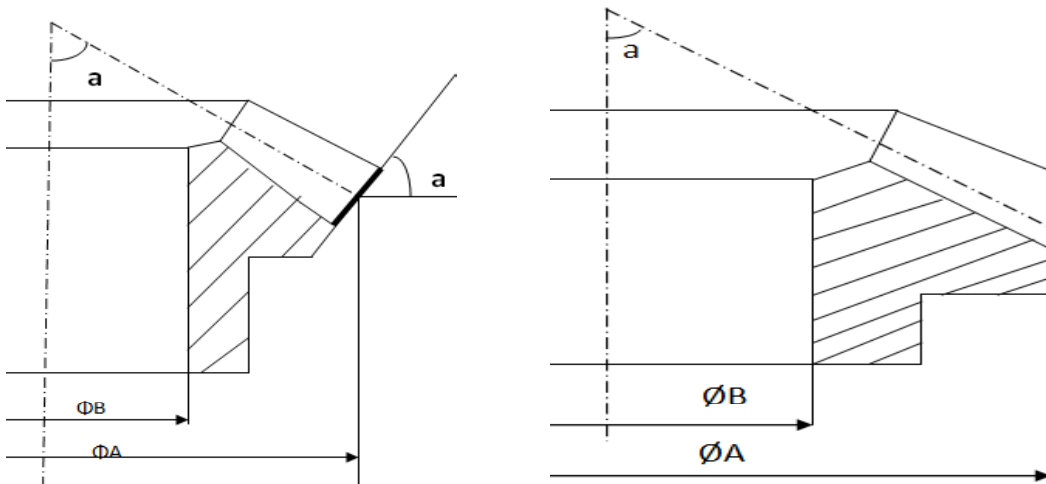


Tableau 10 : Caractéristiques des planétaires

Références	nuance	A (mm)	B (mm)	Nombre de dent (Z)	Module (mm)	Angle (a)	Poids (kg)	
190714	18 Ni Cr 5-4	86	40H7	16	5.4	58°	0.65	
190720		125			7.8		2.3	
194222		102.4	45.075H7	28	5.4	60° 15'	1.3	
193993		102					6.4	1.25
190717		102					1.6	
184978		151.2	27	3.5	180°	2	2.85	
190625		102.8J8						
193990		102	47.9H9	16	6.4	58°	1.7	
185864		180	60H8	28	5.4	60° 15'	3.85	
184977		145	75H7				2.3	
185863		197.2	85H7				6.4	4

Après une première observation, il s'est avéré que :

- Tous les mobiles sont des pièces de révolution.
- L'alésage intérieur est la seule surface d'appui possible pour les mobiles.
- Le diamètre intérieur : varie de 21.7 à 259.5mm.
- Le diamètre extérieur : varie de 60 à 400 mm.
- Le poids des mobiles : varie de 0.3 à 29.5 kg.
- Les arrêtes à ébavurer : soit **parallèle**, **perpendiculaire** ou **inclinée** par rapport à l'axe de la pièce.
- L'**inclinaison** de la partie à ébavurer : varie de 29.45° à 32.5°.
- Nuance : alliage nickel chrome (18 Ni Cr 5-4 / 20 Ni Cr 6 / 18Ni Cr 13).
- Module : varie de 3.5 à 9.7562 mm.

V-3. La Conception :

Le principe de la machine est de faire tourner toute forme de pièce au tour de son axe de révolution, de façon à garder l'arrête à ébavurer en position verticale même en étant inclinée ; et ramener la meule de travail vers celle-ci.

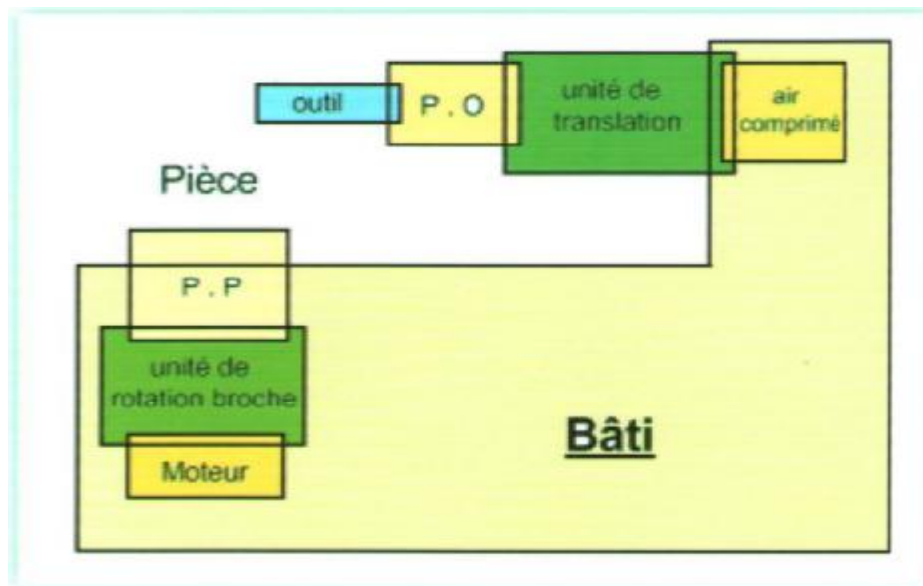


Figure 25 : Schéma de l'ébavureuse

VI-3.1. Définir la cinématique globale de l'ébavureuse :

Cette étape consiste à définir le mode d'entraînement des mobiles (pièces et meules) en rotation et les différents réglages possibles (pour permettre la dépose de toutes et le réglage de la position de travail).

Les trois figures suivantes élucident les trois positions de pièce en fonction de la disposition des arrêtes à ébavurer.

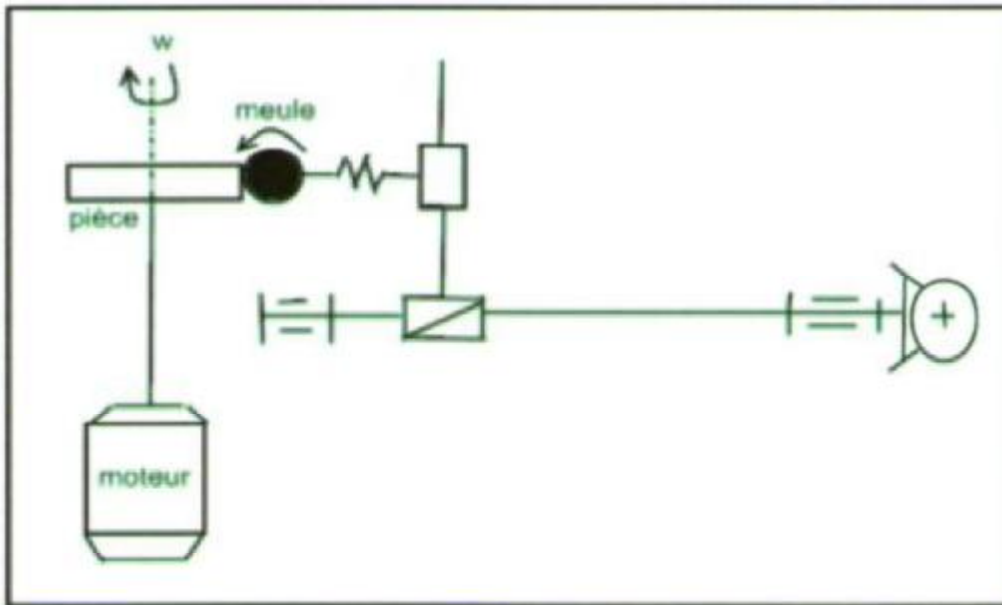


Figure 26 : Pour arrête parallèle à l'axe de la pièce

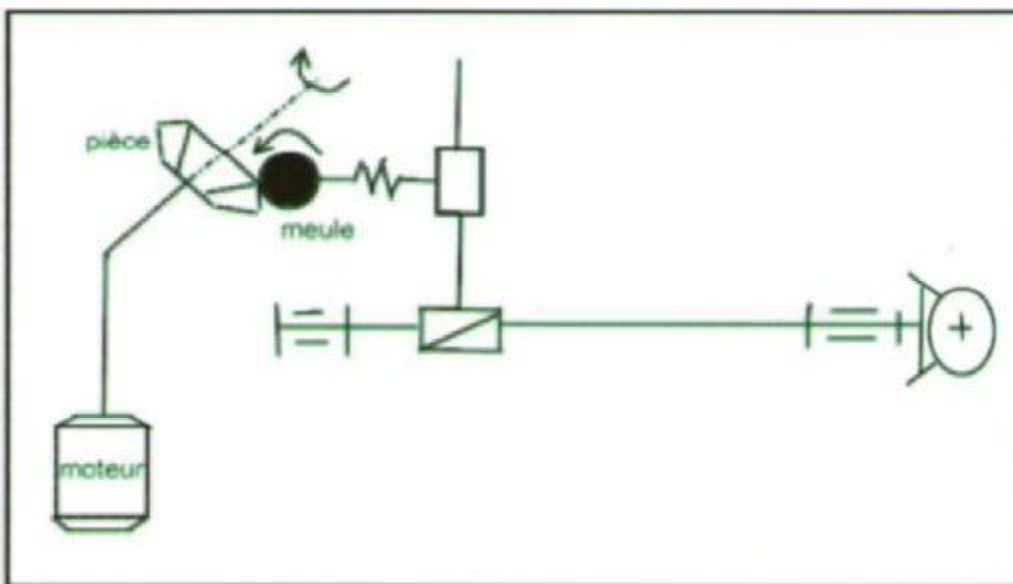


Figure 27 : Pour arrête inclinée par à l'axe de la pièce

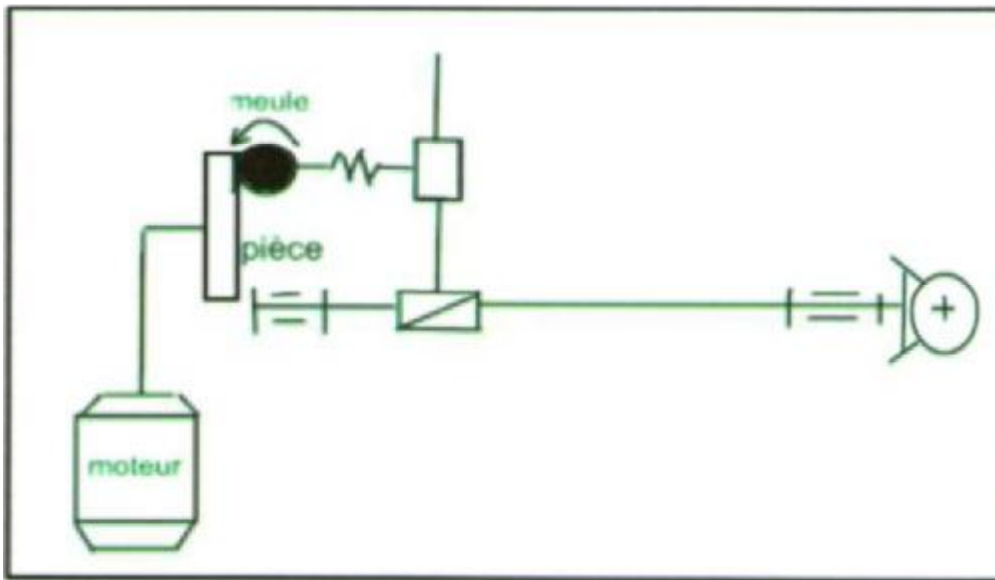


Figure 28 : Pour arrête perpendiculaire à l'axe de la pièce

V-3.2. Choix des technologies employées :

Le choix des technologies employées consiste à trouver les composantes qui permettent de réaliser les différentes fonctions : guidage, actionneurs, mode de transmissions, etc. Il est nécessaire d'effectuer des calculs de pré dimensionnement permettant de connaître les ordres de grandeur des efforts ou des vitesses.

VI-3.2.1 Outil de travail

L'outil de travail actuel ne convient pas à notre solution à cause de sa géométrie (forme conique). D'où le choix d'une meule à abrasifs agglomérée qui présente des caractéristiques mécaniques et géométriques plus adaptées au fonctionnement de notre système. Par ailleurs on a pu garder la molette en remplaçant uniquement la fraise conique par la meule disque.

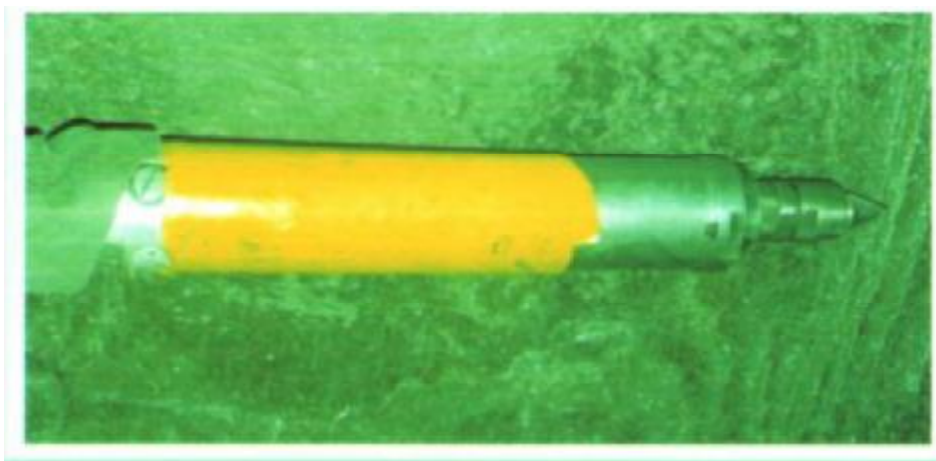


Figure 29 : Outil actuel



Figure 30 : Outil adapté

V-3.2.2. Réglage de la position de travail

V-3.2.2.1. Position de la pièce :

A cause de la grande diversité des formes des pièces, il est nécessaire de choisir un bon mécanisme permettant de supporter les différentes formes et dimension des pièces et cela dans diverses positions selon que l'arrête à ébavurée soit verticale, horizontale soit incliné.

- Un bloc du (moteur + mandrin + pièce) qui pivote.
- Un système de joint de cardan.
- Un plateau diviseur.

Le bloc (moteur + mandrin + pièce) pesant environ 110kg présente un sérieux problème pour le manœuvre. Le faire pivoter serait difficile et nécessitera d'avantage de dispositifs (vérité voir un axe de pivotement...).

Le joint de cardan lui aussi pose des complications car son inclinaison est limitée et n'atteint pas les 90° donc les formes des pièces qui peuvent être usiné serais amoindris. Principalement ces éléments impliquent une perte de temps lors de la mise en place. De plus, la coupe à fournir pour entraîner la pièce serait plus important par suite des frottements plus élevés.

Toute en éliminant les deux premières suppositions. On a eu recours au choix du plateau diviseur vu sa disponibilité déjà au sein de l'entreprise et ces caractéristiques qui convient bien à nos besoins.

- L'entraînement de la pièce en rotation reste perpétuellement au tour de son axe de révolution quelque soit la position de cette dernière.
- Peut être automatisé et actionner par un moteur.
- Facile à monter sur la machine.
- Facile à manipuler.

Les trois photos ci-dessous illustrent les différentes positions de montage possible pour les pièces à ébavurer.



Figure 31 : Différents position de travail

V-3.2.2.2. Position et déplacement de l'outil

Pour accéder à toutes les situations et effectuer sa tâche selon la position de l'arrête à ébavurer, l'outil doit être libre en déplacement suivant deux directions, l'une part verticalement pour le réglage en hauteur et d'autre part horizontalement afin d'engager la meule dans la pièce et entamer l'opération, par ailleurs l'outil doit garder un contact continue avec la pièce tout au long de l'usinage pour contourner tout le profile des arrêtes, et le dégagement de la meule à la fin de l'opération pour libérer le mobile usiné.

Afin d'assurer ces deux mouvement nous avons pensés à monter le porte-outil sur un arbre libre en déplacement vertical permettant d'ajuster la hauteur de travail sur une plage de (300mm) grâce à une glissière muni à sa partie inférieure d'un taraudage recevant la vis sans fin, le tout constituant un système vis-écrou réalisant ainsi le mouvement horizontal ; la rotation de la vis est commander par une manivelle et cette dernière est reliée à la vis par l'intermédiaire d'un multiplicateur d'angle.

Quant au contact meule-pièce on a eu recourt à deux possibilité, vue la grande diversité des module des engrenages à ébavurer, car il faudrait mètre et usiner une came selon chaque dimension, donc pour chaque série de pièces il faut inter changer la came. De plus la position de la pièce par rapport à la came doit être toujours soigneusement établit, nécessitants ainsi plusieurs dispositifs (entraînement de la came, suiveur, doigt etc...).

Ainsi à cause de ces inconvénients nous avons décidé de choisir le ressort qui présente les caractéristiques répondant bien à nos exigences.

Un ressort est un élément de mécanisme qui peut revenir à son état initial après avoir subit une déformation relativement importante ; en se déformant ce type de liaisons absorbe une certaine quantité d'énergie qu'il restitue rapidement par la suite. Les ressorts métalliques

ne réalisent aucun amortissement et restituent presque totalement l'énergie reçue ; contrairement aux liaisons élastique par élastomères.

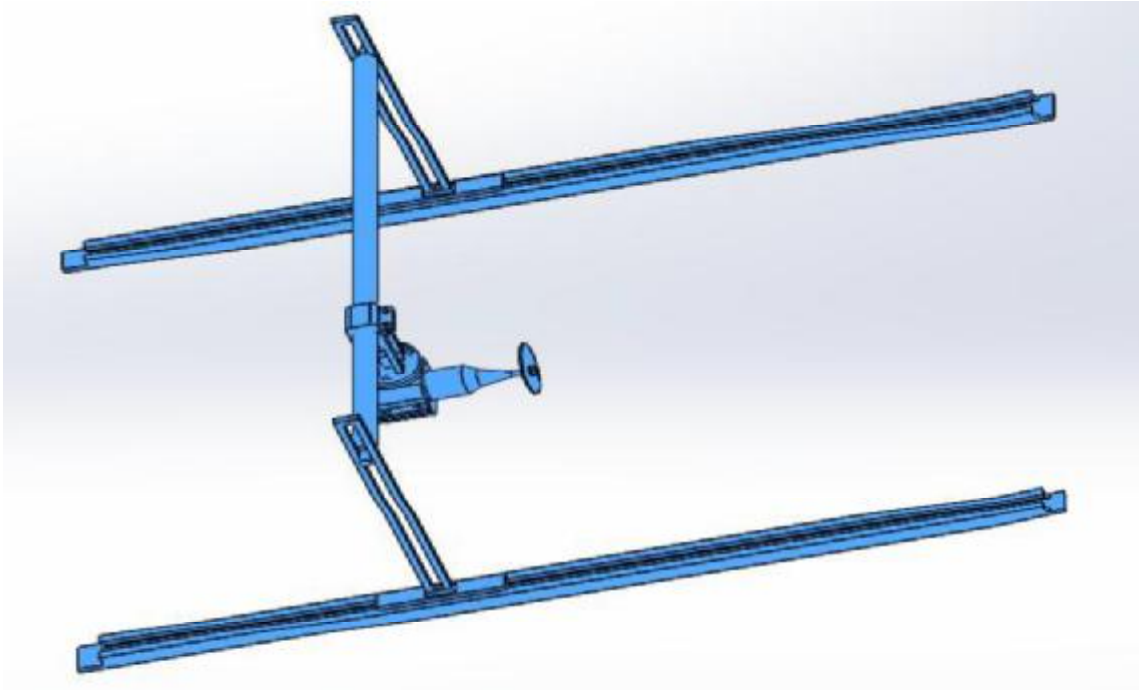


Figure 32 : Mécanisme de position et déplacement

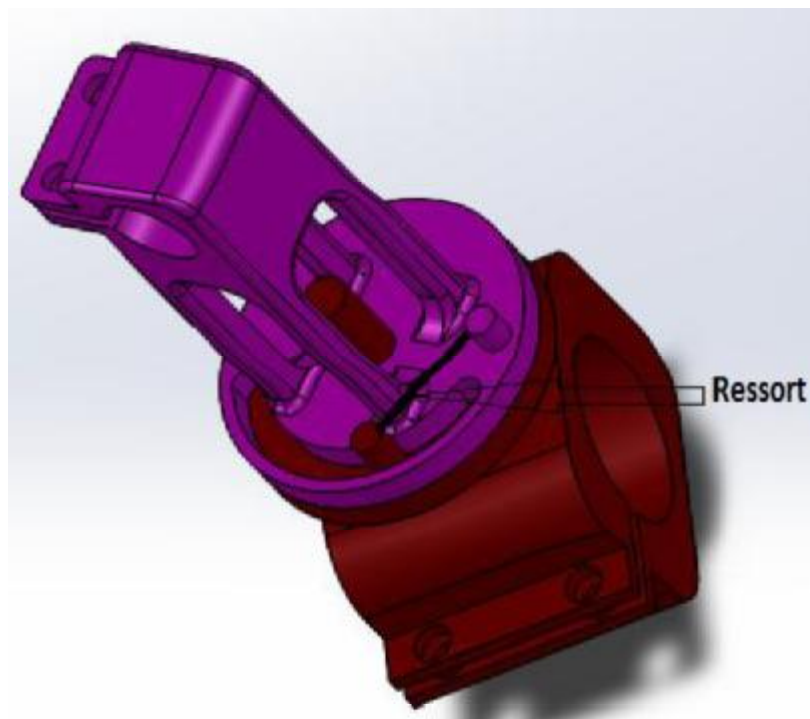


Figure 33 : Fixation de la meule

V-3.2.3. L'entraînement en rotation :

L'entraînement en rotation est réalisé par un moteur électrique (Figure 30). Ce moteur permet d'obtenir le couple et la vitesse de rotation souhaitée. Il est commandé par un bouton poussoir dont la fonction est de permettre à l'opérateur de commander la marche et l'arrêt plus facilement.

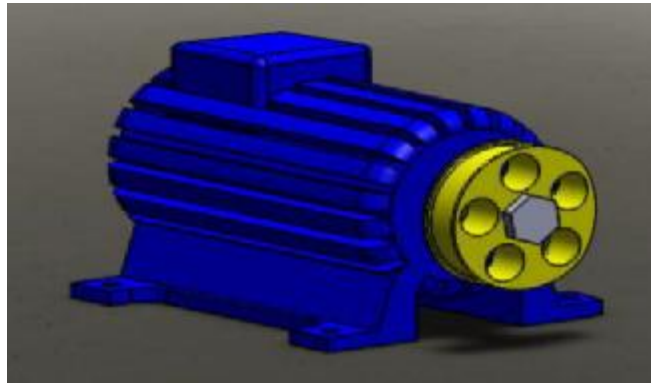


Figure 34 : Moteur

VI-3.2.4. Transmission de mouvement :

Concernant la transmission de mouvement du moteur vers le diviseur on distingue trois possibilités :

- Train d'engrenages.
- Chaines.
- Courroies.

Notre choix a été dirigé vers les courroies pour l'accouplement du moteur choisi avec le plateau diviseur vue que

- ✓ C'est la solution la plus économique.
- ✓ Plus simple que les deux premières possibilités.
- ✓ La puissance que doit transmettre le moteur au diviseur est très faible.
- ✓ La non nécessité de lubrification contrairement aux autres possibilités.
- ✓ La disposition parallèle des arbres.
- ✓ Absorbe les chocs de vibration.

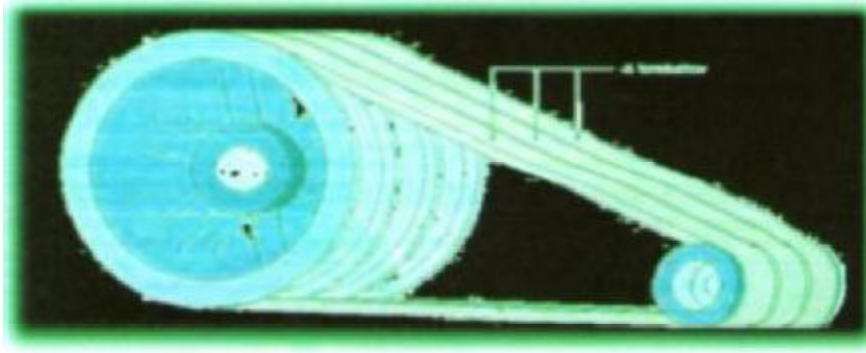


Figure 35: Courroies

V-3.2.5. Le châssis :

On différencie deux éventualités :

- Châssis moulé.
- Châssis mécano-soudé.

La construction du bâti de la machine est orienté vers le choix d'un mécanisme mécano-soudé constitué de tube carré car la possibilité de moulé un châssis s'avère très couteuse ; de plus qu'il est aussi simple à concevoir, le système est renforcé par des attaches cornières [15].

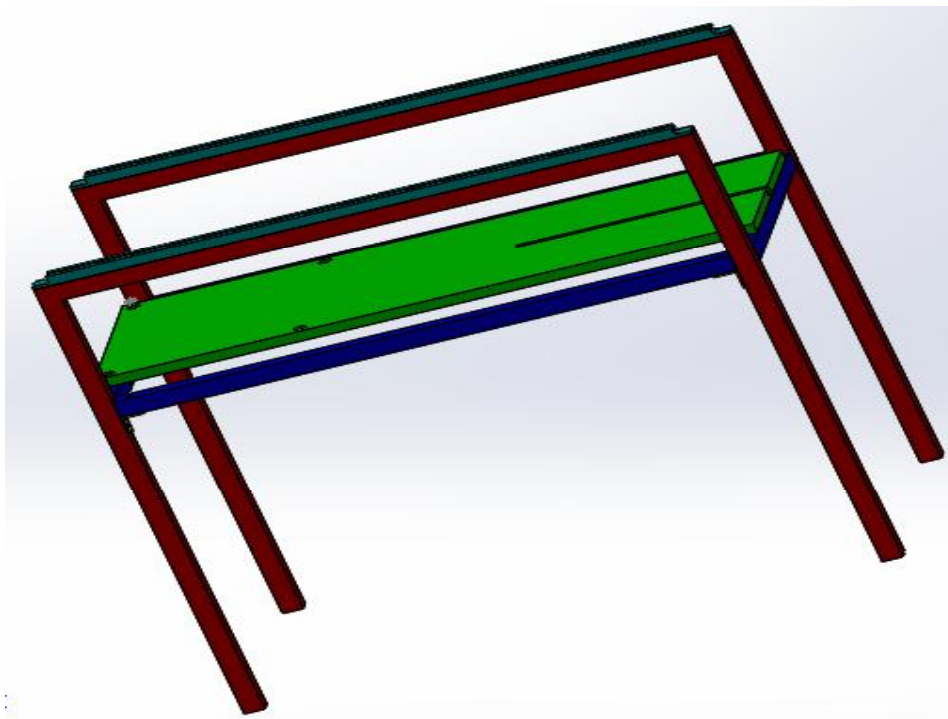


Figure 36 : Châssis

V-3.2.6. Serrage des pièces

Notre choix de serrage des pièces est orienté vers les mandrins vue leurs disponibilités déjà au sein de l'entreprise, de plus qu'ils sont facile à monter sur la machine, et principalement le serrage et la fixation des pièces est très simple.

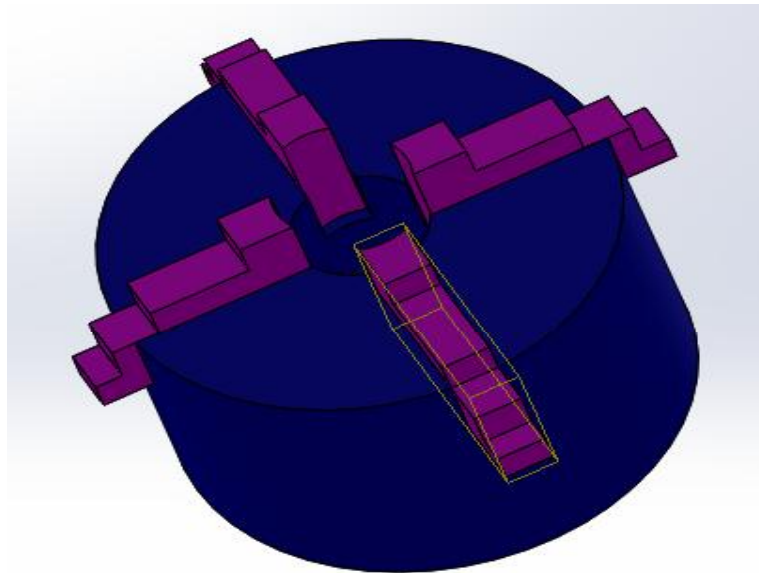


Figure37 : Mandrin

D'après l'analyse des pièces et la gamme des mandrins présents dans l'atelier nous les avons séparés en deux mécanismes suivant le diamètre intérieur (B mm)

Mécanismes 1 : couronnes ; $\varnothing B$ varie de **164.5H7** à) à **259.5H7mm**.

Mécanisme 2 : satellites et planétaires ; $\varnothing B$ varie de **21.7 H8** à **85H7 mm**.

Pour chaque mécanisme un mandrin bien spécifié.

- V-2.Cale :

On a des différents diamètres de pièce à usiner pour cette raison on met pour chaque diamètre une cale pour que la pièce soit bien fixer et pour les petits diamètre qu'on ne peut pas les fixer directement sur le mandrin.



Figure 38 : Cale

VI-3. Conception numérique :

Le dessin des premières esquisses permet de réfléchir à l'implantation des composants et à la forme ((grossière)) de l'ébavureuse. Le dessin a été réalisé sur le logiciel solide Works.

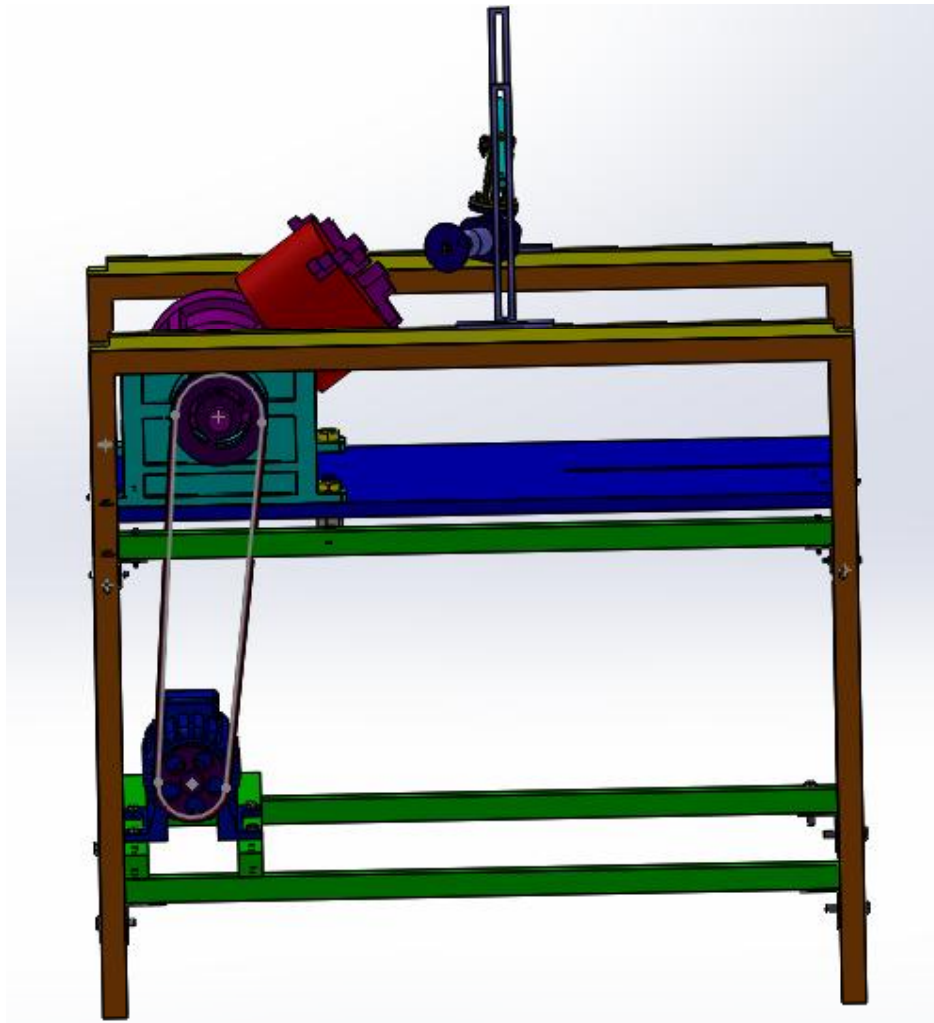


Figure 39: Vue de l'ébavureuse

V-4. Conclusion :

L'analyse fonctionnelle du projet nous a permis de choisir les composants de la machine à ébavurer les engrenages pour passer à la conception numérique sur le logiciel Solidworks.

Chapitre VI : Dimensionnement et simulation

VI-1. Introduction :

Cette étape consiste à définir les dimensions et les formes exactes de l'ébavureuse et de toutes les pièces diverses (axes, arbre, visserie, autres composants).

VI-2 .Dimensionnement de l'ensemble :

VI-2.1. La meule :

- Meule pour rectification extérieure
- Forme : meule plate
- Acier trempé de 400 à 700 N/mm²
- Abrasif A, AA
- Grain 46 → 60 grade M
- Vitesse périphérique → pour la meule $V=30\text{ m/s}$

$$N_{\text{outil}} = \frac{V \times 1000 \times 60}{\pi \times d_m} \quad d_m : \text{diamètre de la meule}$$

Vitesse périphérique de la pièce en acier doux $V=2 \text{ à } 20 \text{ m/min}$

Profondeur de la passe acier $a=0.04 \text{ mm}$

$$\text{Temps de coupe } T_c = \frac{L \times I}{S \times n}$$

L : épaisseur de la meule [mm]

I : nombre de passe

S : déplacement par tour de la pièce (périmètre de la pièce)

n : fréquence de rotation de la pièce [tr/min]

- Vitesse de rotation de la pièce : 2 à 20 m/min
- Calcul de la fréquence de rotation de la pièce N [tr/min]

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

Mécanisme 1 : couronne

Diamètre pièces

$\varnothing_{\min}=270\text{mm}$, $\varnothing_{\max}=400\text{mm}$

Tableau 11: vitesse de rotation du 1^{er} mécanisme. (Voir annexe 02)

D mm	π mm	N tr / min pour Vc=2m/min	N tr / min pour Vc=20m/min
270	848.23	2.35	23.57
315	989.60	2.02	20.21
400	1156.63	1.59	15.91

1.59 ————— 15.91 tr/min

2.02 —————▶ 20.21 tr/min

2.35 —————▶ 23.57 tr/min

Vitesse de rotation pour les couronnes varie de **N=2.35 à 15.91 tr/min**

Mécanisme 2 : satellite et planétaire.

Ø pièce varie de 60 à 197.2 mm, de la même façon que pour le 1^{er} mécanisme**Tableau 12** : vitesse de rotation du 2^{eme} mécanisme. (Voir annexe 01)

D mm	π D mm	N tr / min pour Vc= 2m/min	N tr/min pour Vc=20 m / min
60	188.49	10.61	106.10
63	197.92	10.10	101.05
72	226.19	8.84	88.41
86	270.17	7.40	74.02
88	276.40	7.23	72.35
97	304.73	6.56	65.63
102	320.44	6.24	62.41
114	358.14	5.58	55.84
125	392.69	5.09	50.92
144	452.38	4.42	44.20
197.2	619.52	3.22	32.28

Tableau 13: Caractéristique des ressorts

Matériau	Indice prix	Diamètre fils mm	Température maxi c	E (N/mm)	G (N/mm)	Observation
XC 60 a XC 70 roulé	1	0.8 à 12	120	200000	800000	Pour solution économiques
XC60 a XC 70 trempé-revenu	1.4	3 à 12	180			Remplace les XC80 ; XC95 au GROS Diamètres
XC80 A XC 95 (corde à piano)	2.5	0.12 à 3	120			Pour petite ressort ; les plus résistants et les plus tenaces
Acier au chrome-vanadium 50cv4, 51cdv4	3	0.8 à 12	220	196000	77000	Endurants résistant à la fatigue, supportent des contraintes et des chocs plus élevés que les XC
Acier au chrome-silicium 56sc7, 45scd6	4	0.8 à 12	250	203000		Pour haute résistance, à la fatigue et aux chocs élevés longues durées de vie
Acier inox Z15cn18-05..	7 à 11		350	195000	70000	Résistance à la corrosion, et aux températures élevées
Cuivreux CuBe2, CuSn7p	8 à 27			110000	45000	Résistance à la corrosion, bonne conductivité électrique
Alliage de nickel monel inconel	≈40			195000	70000	Résistance à la corrosion aux hautes aux base température sont non magnétique

D'après les caractéristiques des ressorts établit dans le tableau ci-dessus on a choisi un ressort en acier un chrome-silicium 56SC7, 45SCD6.

Calcul de la raideur minimale du ressort k_{min} :

$$K_{min} = \frac{F_r}{\Delta x}$$

Avec

Calcul Δx

$$\Delta x = R - \alpha \quad \text{avec } \alpha = \sqrt{R^2 - M^2}$$

Calcul de la force de résistance F_r

$$F_r = p \cdot l \quad \text{avec } p = \sum p;$$

f : coefficient de frottement

Masse outil = 1kg

poids = 10 N

Masse vis CHC=3.324*10⁻³kg

poids = 0.03334N

Masse support outil supérieur= 0.843kg

poids = 8.43N

Masse support outil supérieur= 0.873kg

poids = 8.73N

Masse de l'écrou= 2.394*10⁻³kg

poids = 0.023N

Masse de rondelles= 7.42*10⁻³kg

poids = 7.42* 10⁻³N

$$P = \sum p = 10 + 0.033 + 8.43 + 8.73 + 0.023 + 7.42 \cdot 10^{-3}$$

$$P = 27.223 \text{ N} = F_r$$

Calcul de la raideur du ressort K_{max} :

On supposant $F_t = F_r$ pour calculer K_{max}

$$K_{max} = \frac{l \cdot t}{\Delta x}$$

Calcul de F_t : masse mandrin= 30kg

poids=300N

Masse pièce=30kg

poids=300N

$$P = \sum p \text{ donc } p = 600 \text{ N}$$

$$f = \frac{F_t}{P} \quad \text{alors } F_t = P = 600\text{N}$$

Tous les résultats sont sur les trois tableaux suivants :

COURONNE

Tableau 14 : Caractéristiques des couronnes

Réf	A_s mm	K_{\min} N/mm	K_{\max} N/mm
191356	1.12	24.12	535.71
191360	1.12	24.12	535.71
191364	1.12	24.12	535.71
191368	1.12	24.12	535.71
190327	1.457	18.69	408.16
189701	1.45	18.68	413.79
190331	1.45	18.68	413.79
189961	2.43	11.16	246.91
189962	2.43	11.16	246.91
1141230	2.43	11.16	246.91
1141231	2.43	11.16	246.91
114132	2.43	11.16	246.91
1155639	2.25	12.06	266.66

SATELLITE (DENTURE DROITE)

Tableau 15: Déplacement et raideur pour les satellites

Réf	Δx mm	K_{\min} N/mm	K_{\max} N/mm
190713	0.74	36.8	810.81
190716	1.04	26.18	576.92
190719	1.55	17.56	387.09
190623	0.31	87.85	1935.92
184979	0.74	36.8	810.81
185568	1.04	26.18	576.96
5000654087	0.31	87.85	1935.92

PLANETAIRE (DENTURE DAROITE)**Tableau 16:** Déplacement et raideur pour les planétaires

Réf	Δx mm	K_{\min} N/mm	K_{\max} N/mm
190714	0.74	36.8	810.81
190720	1.55	17.54	387.09
194222	1.04	26.69	576.92
193993	1.04	26.69	576.92
190717	1.04	26.69	576.92
184978	0.74	36.8	810.81
190625	0.31	87.68	1935.48
193990	1.04	26.69	576.92
185864	1.04	26.69	576.92
184977	0.74	36.8	810.81
185863	1.04	26.69	576.92

De ces trois tableau (14, 15, 16) on remarque que pour $\Delta x_{\max} = 2.43\text{mm}$

$$K_{\min} = 11.16 \text{ N/mm} ; K_{\max} = 266.66 \text{ N/mm}$$

Lorsque l'on rend K :

- 20% de K_{\max} soit $K = 53.33 \text{ N/mm}$, ce qui implique $Fr = 129.60 \text{ N}$
- 50% de K_{\max} soit $K = 133.33 \text{ N/mm}$, ce qui implique $Fr = 324 \text{ N}$
- 70% de K_{\max} soit $K = 186.66 \text{ N/mm}$, ce qui implique $Fr = 453.58 \text{ N}$

Il s'en suit que pour $d = 2 \text{ mm}$, $D = 20 \text{ mm}$ et $G = 77000 \text{ N/mm}^2$

$$Mt = \frac{Fr \cdot D}{2} \longleftrightarrow D = \frac{2 \cdot Mt}{Fr}$$

$$\Delta x = \frac{(8 \cdot Na \cdot Fr \cdot D^3)}{G \cdot d^4}$$

$$K = \frac{(G \cdot d^4)}{(8 \cdot Na \cdot D^3)} = \frac{Fr}{\Delta x}$$

$$Na = \frac{(G \cdot d^4 \cdot \Delta x)}{(8 \cdot Fr \cdot D^3)}$$

$$= \frac{2.7 \cdot 2^4 \cdot 77000}{8 \cdot 27.232 \cdot 20^3}$$

$$= 1.85 \text{ spires active} \implies Na = 2 \text{ spires active}$$

$$Na = N - 1.5$$

$$Na = Na + 1.5$$

$$N = 3.5 \text{ spires donc } N = 4 \text{ spires}$$

$$R_p = \frac{2}{3} \cdot \sigma_e \quad \sigma_e = 1150 \text{ N/mm}^2$$

$$R_p = 766.66 \text{ N/mm}^2$$

$$R_p = 2 \cdot R_{pg}$$

$$R_{pg} = 383.33 \text{ N/mm}^2$$

$$M_t = \frac{Fr \cdot d}{2} = \frac{27.232 \cdot 20}{2}$$

$$\tau_0 = \frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_0 = 173.36 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = k_d \cdot \tau_0$$

Avec k_d : coefficient de concentration de contrainte

$$\frac{D}{d} = 10 \quad ; \quad k_d = 1.13$$

$$\tau_{\max} = 195.897 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{\max} \leq R_{pg}$ donc le ressort résiste

V-2.3. Moteur :

Calcul de la puissance nécessaire par le moteur :

$$P = M_{rg} \cdot \omega$$

Calcul du moment résistant globale M_{rg} N*mm :

Moment résistant butée M_{rb} N*mm

$$M_{rb} = \frac{2}{3} \cdot Ft \cdot (r_2^3 - r_1^3) / (r_2^2 - r_1^2)$$

On à la charge maximale dans le mécanisme 1

Pour : pièce diamètre $\varnothing = 400\text{mm}$ et le poids $P_p = 300\text{N}$

Mandrin : $P_m = 300\text{N}$

$$P = P_p + P_m = 600\text{N}$$

$f = 1$ (contact bitée) cas le plus

$$P = 600\text{N}$$

$$r_2 = 65 \text{ mm}$$

$$r_1 = 30 \text{ mm}$$

$$Ft = P \cdot f = 600\text{N}$$

$$M_{rb} = 29.78\text{N.m}$$

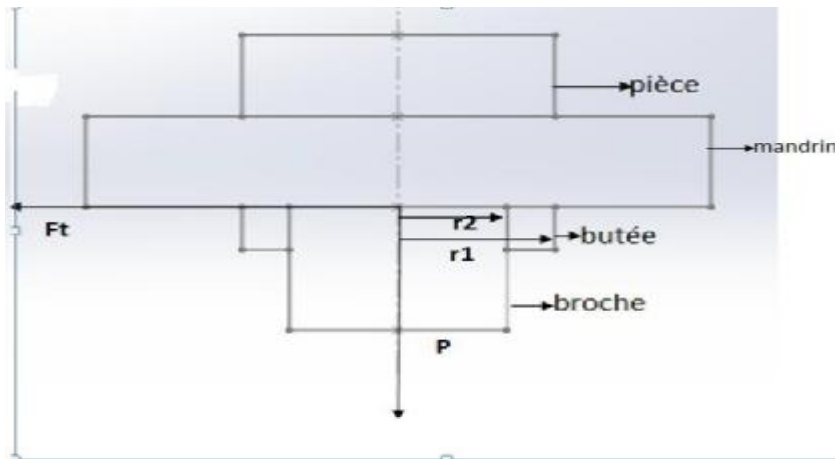


Figure 40: Contact butée

Moment résistant due au contact pièce-outil

$$M_{rc} = F_1 * R$$

R = 200mm (rayon pièce)

F₁=1 (contact meule pièce)

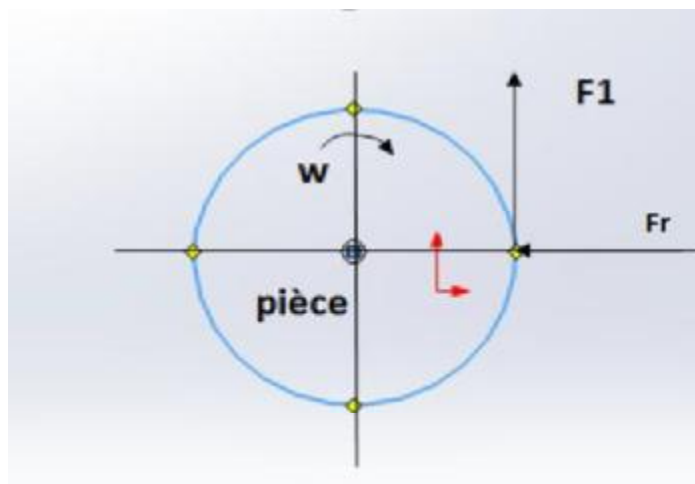


Figure 41: Contact pièce-outil

$$F_r = p * f$$

f= 1 (contact acier bronze)

$$F_r = p * f = 27.232 \text{ N}$$

$$P = 27.232 \text{ N}$$

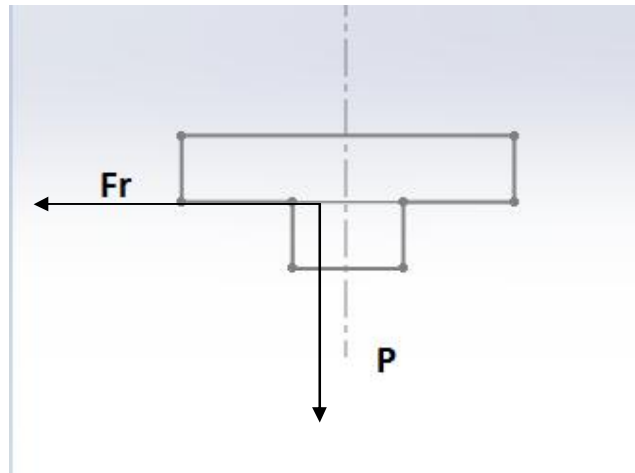


Figure42: Contact porte-outil

$$F_1 = F_r \cdot f = 27.232 \text{ N}$$

$$M_{rc} = F_1 \cdot R = 5.44 \text{ N.m}$$

$$M_{rg} = M_{rb} + M_{rc} = 35.22 \text{ N.m}$$

$$P = M_{rb} + M_{rc} = 35.22 \text{ N.m}$$

$$P = M_{rg} \cdot W$$

$$W = 1.15 \text{ rd / s}$$

$$P = 40.51 \text{ w}$$

$$\eta_c = \frac{P}{P_m}$$

$$\eta_c = \eta_c \cdot \eta_d$$

$$\eta_c = 0.96$$

$$\eta_d = 0.93$$

$$P_m = 43.5 \text{ w}$$

Donc le moteur choisit doit fournir une puissance supérieure à 43.5 watt.

La puissance du moteur choisit à une valeur de 90 watt.

Pour un nombre de tours 750tr / min. Les caractéristiques du moteur choisit se présentent en (voir annexe 3)

$$d_{aB} = d + 2m \cos \delta_B = 121.89 \text{ mm}$$

$$d_{fA} = d - 2.5m \cos \delta_A = 52.88 \text{ mm}$$

$$d_{fB} = d - 2.5 \cos \delta_B = 117.62 \text{ mm}$$

$$\theta_a = 1.8^\circ \quad \theta_a = \frac{m}{L} = 1.8^\circ$$

$$\theta_f = 0.03^\circ \quad \theta_f = \frac{1.25m}{L} = 0.03^\circ$$

$$\delta_{aA} = \delta_A + \theta_f = 20.26^\circ \quad ; \quad \delta_{aB} = 73.36^\circ$$

$$\delta_{fA} = \delta_A - \theta_f = 16.63^\circ \quad ; \quad \delta_{fB} = 71.53^\circ$$

$$p = m \cdot \pi = 9.42 \text{ mm}; \quad L_A = \frac{d_A}{2 \sin \delta_A} = 63.26 \text{ mm}$$

$$B = k \cdot m = 12 \text{ mm} \quad \text{avec } k=6$$

Tableau 17 : Caractéristique des engrenages coniques constituant le réducteur d'angle

Module	m	2 mm
Nombre de dents	Z	$Z_A = 20 ; Z_B = 60$
pas	P	P = 9.42 mm
Saillie	h_a	$h_a = 2 \text{ mm}$
Creux	h_f	$h_f = 3.75 \text{ mm}$
Hauteur de dent	h	$h = 5.75 \text{ mm}$
Diamètre primitif	d	$d_A = 40 \text{ mm}, d_B = 120 \text{ mm}$
Diamètre de tête	d_a	$d_{aA} = 65.69 \text{ mm} ; d_{aB} = 121.89 \text{ mm}$
Diamètre primitif	d_f	$d_{fA} = 52.88 \text{ mm} ; d_{fB} = 117.62 \text{ mm}$
Largeur de denture	b	B = 12 mm
Angle de primitif	δ	$\delta_A = 18.43^\circ ; \delta_B = 71.65^\circ$
Angle de tête	δ_a	$\delta_{aA} = 20.26^\circ ; \delta_{aB} = 73.36^\circ$
Angle de pied	δ_f	$\delta_{fA} = 16.63^\circ ; \delta_{fB} = 71.53^\circ$
Angle de saillie	θ_a	$\theta_a = 1.8^\circ$
Angle de creux	θ_f	$\theta_f = 0.03^\circ$

V-2.4.2. Poulie :

$$N_p = 11 \text{ tr / min}$$

$$I_d = 1 / 40$$

$$I_d = \frac{N_p}{N_{ent div}}$$

$$N_{ent div} = 440 \text{ tr / min}$$

$$N_{mot} = 750 \text{ tr / min}$$

$$I_c = \frac{N_{ent div}}{N_{mot}} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}}$$

$$I_c = 0.6$$

On pose $d_{p1} = 100 \text{ mm}$

$$D_{p2} = 60 \text{ mm}$$

V-2.4.3. Courroie :

Élément flexible qui transmet la puissance de l'arbre moteur à l'arbre entraîné.

$$L = 2 * C + \frac{1}{2} (d_2 + d_1) + \frac{d_2 - d_1}{4 * C}$$

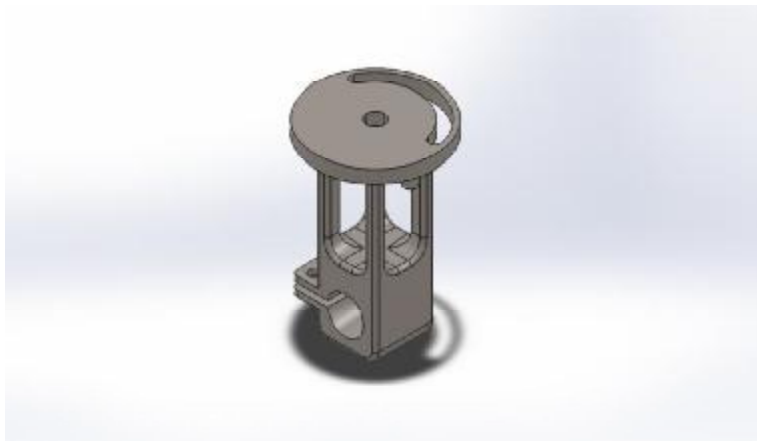
$$D_{p1} = 100 \text{ mm}$$

$$D_{p2} = 60 \text{ mm}$$

$$C = 338 \text{ mm}$$

$$L = 927.30 \text{ mm}$$

VI-3. Analyse statique des pièces :
Cas de fixation de la meule :



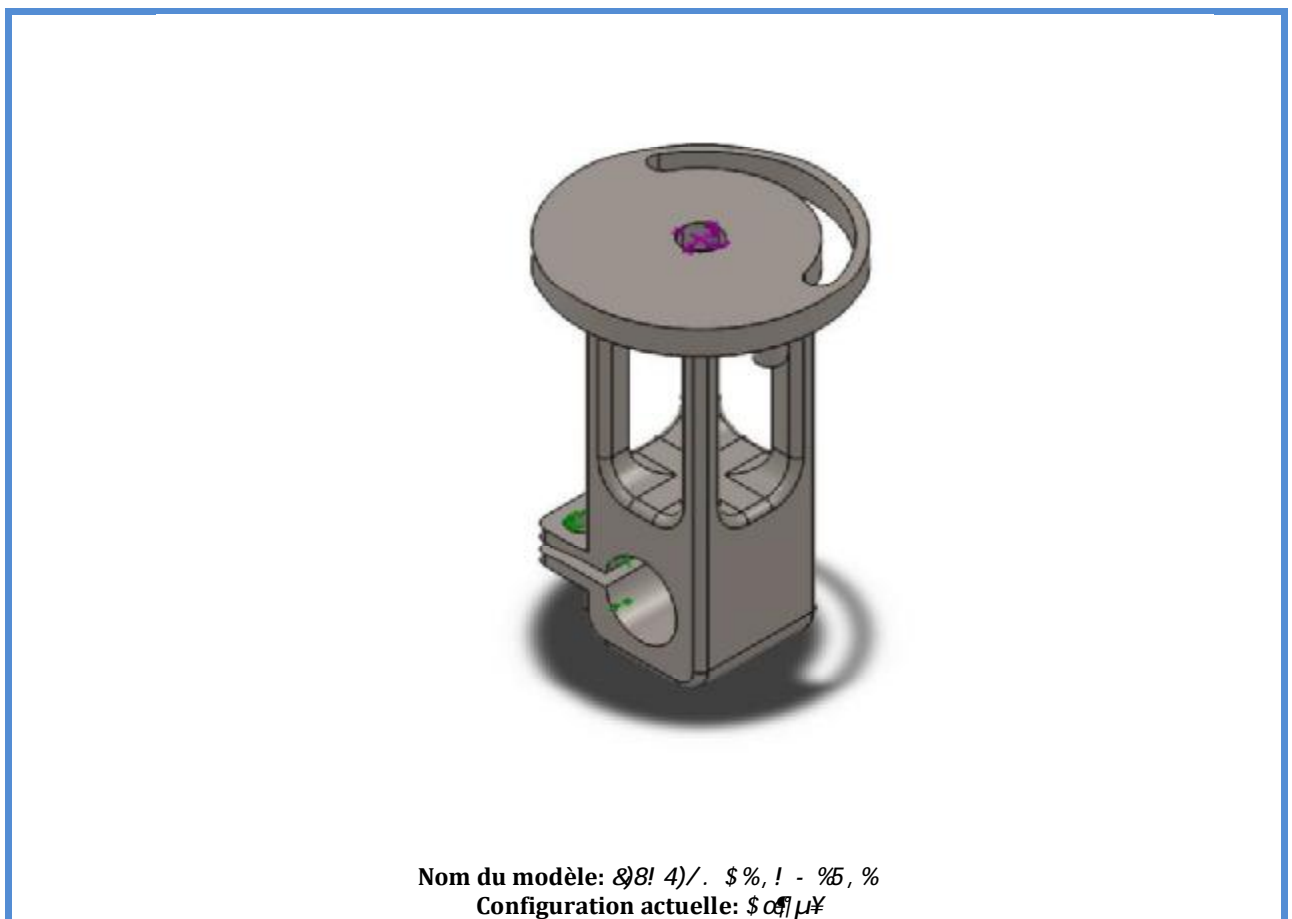
Simulation de FIXATION DE LA MEULE

Date: lundi 23 septembre 2013
Concepteur: Solidworks
Nom de l'étude: Etude 1
Type d'analyse: Analyse statique


Table of Contents

Informations sur le modèle	66
Propriétés de l'étude.....	67
Unités	67
Propriétés du matériau	68
Actions extérieures	69
Définitions des connecteurs	Erreur ! Signet non défini.
Informations sur le contact	Erreur ! Signet non défini.
Informations sur le maillage.....	71
Détails des capteurs	Erreur ! Signet non défini.
Forces résultantes	Erreur ! Signet non défini.
Résultats de l'étude.....	73
Conclusion	79

Informations sur le modèle



Corps volumiques

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
<p>#OAEoe</p> 	#Okoε ∂0μ# @μ•	<p>Masse:1.71332 kg Volume:0.000217979 m³ Masse volumique:7860 kg/m³ Poids:16.7905 N</p>	<p>C:\Users\MOUMOUH\Documents\ALIOUANE\FIXATION DE LA MEULE.SLDPRT 3•∞</p>


Propriétés de l'étude

Nom d'étude	Etude 1
Type d'analyse	Analyse statique
Type de maillage	Maillage volumique
Effets thermiques:	Activé(e)
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SolidWorks Flow Simulation	Désactivé(e)
Type de solveur	FFEPlus
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Activé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Friction	Désactivé(e)
Méthode adaptative:	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SolidWorks (C:\Users\MOUMOUH\Documents\ALIOUANE)

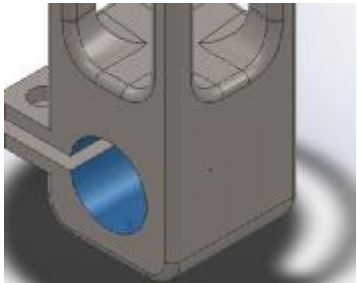
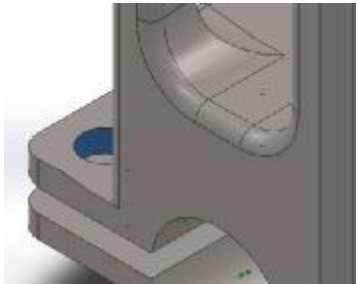
Unités

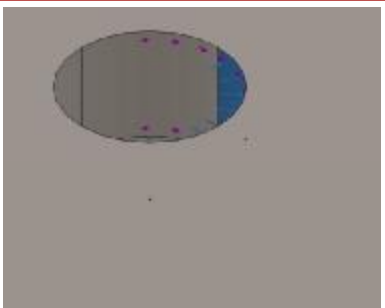
Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m ²

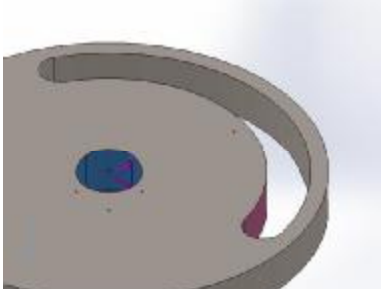
Propriétés du matériau

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: 201 Acier inoxydable recuit (SS)</p> <p>Type de modèle: Linéaire élastique isotropique</p> <p>Critère de ruine par défaut: Inconnu</p> <p>Limite d'élasticité: 2.92e+008 N/m²</p> <p>Limite de traction: 6.85e+008 N/m²</p> <p>Module d'élasticité: 2.07e+011 N/m²</p> <p>Coefficient de Poisson: 0.27</p> <p>Masse volumique: 7860 kg/m³</p> <p>Coefficient de dilatation thermique: 1.7e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1(Congé8)(FIXATION DE LA MEULE)</p>
Données de la courbe:N/A		

! E X O V E • T I G S Q U S >

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé			
Fixe-1		Entités: 1 face(s) Type: Pivot fixe			
Forces résultantes					
Composants		X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)		14.2743	435.26	-274.771	514.931
Moment de réaction(N·m)		0	0	0	0
Fixe-3		Entités: 4 face(s) Type: Géométrie fixe			
Forces résultantes					
Composants		X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)		-141.784	-435.26	274.77	533.904
Moment de réaction(N·m)		0	0	0	0

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 100 N

Couple-1		<p>Entités: 4 face(s) Référence: Face< 1 > Type: Moment de torsion Valeur: -30 N·m</p>
----------	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

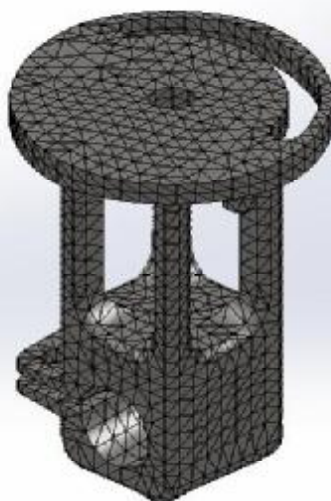
Informations sur le maillage

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	6.04127 mm
Tolérance	0.302063 mm
Qualité de maillage	Haute

Informations sur le maillage - Détails

Nombre total de noeuds	16847
Nombre total d'éléments	9662
Aspect ratio maximum	13.663
% d'éléments ayant un aspect ratio < 3	97.9
% d'éléments ayant un aspect ratio > 10	0.103
% d'éléments distordus (Jacobien)	0
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:03
Nom de l'ordinateur:	MOUHALIOUANE

Nom du modèle: FIXATION DE LA MEULE
 Nom de l'élément: élude 1
 Type de maillage: Maillage volumique



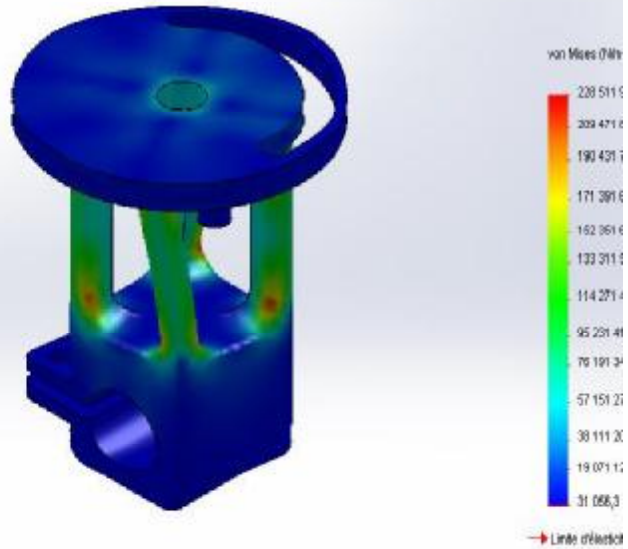
#° ∞ 6)

\$ © • A E O A E ≠ • A E • ¥ ≥ © μ ° ¥ O A E

Résultats de l'étude

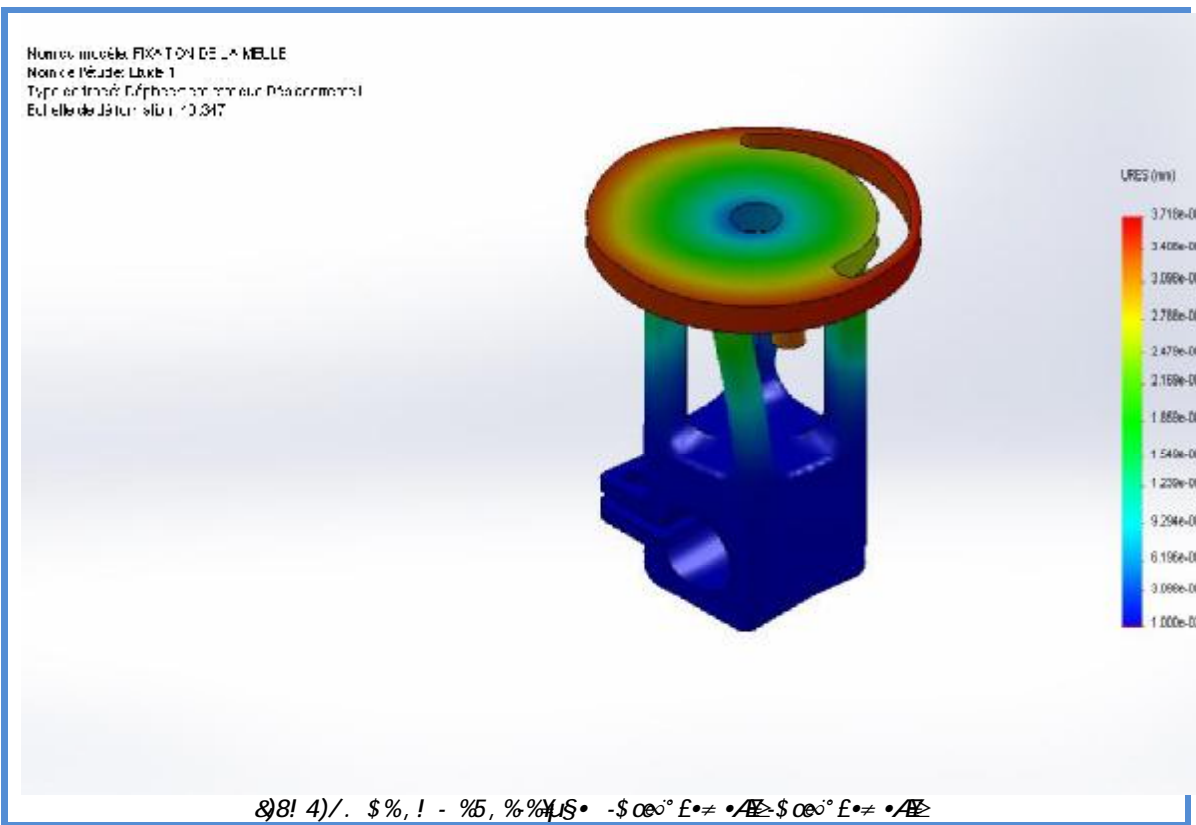
Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	31056.3 N/m ² Noeud: 15051	2.28512e+008 N/m ² Noeud: 6196

Numéro nœuds: FIXATION DE LA MELLE
 Nom de l'étude: Luxe 1
 Type de l'étude: Analyse statique non linéaire
 Echelle de déformations: 0.017

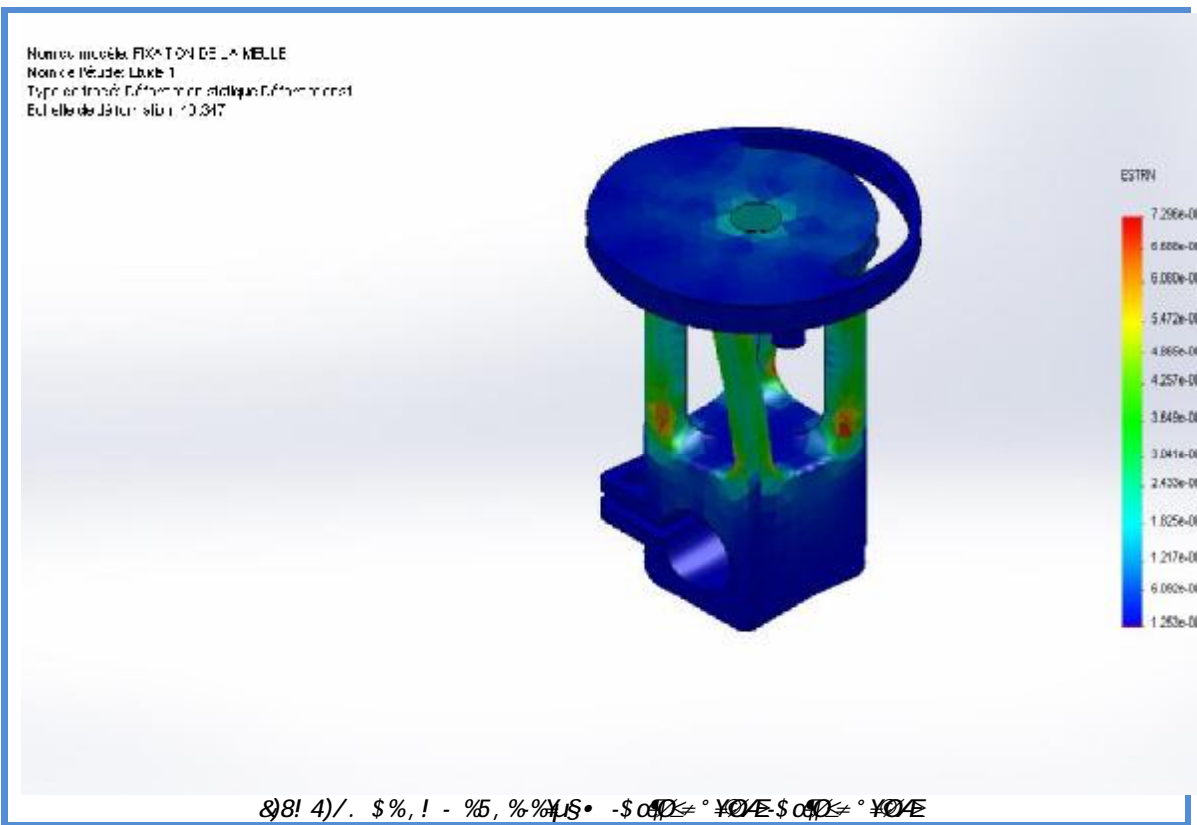


8) 4) / . \$ % , ! - % 5 , % % 4 S • -Contraintes-Contraintes1

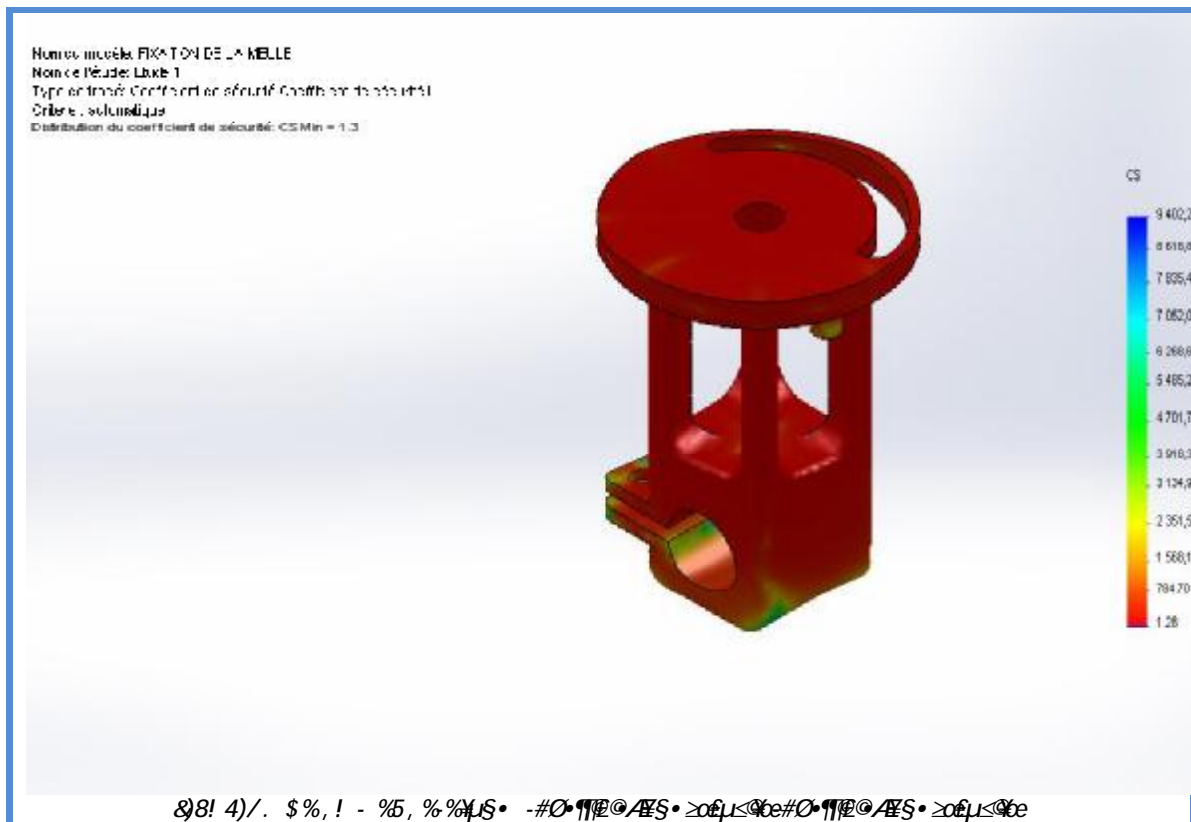
Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Noeud: 210	0.371779 mm Noeud: 156



Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN: Déformation équivalente	1.25258e-007 Élément: 8004	0.000729619 Élément: 5878



Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité1	Automatique	1.27783 Noeud: 6196	9402.29 Noeud: 15051



Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité2	Automatique	1.27783 Noeud: 6196	9402.29 Noeud: 15051

Nom du modèle: FIXATION DE LA MEULE
Nom de l'étude: Etude 1
Type de tracé: Analyse statique contrainte nodale Contraintes1
Echelle de déformation: 3.55203

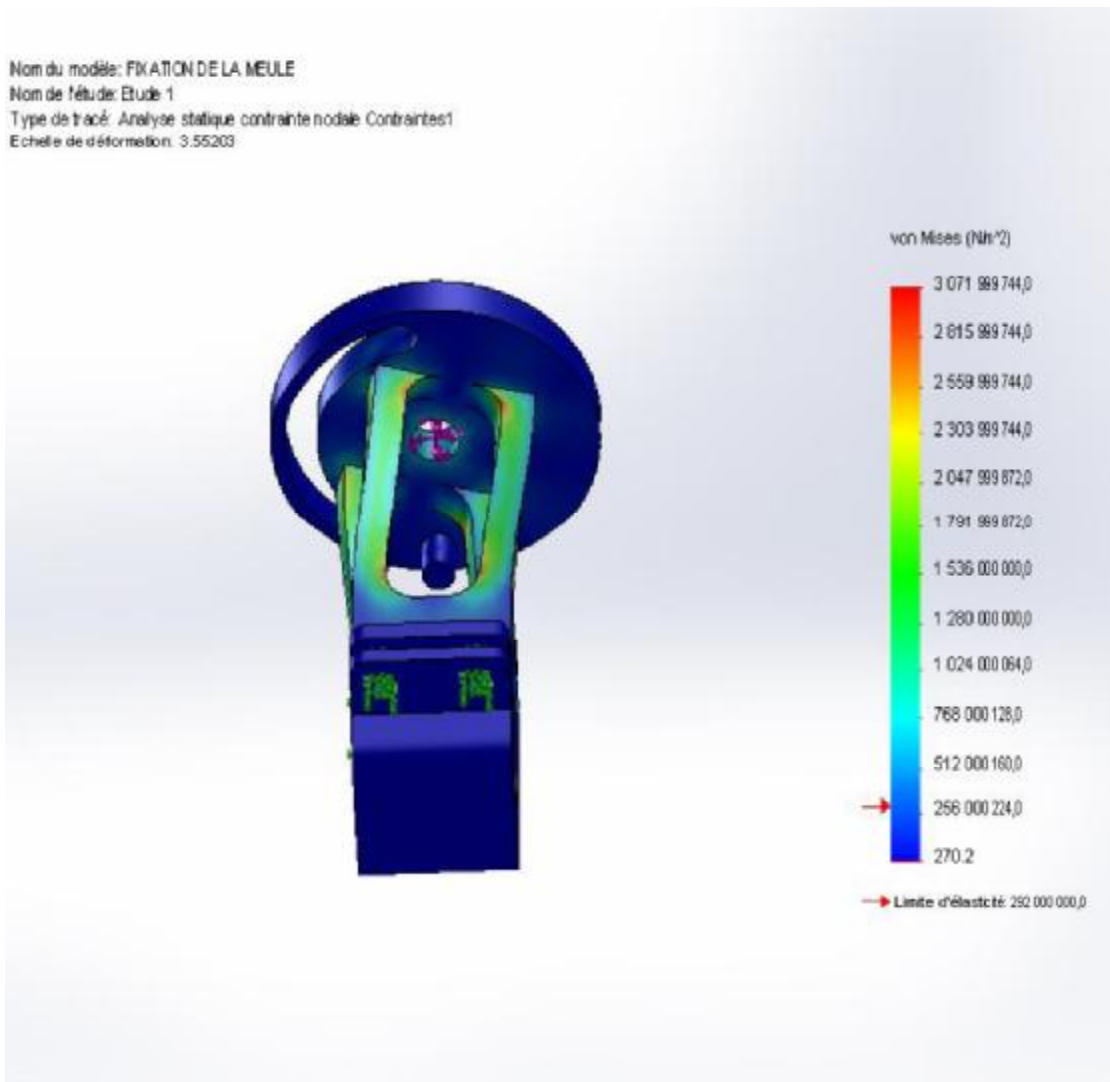


Image-1

Nom du modèle: FIXATION DE LA MEULE

Nom de l'étude: Etude 1

Type de tracé: Analyse statique contrainte nodale Contraintes1

Echelle de déformation: 40.347

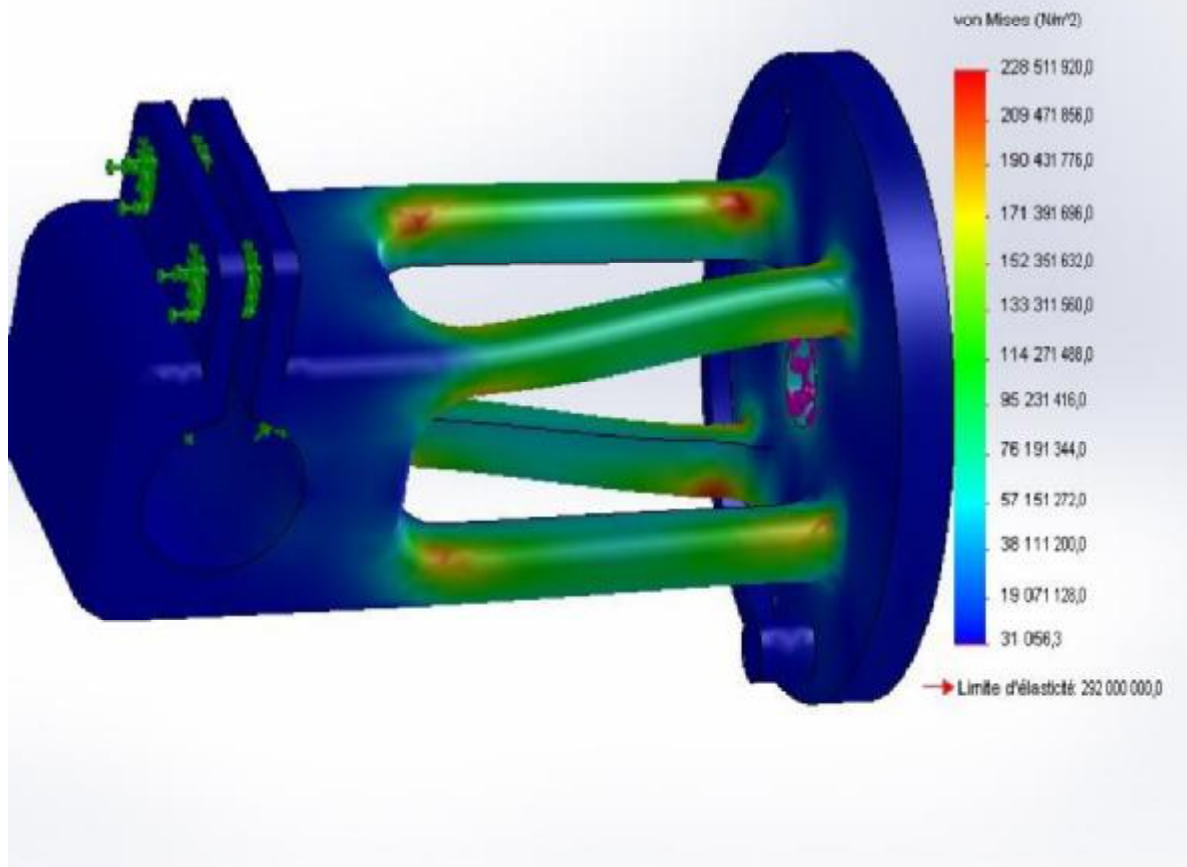


Image-3

Conclusion

La pièce résiste aux charges appliquées

CONCLUSION

Le Projet avait pour objectif de créer une installation permettant de supporter les mobiles et d'assister l'opérateur durant la phase d'ébavurage des dentures, et d'améliorer la sécurité ainsi que les conditions de travail de l'opérateur et l'une des principales contraintes consistées à s'adapter à la grande diversité des produits.

D'un point de vue technique, la machine d'ébavurage conçu atteint totalement ces objectifs :

- Sa robustesse et son architecture vont sensiblement améliorer la sécurité du poste.
- Sa forme relativement étroite sera adaptée au travail de l'opérateur et lui permettra d'accéder aisément à toutes les dentures.
- Son système de pivotement motorisé et de réglage de la hauteur de travail permettront à l'opérateur de travailler dans des conditions d'ergonomie fortement améliorées.
- Sa grande flexibilité garantit la mise en place de tous les produits.

Ce projet nous a donné l'occasion de nous initier dans le monde de la conception assisté par ordinateur (CAO) et à approfondir nos connaissances dans ce domaine, et d'avoir une idée générale sur le type de problème que l'on peut rencontrer au cours d'un dimensionnement et de trouver les solutions adéquates.

Nous espérons que notre travail donnera une base de départ pour l'autre étude de perfectionnement, tel que l'automatisation du déplacement porte-outil par l'installation d'un moteur et synchronisation de l'ensemble du mécanisme, comme par exemple l'entraînement en rotation de la pièce et engagement / dégagement de la meule.

- [1] ABB. Operating manual Machining Power Pac Robot Studio 5.12, Document ID: 3HAC030420-001, revision B.
- [2] ABB. Manuel de référence technique RAPID, Document ID : 3HAC16 révision E581-4
- [3] ABDERRAHIM et A.R. Whittaker, 1999. Kinematic model identification of industrial manipulators. Département de génie mécanique. Université de Glasgow, Écosse.
- [4] AFNOR. NF EN ISO 14738, Sécurité des machines – Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines, 27 p.
- [5] CHEVALIER, guide du dessinateur industriel ; Hachette ;
Edition : 2005-2006 Auteur : A. Chevalier
- [6] CONRAD, Kevin L. et al. July 13 to 19, 2000. Robotic calibration issues: accuracy, repeatability and Grèce. 6 pages.
- [7] David LAFORTUNE, robotisation de l'ébavurage de précision : développement de procédés génériques par géométrie
2011 l'école de technologie supérieure Montréal
- [8] Documentation remise par l'entreprise (S.N.V.I)
- [9] Dornfeld, DAVID. August 11 to 13, 2009. "Course Notes", Seminar of burr formation & minimisation. ÉTS, Montréal, Canada.
- [10] Formulaire du mécanicien
Edition 1977 Auteur : Robert Rouiller .
- [11] GILLESPIE, LaRoux K. 2003. HAND DEBURRING – Increasing Shop Productivity, Society of Manufacturing Engineers, ISBN : 0-87263-642-9. Michigan, USA. 530 pages.
- [12] INRS. Conception des équipements de travail et des moyens de protection, Ville de l'éditeur, Éditeur, année de l'édition, nombre de pages.
- [13] INRS. Sécurité des machines et des équipements de travail, Ville de l'éditeur, Éditeur, année de l'édition, nombre de pages.
- [14] Massarsky, Michael et David A. Davidson. 8-10 septembre 2004, Turbo-abrasive machining for edge and surface finishing, SME, TP04PUB349, Chicago, Illinois, USA. 10 pages.
- [15] Mécanosoudage conception, CETIM (Centre Technique des Industries Mécaniques), 1989
- [16] PFE : Conception et réalisation d'un banc de manutention au poste d'ébavurage des dentures
Edition 2005-2006 Auteur : M-Lehmann Herve

Mécanisme 1: Couronne

D	πD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
mm	mm	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min	tr/min		
		Pour $V_c=2$ m/min	Pour $V_c=3$ m/min	Pour $V_c=4$ m/min	Pour $V_c=5$ m/min	Pour $V_c=6$ m/min	Pour $V_c=7$ m/min	Pour $V_c=8$ m/min	Pour $V_c=9$ m/min	Pour $V_c=10$ m/min	Pour $V_c=11$ m/min	Pour $V_c=12$ m/min	Pour $V_c=13$ m/min	Pour $V_c=14$ m/min	Pour $V_c=15$ m/min	Pour $V_c=16$ m/min	Pour $V_c=17$ m/min	Pour $V_c=18$ m/min	Pour $V_c=19$ m/min	Pour $V_c=20$ m/min
270	848.23	2.35	3.53	4.71	5.89	7.07	8.25	9.43	10.61	11.78	12.96	14.15	15.32	16.50	17.68	18.86	20.04	21.22	22.39	23.57
315	989.60	2.02	3.03	4.04	5.05	6.06	7.07	8.08	9.09	10.11	11.12	12.13	13.14	14.15	15.16	16.17	17.18	18.19	19.20	20.21
400	1155.63	1.59	2.36	3.45	4.32	5.19	6.25	6.91	7.78	8.64	9.51	10.37	11.24	12.10	12.96	13.83	14.69	15.56	16.43	15.91

Mécanisme 2 : Satellite et planétaire

D mm	πD mm	N		N		N		N		N		N		N		N		N																			
		tr/min	Pour $V_e=2$ m/min	tr/min	Pour $V_e=3$ m/min	tr/min	Pour $V_e=4$ m/min	tr/min	Pour $V_e=5$ m/min	tr/min	Pour $V_e=6$ m/min	tr/min	Pour $V_e=7$ m/min	tr/min	Pour $V_e=8$ m/min	tr/min	Pour $V_e=9$ m/min	tr/min	Pour $V_e=10$ m/min	tr/min	Pour $V_e=11$ m/min	tr/min	Pour $V_e=12$ m/min	tr/min	Pour $V_e=13$ m/min	tr/min	Pour $V_e=14$ m/min	tr/min	Pour $V_e=15$ m/min	tr/min	Pour $V_e=16$ m/min	tr/min	Pour $V_e=17$ m/min	tr/min	Pour $V_e=18$ m/min	tr/min	Pour $V_e=19$ m/min
60	188,79	10,61	15,91	21,22	26,53	31,83	37,13	42,44	47,74	53,03	58,33	63,66	68,96	74,27	79,58	84,88	90,19	95,49	100,8	106,10																	
63	197,92	10,10	15,20	20,27	25,34	30,41	35,48	40,55	45,62	50,68	55,75	60,83	65,89	70,96	76,03	81,09	86,16	91,24	96,31	101,05																	
72	226,19	8,84	13,26	17,68	22,10	26,53	30,95	35,36	39,78	44,21	48,63	53,05	57,47	61,89	66,32	70,74	75,16	79,58	84	88,41																	
86	270,17	7,40	11,10	14,80	18,51	22,21	25,90	29,61	33,31	37,01	40,71	44,42	48,12	51,82	55,52	59,22	62,93	66,63	70,33	74,02																	
88	276,40	7,23	10,85	14,47	18,09	21,70	25,33	28,94	32,56	36,18	39,79	43,42	47,03	50,65	54,27	57,89	61,50	65,13	68,74	72,35																	
97	304,73	6,56	9,85	13,13	16,41	19,69	22,97	26,26	29,53	32,82	36,09	39,38	42,66	45,94	49,23	52,51	55,79	59,07	62,35	65,63																	
102	320,44	6,24	9,36	12,48	15,61	18,73	21,84	24,96	28,09	31,21	34,33	37,45	40,57	43,69	46,81	49,93	53,05	56,17	59,29	62,41																	
114	358,14	5,58	8,38	11,16	13,96	16,75	19,54	22,33	25,13	27,93	30,72	33,51	36,30	39,09	41,88	44,67	47,46	50,26	53,05	55,84																	
125	392,69	5,09	7,64	10,19	12,73	15,28	17,83	20,37	22,92	25,46	28,01	30,56	33,11	35,65	38,20	40,74	43,29	45,84	48,38	50,92																	
144	452,38	4,47	6,63	8,84	11,05	13,26	15,47	17,68	19,89	22,10	24,32	26,52	28,74	30,95	33,16	35,37	37,58	39,79	42,00	44,20																	
180	565,48	3,53	5,31	7,07	8,84	10,61	12,38	14,15	15,92	17,68	19,45	21,22	22,98	24,76	26,53	28,29	30,06	31,83	33,60	35,36																	
197,2	619,52	3,22	4,84	6,46	8,07	9,68	11,29	12,91	14,53	16,14	17,75	19,36	20,98	22,59	24,21	25,83	27,44	29,05	30,67	32,28																	

Caractéristiques générales de moteur électrique :

Les caractéristiques ci-dessous sont relatives aux moteurs standards.

- Tension nominales à 50 Hz : 220V – 380 V – 660 V (Tolérance $\pm 5\%$)
- Type de service : S1 continu (Température ambiante 40°C et altitude 1000m)
- Classe d'isolation : F (tropicalisée)
- Refroidissement et ventilation : B3 –B5 B35
- Equilibrage dynamique des rotors avec clavettes
- Degrés de protection : IP 54 – IP55
- Palier des moteurs de HA71 à 250mm sont graissés à vie
- Palier des moteurs HA 280 à 400 sont munis d'un dispositif de graissage
- Peinture standard : Gris pierre RAL 7030
- Des moteurs spécifiques peuvent être fournis sur demande

Tableau : caractéristique de moteur électrique

Puissance nominale				hauteur d'axe (mm)	type	vitesse nominale tr/min		courant In sous 380V (A)		Cd/Cn		Id/In	
KW		CV				PV	GV	PV	GV	PV	GV	PV	GV
PV	GV	PV	GV										
0.90	1.60	1.22	2.20	100L	1073	680	1360	3.10	3.50	1.9	1.7	3.6	4.6