



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre :...../GM/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : construction Mécanique

Thème

Etude d'une boîte de vitesse classique d'un tour
parallèle type 1M61

Présenté par :

1 : BELARBI HACHEMI

2 : BERREZOUG KADDOUR

Soutenu le 06/07/2019 devant le jury composé de :

Président : Pr ZENASNI Ramdane

UMAB - Mostaganem

Examineur : Dr BENKABOUCHE Salah-Eddine

UMAB - Mostaganem

Encadreur: Dr KHIAT Mohammed Amine

UMAB - Mostaganem

Année Universitaire : 2018 / 2019

Dédicace

À nos Parents,

À nos familles,

À nos amis.

Remerciement

Premièrement nous remercions le dieu notre créateur.

*Nous remercions particulièrement notre encadreur **Dr. KHAIT Sidi Mohamed Amine** pour son aide précieuse, sa patience et ses encouragements.*

*Nous voulons également remercier **Pr.ZENASNI Ramdane** pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.*

*Nos remerciements vont également aux **Dr BENKABOUCHE Salah-Eddine** pour s'être intéressé à ce travail et d'avoir bien voulu n'honorer de leur présence dans ce jury.*

Nos remerciements s'adressent également à tous ce qui n'ont aidé et n'ont permis de faire aboutir ce travail,

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I	Généralité
I.1 La machine-outil	3
I.1.1 Définition	3
I.1.2 Historique	3
I.1.3 Les principaux types de machines-outils.....	3
I.1.3.1 Les tours	3
I.1.3.2 Les fraiseuses	3
I.2 Tour Parallèle	4
I.2.1 Principe de fonctionnement.....	4
I.2.2 Définition des éléments d'un tour parallèle	4
I.2.2.1 Le banc	4
I.2.2.2 La poupée fixe.....	5
I.2.2.3 Le moteur	5
I.2.2.4 La broche.....	6
I.2.2.5 La poupée mobile.....	6
I.2.2.6 Le traînard	6
I.3 Tournage mécanique	6
I.3.1 Définition de tournage.....	6
I.3.2 Différentes opérations de tournage	7
I.3.2.1 Chariotage	7
I.3.2.2 Alésage	7
I.3.2.3 Dressage	7
I.3.2.4 perçages.....	8
I.3.2.5 Rainurage	8
I.3.2.6 Filetage.....	8
I.3.2.7 Tronçonnage.....	8
I.3.2.8 Chanfreinage	9
I.4 Les paramètres de coupe en tournage	9
I.4.1 Vitesse de coupe.....	9
I.4.2 Vitesse d'avance V_f et Avance f	10
I.4.3 Profondeur de passe	10
I.5 Les outils de Tour	10
I.5.1 Composition d'outil	10

I.5.2 Les outils les plus courantes	11
I.5.2.1 Outil droit à charioter	11
I.5.2.2 Outil coudé à charioter	11
I.5.2.3 Outil à tronçonner.....	12
I.5.2.4 Outil à fileter	12
I.5.2.5 Outil à aléser.....	12
I.5.2.6 Outil à chambrer.....	13
I.5.2.7 Outil à tarauder (fileter intérieur)	13
I.5.3 Les matériaux des outils	13
I.5.3.1 ARS	13
I.5.3.2 Carbures	14
I.5.3.3 Cermets	14
I.5.3.4 Céramiques.....	14
I.5.3.5 Diamant	14

Chapitre II

Boite de vitesse d'une machine-outil

II.1 Définition	16
II.2 Principe de fonctionnement	16
II.3 But de la boite de vitesse	16
II.4 Les engrenages	17
II.4.1. Historique.....	17
II.4.2. Définition.....	18
II.4.3. Pourquoi on les utilise ?.....	18
II.4.4.Principaux types d'engrenages	19
II.4.4.1. Engrenages droits à denture droite :	19
II.4.4.2. Engrenages droits à denture hélicoïdale :	19
II.4.4.3. Engrenages coniques	20
II.4.4.4. Engrenages roue et vis sans fin.....	21
II.4.5. Les diverses utilités des engrenages.....	21
II.4.6. Les éléments d'un engrenage	21
II.4.6.1. Cercles ou cylindres primitifs	21
II.4.6.2. Cercles ou cylindres de tête	22
II.4.6.3. Cercles ou cylindres de pied	22
II.4.6.4. Entraxe	22
II.4.6.5. Pas primitif	22
II.4.6.6. Saillie et creux d'une dent	22
II.4.6.7. Le module m	22
II.4.6.8. La ligne d'action	24

II.4.6.9. Angle de pression.....	24
II.4.7. Profil des dents.....	24
II.4.8. Profil en développante de cercle	25
II.4.9. Equation de la développante de cercle	26
II.4.10. Caractéristiques et formule des engrenages cylindriques à denture droite	26
II.4.11. Obtention des roues dentées.....	28
II.4.12. Réalisation d'une denture droite en développante de cercle avec SolidWorks	28
II.4.12.1. Définition et fonctionnement du logiciel « SolidWorks »	28
II.4.12.2. Les pièces	29
II.4.12.3. Les assemblages	29
II.4.12.4. Les mises en plan	29
II.4.12.5. Comment dessiner le profil de la dent sur le logiciel	29
II.4.12.6. La forme de la roue dentée réalisé	32
II.4.13. Réalisation d'une boite de vitesse avec SolidWorks	32
II.4.13.1. Réalisation des pièces de la boite	32
II.4.13.2. L'assemblage des pièces 3d réalisées	35
II.4.13.3. La mise en plan de la boite de vitesse réalisées	35

Chapitre III

Étude de la boite à vitesse d'un tour (Type 1M61)

III.1 Destination et domaine d'emploi de la machine « TOUR 1M61	38
III.2 Boite de vitesse de la machine 1M61	40
III.3 Schéma cinématique.....	42
III.3.1. Généralité	42
III.3.1.1. Définition.....	42
III.3.1.2. Les Liaisons mécaniques :.....	42
III.3.2. Schéma cinématique de la boite de vitesse de la machine « tour 1M61 » :.....	43
III.4 Calcule d'engrènement.....	46
III.4.1. Règles de transmission par engrènement :.....	46
III.4.2. Différents Positions des baladeurs :.....	47
III.4.3. Transmissions possibles :	49
III.4.4. Calcule les vitesses de sorties :.....	52
III.4.5. Résultats de calcules :.....	53
III.4.5.1. Accouplement à engrènement :	53
III.4.5.2. Accouplement à griffe :	54
III.4.6. Caractéristiques d'engrenage :.....	55
III.4.7. Calcule des entraxes « a » :	58
III.5 La résistance des dentures	58
III.5.1. Effort sur la denture :.....	58

III.5.2. Résistance de la dent à la flexion :60

Chapitre IV Maintenance et Entretien de la Machine-outil type 1M16

IV.1 Généralités Sur La Maintenance Industrielle [MI].....66

IV.1.1 Introduction:66

IV.2.Consignes de securite.....66

IV.2.1. Lubrification –Graissage67

IV.2.1.1.Boîte de la broche.....67

IV.2.1.2.Boîte des avances et du tablier68

IV.2.1.3.Graisseurs68

IV.2.2.Entretien –Réglage68

IV.2.2.1.Poupée68

IV.2.2.2. Traînard et tablier68

IV.2.2.3. Boîte d’avances69

IV.2.2.4. Contre-pointe.....69

IV.2.2.5. Pompe d’arrosage.....69

IV.2.2.6. Pédale de frein (blocage).....69

IV.2.2.7. Vis-mère69

IV.2.6. Maintenance70

IV.2.6.1. Quotidienne70

IV.2.6.2. Hebdomadaire71

IV.2.6.3. Mensuelle71

IV.2.6.4. Annuelle71

IV.3 Conclusion général75

Liste des figures

Chapitre I

Généralité

Figure I.1	Fraiseuse universelle.....	3
Figure I.2	Tour parallèle.....	4
Figure I.3	les éléments de tour parallèle.....	5
Figure I.4	poupée fixe à l'intérieur	5
Figure I.5	Le traînard.....	6
Figure I.6	Procédure de tournage	6
Figure I.7	Chariotage.....	7
Figure I.8	Alésage	7
Figure I.9	Dressage.....	7
Figure I.10	Perçage.....	8
Figure I.11	Rainurage.....	8
Figure I.12	Filetage	8
Figure I.13	Tronçonnage	9
Figure I.14	Chanfreinage.....	9
Figure I.15	Vitesse de coupe	9
Figure I.16	Les paramètres de coupe.....	10
Figure I.17	Présentation des différents types d'outils	11
Figure I.18	Outil droit à charioter en carbure.....	11
Figure I.19	Outil coudé à charioter.....	11
Figure I.20	Outil à tronçonner.	12
Figure I.21	Outil droit porte plaquette pour filetage extérieur.	12
Figure I.22	Outil à aléser et à dresser	12
Figure I.23	Outil à chamberer	13
Figure I.24	Outil intérieur à fileter	13

Chapitre II

Boîte de vitesse d'une machine-outil

Figure II.1	Tableau d'indicateur des vitesses.....	16
Figure II.2	Boîte de vitesse avec baladeur.....	17
Figure II.3	Dessin représente des mécanismes par Léonard de Vinci.....	17
Figure II.4	Différentes positions des arbres d'un engrenage.....	18
Figure II.5	Différents types d'engrenages droits à denture hélicoïdale et le Dessin normalisé	19
Figure II.6	Pignon à denture en chevron avec rainure centrale.	20
Figure II.7	Différents types d'engrenages coniques et le Dessin normalisé.	20
Figure II.8	Principaux engrenages roue et vis.	21
Figure II.9	Cercles primitifs.	22

Figure II.10	Caractéristiques de la denture.....	23
Figure II.11	Entraxe entre deux roues dentées.	23
Figure II.12	Ligne d'action.	24
Figure II.13	Angle de pression.	24
Figure II.14	Profil d'une dent en comparaison avec une droite et un arc de cercle.....	24
Figure II.15	Développante de cercle.....	25
Figure II.16	Roulement sans glissement de la droite.....	25
Figure II.17	Paramétrage de la développante de cercle.	26
Figure II.18	Modules d'engrenages cylindriques à denture droite en grandeur naturelle.	28
Figure II.19	Profils conjugués.	29
Figure II.20	Les étapes de la conception.	30
Figure II.21	Dessin de la dent suivant les données.....	31
Figure II.22	Forme de la roue dentée réalisé.....	32
Figure II.23	Fichier des pièces 3d.	33
Figure II.24	Arbre d'entrée.	33
Figure II.25	Arbre intermédiaire.	33
Figure II.26	Pignon de sortie.	33
Figure II.27	Arbre de sortie.	34
Figure II.28	Baladeur d'entré.	34
Figure II.29	Baladeur de vitesse.	34
Figure II.30	Pignon intermédiaire.	34
Figure II.31	Carter.....	34
Figure II.32	La boîte de vitesse réalisé.....	35
Figure II.33	Mise en plan de boîte de vitesse.....	36

Chapitre III

Étude de la boîte à vitesse d'un tour (Type 1M61)

Figure III.1	Tour à charioter et à fileter 1M61	38
Figure III.2	Dessin d'ensemble tour 1M61	39
Figure III.3	Dessin d'ensemble de boîte de vitesse	40
Figure III.4	Schéma cinématique indiquant la courroie, la chaîne et l'engrenage	42
Figure III.5	Exemple d'un schéma cinématique d'une boîte de vitesse automobile	43
Figure III.6	Schéma du mécanisme de la boîte de vitesse 1M61.	43
Figure III.7	Début de construction du schéma cinématique de la boîte de vitesse à étudier.	44
Figure III.8	Fin de construction du schéma cinématique de boîte de vitesse à étudier.	44
Figure III.9	Schéma cinématique de la boîte de vitesse (tour 1M61).....	45
Figure III.10	Transmission du couple et vitesse de rotation.....	46
Figure III.11	Différents baladeurs de la boîte.....	47
Figure III.12	Accouplements possibles dans la boîte.....	48
Figure III.13	Transmission 1	49

Figure III.14	Transmission 2	49
Figure III.15	Transmission 3	49
Figure III.16	Transmission 4	50
Figure III.17	Transmission 5	50
Figure III.18	Transmission 6	50
Figure III.19	Transmission 7	50
Figure III.20	Transmission 8	50
Figure III.21	Transmission 9	51
Figure III.22	Transmission 10	51
Figure III.23	Transmission 11	51
Figure III.24	Transmission 12	51
Figure III.25	Interface de calcule sur l'Excel	52
Figure III.26	Accouplement à engrenage	55
Figure III.27	Accouplement à griffe.....	55
Figure III.28	Caractéristiques disponibles sur le catalogue.....	57
Figure III.29	Vérification par rapport aux dimensions standard.	57
Figure III.30	Efforts sur denture droite	59
Figure III.31	Géométrie de la denture droite et la force de flexion	61
Figure III.32	Flexion d'une poutre.	61
Figure III.33	Modélisation de la dent.....	62

Chapitre IV

Maintenance et Entretien de la Machine-outil type 1M16

Figure IV.1	Les bouchons de Lubrification et graissage	67
Figure IV.2	La vis-mère	70
Figure IV.3	Pictogrammes de danger.....	72
Figure IV.4	Pictogrammes de mise en garde.....	73

Liste des tableaux

Chapitre II

Boîte de vitesse d'une machine-outil

Tableau II.1	Caractéristiques des engrenages à denture droite.....	27
Tableau II.2	Modules normalisés des engrenages.	27

Chapitre III

Étude de la boîte à vitesse d'un tour (Type 1M61)

Tableau III.1	Roues dentées et le nombre des dents.....	47
Tableau III.2	position possible des baladeurs.....	48
Tableau III.3	Rapport, vitesse et couple dans le cas d'un accouplement à engrènement.	53
Tableau III.4	Rapport, vitesse et couple dans le cas d'un accouplement à griffe.....	54
Tableau III.5	caractéristiques d'engrenage.....	56
Tableau III.6	Entraxes d'engrènement	58
Tableau III.7	Couples transmis aux arbres.	60
Tableau III.8	les contraintes maximales.	63

Abréviation

I.S.O : Organisation internationale de normalisation.

m : module.

Z : nombre des dents.

D : diamètre primitif.

Da : diamètre de tête.

Df : diamètre de pied.

Db : diamètre de base.

h : hauteur de la dent.

ha : saillie.

hf : creux.

p : pas.

b : largeur de denture.

a : entraxe.

s : l'épaisseur de denture.

Ft : la force tangentielle appliqué sur la dent.

k : coefficient de la largeur de denture.

DAO : dessin assisté par ordinateur.

r : rayon primitif.

ra : rayon de tête.

rf : rayon de pied.

rb : rayon de base.

α : angle de pression.

β : angle de symétrie de la denture.

P1 : puissance d'entrée.

N1 : vitesse de rotation d'entrée (tr/min).

C1 : couple moteur.

C2 : couple de sortie.

μ_{12} : rendement totale.

k_{12} : rapport totale de transmission
entre l'entrée et sortie.

P2 : puissance de sortie.

N2 : vitesse de sortie (tr/min).

W2 : vitesse de sortie (rad/s).

C_I : couple à l'arbre « I ».

C_{II} : couple à l'arbre « II ».

C_{III} : couple à l'arbre « III ».

C_{IV} : couple à l'arbre « IV ».

σ : contrainte normale.

Rpe : contrainte admissible.

Re : Resistance pratique.

W1 : vitesse de rotation d'entrée
(rad/s)

Introduction Général

Introduction générale

Le but de ce travail est l'étude d'une boîte de vitesse d'un tour parallèle de type 1M61 ,les boîtes de vitesses et les transmissions en générales, sont très diversifiées par leur nature et leur principe de fonctionnement suivant le type d'engins et le genre des travaux à exécuter. Puis définir les exigences générales de tour parallèle en considère les conditions de travail et faire le choix d'une transmission afin de satisfaire le mieux ces exigences. La boîte de vitesse mécanique est actuellement la solution la plus approprié et la plus convenable, soit sur le plan technique, soit sur le plan économique.

Le travail présenté s'article comme suite :

Le premier chapitre porte sur une recherche bibliographique sur les différentes machines-outils, leurs structures, différents outils et formes obtenues sur les machines-outils classiques.

Par la suite définir les paramètres de la transmission à partir des données de la machine. En tenant compte des caractéristiques de l'ensemble des organes qui constitué la boîte à vitesse.

Puis faire un choix de type de denture et calculs des différents éléments constituant la boîte de vitesse.

Et au dernier chapitre nous présentons une approche sur la maintenance industrielle adopté sur la machine-outil ainsi que les différents entretiens préférés sur la machine-outil.

Chapitre I

Généralité

I.1 La machine-outil

I.1.1 Définition

Une machine permet de réaliser des différentes pièces mécaniques avec des précisions et des puissances appropriés, c'est un moyen de production qui dépend sur les mouvements de l'outil et la pièce afin d'élaborer la forme voulue de la pièce

I.1.2 Historique

Les premières machines ont été des tours pour la fabrication des pièces de révolution. Les tours actuels sont toujours basés sur le même principe. Par contre, les autres machines, certaines ont évolué et d'autres ont disparu. Par exemple, les machines à raboter et les limeuses (rebaptisées ultérieurement étaux limeurs) ont quitté les ateliers, et remplacées par les fraiseuses.

I.1.3 Les principaux types de machines-outils

I.1.3.1 Les tours

Les tours permettent de réaliser des surfaces hélicoïdales (filetage) et des surfaces de révolution : cylindres, cônes et plans (génératrice perpendiculaire à l'axe de révolution), La pièce est tenue par le mandrin et tourne autour d'elle-même, l'outil se déplace par rapport à la pièce en translation suivant deux directions perpendiculaires entre elles, le premier mouvement de translation est parallèle à l'axe de la broche, le deuxième mouvement est perpendiculaire à l'axe de la broche

I.1.3.2 Les fraiseuses

Ont supplanté certaines machines (raboteuses, étaux limeurs) pour l'usinage de surfaces planes. Ces machines peuvent également servir pour des opérations de révolutions. L'outil c'est une fraise, fixé dans la broche et animé d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe). Il peut se déplacer en translation par rapport à la pièce suivant trois directions.

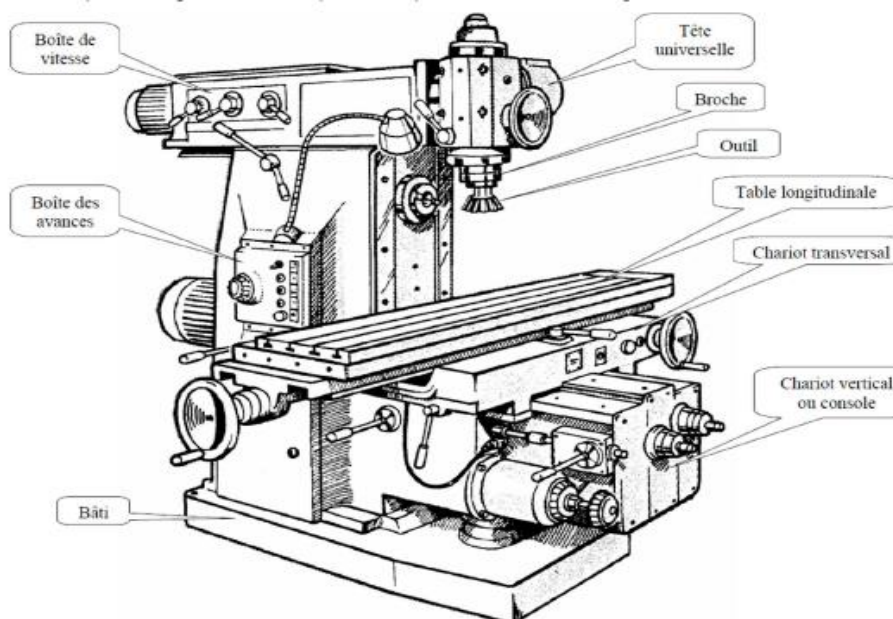


Figure I.1 Fraiseuse universelle [15]

I.2 Tour parallèle

Un tour parallèle est une machine-outil permet de réaliser des opérations de tournage sur des pièces de révolution autour d'un axe horizontal.

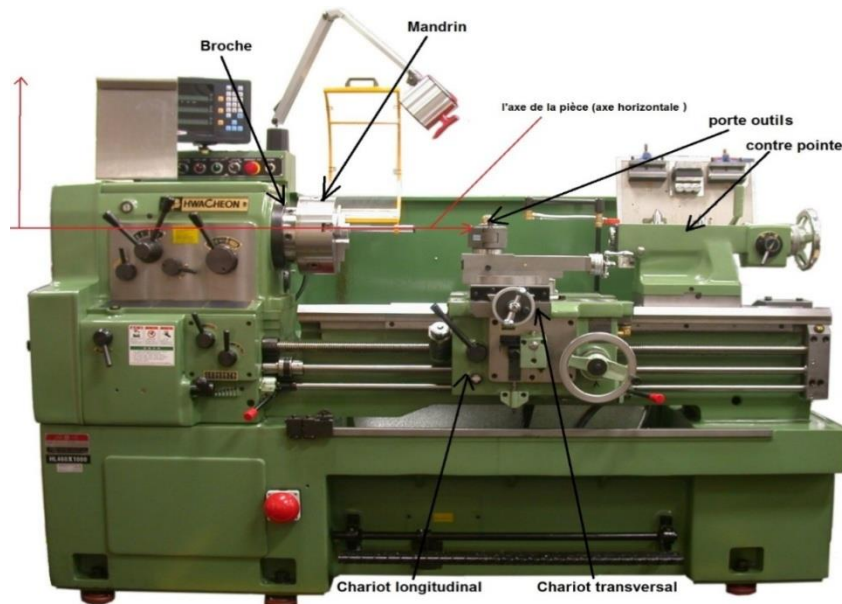


Figure I.2 Tour parallèle.

I.2.1 Principe de fonctionnement

La pièce à usiner est placée dans le mandrin et serrée par l'intermédiaire des mors, Un moteur permet la mise en rotation du mandrin fixé sur la broche. L'outil coupant, est positionné dans un porte-outil et serré à l'aide de vis. Le porte-outil est mis en place sur une tourelle porte-outils. Le chariot transversal et longitudinal assure ainsi les mouvements de l'outil par des moteurs d'avance. La contrepointe permet de réaliser des opérations de pointage, centrage, et perçage en bout de pièce.

Le tour parallèle permet des travaux multiples selon l'outil ou dispositif utilisé. Il s'agit des travaux multiples comme le chariotage parallèle, le chariotage conique, le perçage, le lamage et le chambrage, les filetages intérieur et extérieur, l'alésage etc...

I.2.2 Définition des éléments d'un tour parallèle

I.2.2.1 Le banc

C'est la partie de base qui supporte les organes de transmission du mouvement ainsi que les dispositifs de supports des outils et des pièces. [8]

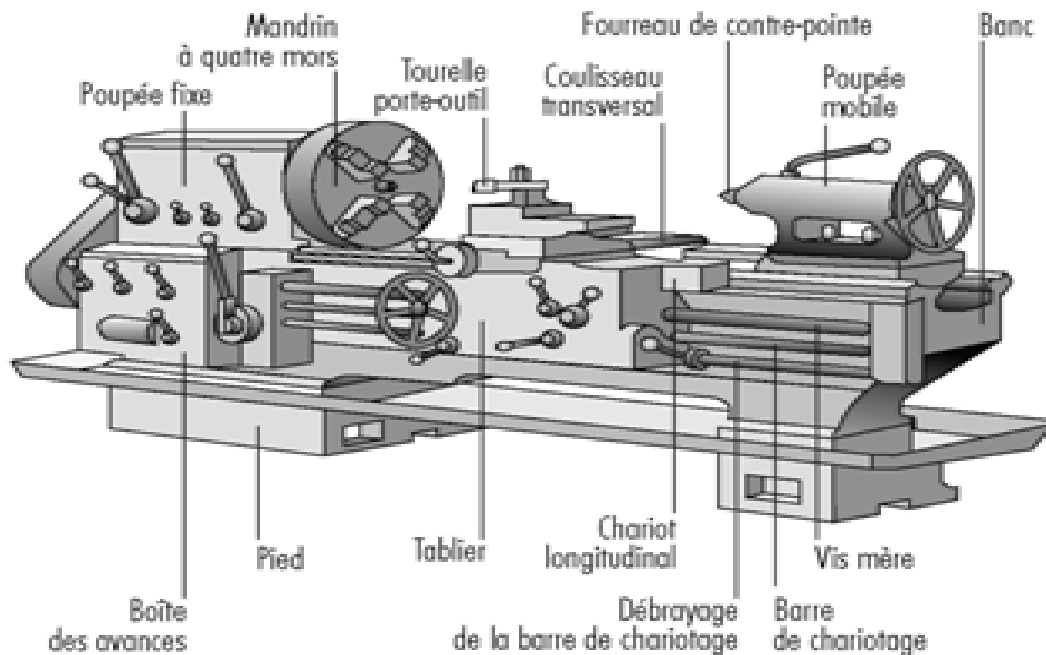


Figure I.3 les éléments de tour parallèle [15]

I.2.2.2 La poupée fixe

Comporte les paliers qui supportent la broche et le dispositif de transmission de mouvement chargé d'entraîner celle-ci en rotation aux différentes vitesses de coupe requises. Elle comporte généralement la boîte de vitesses à trains baladeurs ou par variateur de vitesses ainsi que des divers leviers de commande. [8]

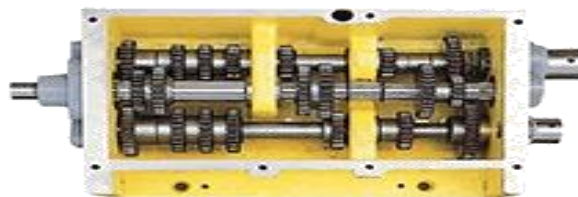


Figure I.4 poupée fixe à l'intérieur [8]

I.2.2.3 Le moteur

Dont la puissance correspond à la capacité du tour, communique le mouvement de coupe à la broche et les mouvements d'avance à la vis-mère et à la barre de chariotage par l'intermédiaire des boîtes de vitesses correspondantes. [8]

I.2.2.4 La broche

Est percée sur toute sa longueur, filetée et alésée conique à l'avant. Ces dispositions permettent d'adapter les différents dispositifs de montage de pièce. [8]

I.2.2.5 La poupée mobile

Elle est utilisée comme deuxième support de pièce dans le montage entre pointes ou comme porte-outil dans les travaux de perçage au tour. Percée et alésée conique intérieure, elle reçoit une contrepointe ou bien les outils et porte-outils à queue coniques. [8]

I.2.2.6 Le traînard

Comporte un tablier et supporte le chariot transversal qui supporte à son tour le chariot porte-outil, Le chariot transversal se déplace manuellement ou automatiquement dans un axe perpendiculaire à l'axe de la broche. Le chariot porte-outil ainsi que le porte-outil qui le surmonte pivotent dans le même axe et se bloquent dans l'angle voulu. [8]

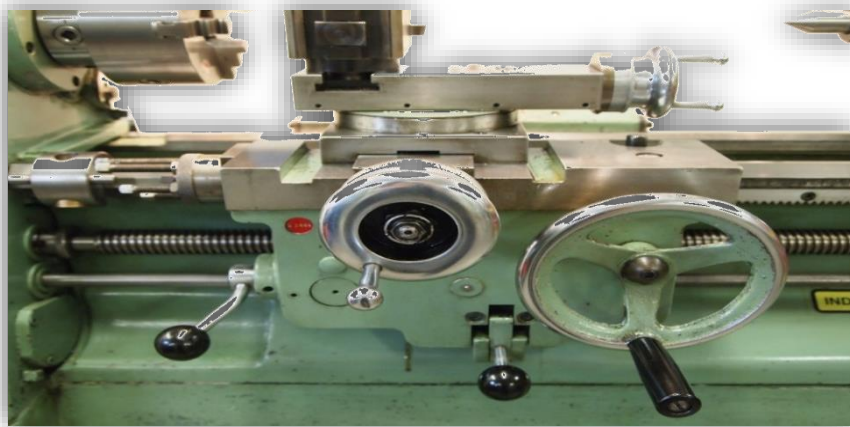


Figure I.5 Le traînard.

I.3 Tournage mécanique

I.3.1 Définition de tournage

Le tournage est un procédé d'usinage permettant l'obtention des surfaces de révolution intérieures et extérieures, des surfaces planes ainsi que d'autres surfaces telles que celles obtenues par filetage...

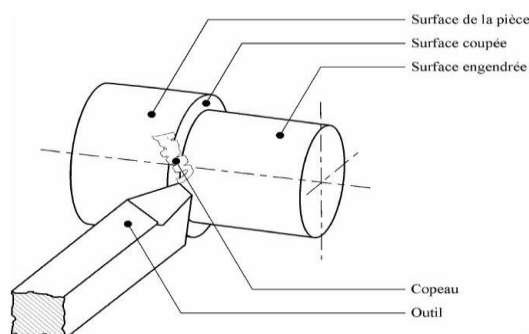


Figure I.6 Procédure de tournage. [13]

I.3.2 Différentes opérations de tournage

I.3.2.1 Chariotage

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.

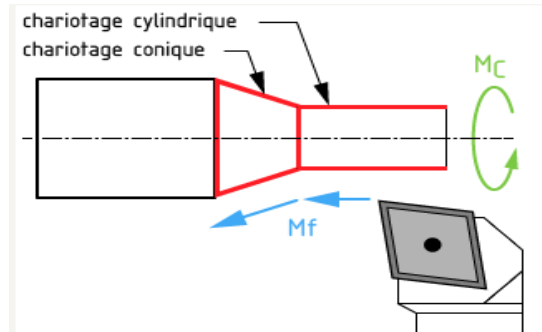


Figure I.7 Chariotage [14]

I.3.2.2 Alésage

L'alésage est une opération de chariotage intérieur qui consiste à agrandir un trou de fonderie ou ébauche par perçage.

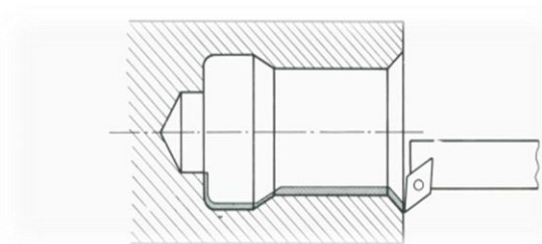


Figure I.8 Alésage [13]

I.3.2.3 Dressage

L'opération consiste à engendrer une surface plane par le déplacement de l'outil perpendiculairement à l'axe de rotation de la pièce.

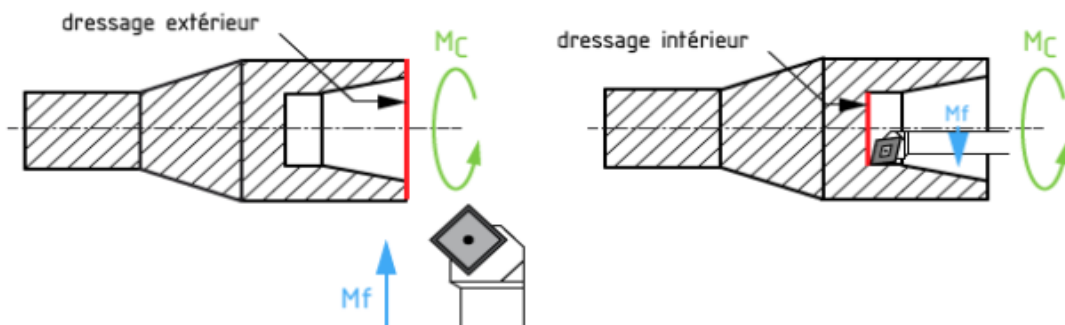


Figure I.9 Dressage [14]

I.3.2.4 perçages

Obtenu par déplacement axial du forêt (M_a) à l'intérieur de pièce en rotation (M_c). L'axe de l'outil doit toujours coïncider avec l'axe de rotation de la pièce.

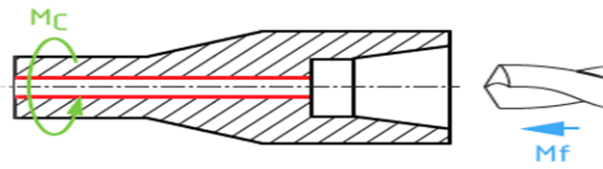


Figure I.10 Perçage. [14]

I.3.2.5 Rainurage

Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un circlip ou d'un joint torique par exemple

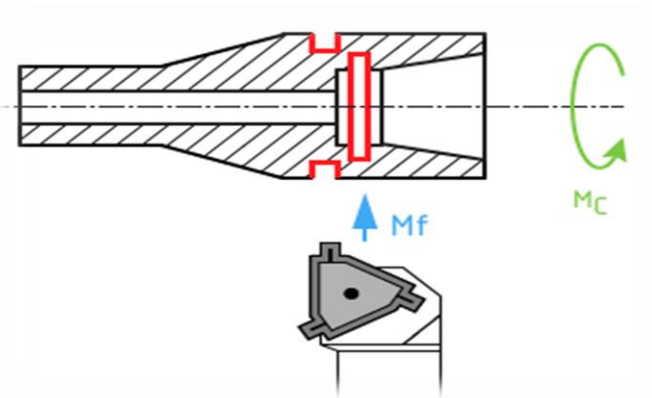


Figure I.11 Rainurage. [14]

I.3.2.6 Filetage

Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.

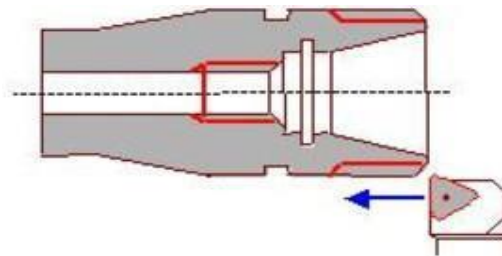


Figure I.12 Filetage. [12]

I.3.2.7 Tronçonnage

Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin de détacher un tronçon.

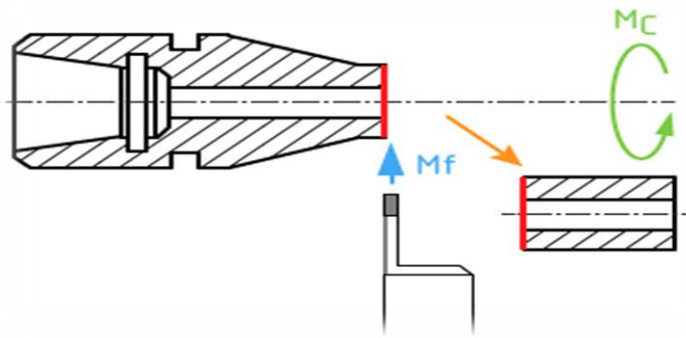


Figure I.13 Tronçonnage. [14]

I.3.2.8 Chanfreinage

Opération qui consiste à usiner un chanfrein

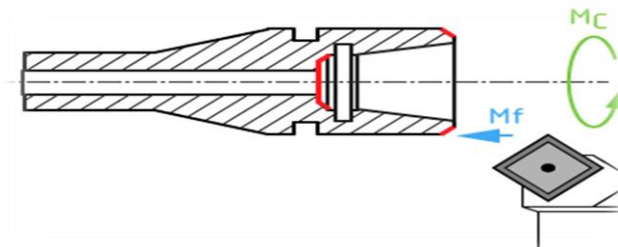


Figure I.14 Chanfreinage. [14]

I.4 Les paramètres de coupe en tournage

I.4.1 Vitesse de coupe

La vitesse de coupe indique la vitesse à laquelle un point de la pièce est usiné, ce qui correspond aussi à la vitesse de déroulement du copeau par rapport à la pièce. Elle se note V_c et est exprimée en m/min.[13]

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

Avec :

V_c : vitesse de coupe (m / min), D : Diamètre de la pièce (mm), N : Fréquence de rotation (tr / min)

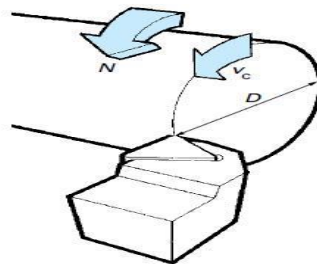


Figure I.15 Vitesse de coupe. [13]

Le choix de la vitesse de coupe dépend de plusieurs paramètres et essentiellement de deux paramètres, type d'outil et la matière de la pièce

I.4.2 Vitesse d'avance V_f et Avance f

La vitesse d'avance V_f (mm/min) est la vitesse à laquelle la machine déplace de l'outil par rapport au bâti.

L'avance correspond à la distance parcourue par l'outil pendant un tour de la pièce. Elle se note f et est exprimée en mm/tr (millimètre par tour) le choix de l'avance dépend généralement de [13] :

- ✓ La Spécifications de rugosité imposées sur la surface générée.
- ✓ Type d'opération (ébauche ou finition)
- ✓ Matière de l'outil (acier rapide ou carbure métallique...).

$$V_f = f \times N(\text{mm}/\text{min})$$

I.4.3 Profondeur de passe

La profondeur de passe notée a en (mm), correspond à la longueur de l'arête de coupe engagée dans la matière, dans le cas de la coupe orthogonale, et à la différence entre le rayon de la pièce avant et après usinage, dans le cas du tournage. La profondeur de coupe est toujours mesurée perpendiculairement à la direction de l'avance. [13]

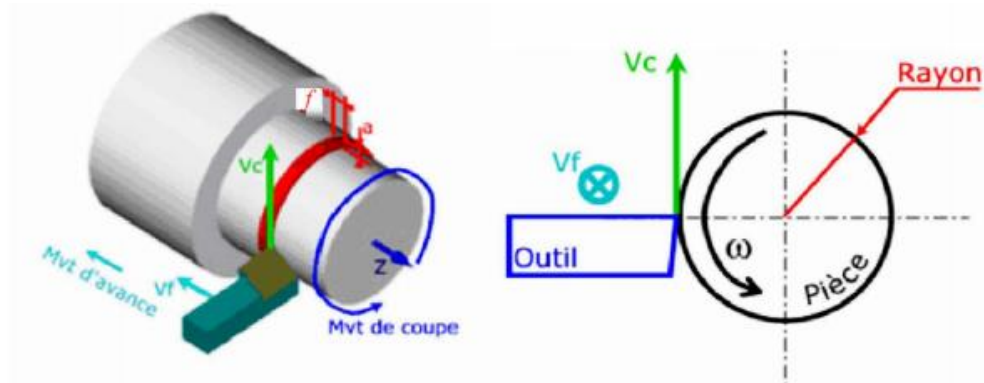


Figure I.16 Les paramètres de coupe. [15]

I.5 Les outils de Tour

Les fabricants d'outils de coupe fournissent aux artisans et manufactures des outils avec des géométries différentes et des prix différents selon les opérations d'usinage voulues (tournage, fraisage, perçage, ...etc.) et sous différents aspects : outils en bloc en acier rapide, outils à plaquettes brasées et en plaquettes amovibles. (Voir figure I.17).

I.5.1 Composition d'outil

Un outil de coupe consiste en un corps et une queue. Un corps est la partie de l'outil portant les éléments coupants ou les plaquettes. La queue de l'outil est la partie par laquelle celui-ci est maintenu. La partie de l'outil qui intervient directement dans l'opération de coupe (les arêtes, la face de coupe et les faces de dépouille) est appelée partie active. (Voir figure I.17.c).[17]

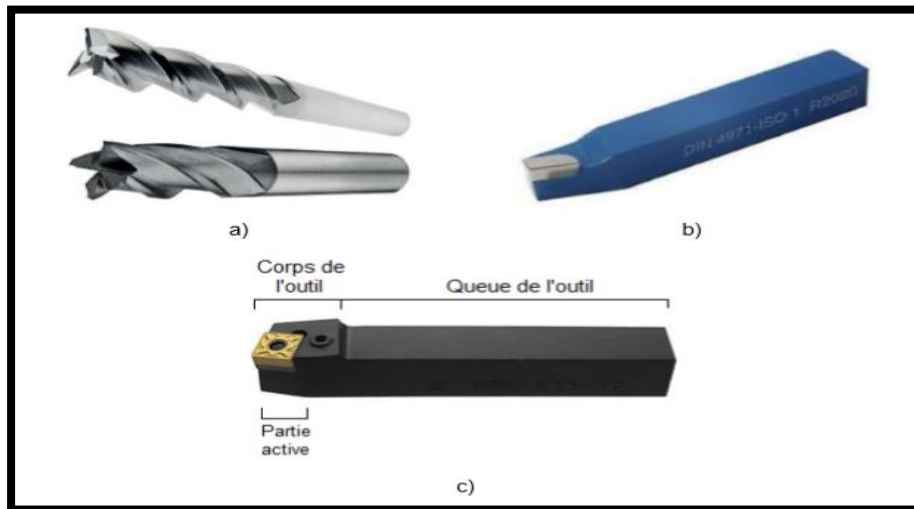


Figure I.17 Présentation des différents types d'outils : a) Fraises monobloc en acier rapide, b) Outils à charioter plaquettes brasées c) Outils à charioter à plaquettes amovibles.).[16]

I.5.2 Les outils les plus courantes

I.5.2.1 Outil droit à charioter

Pratique pour les aciers doux et l'aluminium. Cet outil permet d'usiner un cylindre, un cône. En démontant l'outil, il est possible d'usiner une surface plane.



Figure I.18 Outil droit à charioter en carbure.[17]

I.5.2.2 Outil coudé à charioter

Cet outil permet de faire du chariotage, du dressage et du chanfreinage.



Figure I.19 Outil coudé à charioter [17]

I.5.2.3 Outil à tronçonner

Il sert à découper des pièces après usinage. Ces outils ont généralement une section assez réduite ce qui les rend d'une grande fragilité lors de l'usinage. La tête de l'outil à tronçonner est prévue la plus étroite possible, pour diminuer la perte de matière et la consommation d'énergie, mais une largeur minimale est nécessaire, pour éviter la rupture de la lame (2 à 3 mm).



Figure I.20 Outil à tronçonner.[17]

I.5.2.4 Outil à fileter

Outil dont la partie active est affûtée à la forme du filet à obtenir : ISO, gaz, rond, carré, trapézoïdal.



Figure I.21 Outil droit porte plaquette pour filetage extérieur. [17]

I.5.2.5 Outil à aléser

Cet outil permet de faire, à partir d'un trou, de l'alésage (cylindre ou cône).



Figure I.22 Outil à aléser et à dresser [17]

I.5.2.6 Outil à chambrer

Cet outil permet à partir d'un alésage, d'usiner une gorge (intérieure) pour positionner un joint ou un circlip par exemple ou de faire du chambrage de dégagement.



Figure I.23 Outil à chambrer. [17]

I.5.2.7 Outil à tarauder (fileter intérieur)

Cet outil permet de faire, à partir d'un alésage, du filetage intérieur. On obtient alors un taraudage, dont la forme du filet dépend de la forme de la partie active de l'outil : Iso, gaz, rond, carrée, trapézoïdal.



Figure I.24 Outil intérieur à fileter [17]

I.5.3 Les matériaux des outils

I.5.3.1 ARS

Les outils ARS (Acier Rapides Supérieurs) sont élaborés à partir d'un acier faiblement allié subissant un traitement thermique. Il est toujours utilisé pour certains types d'outils comme les forêts, ou les outils nécessitant un angle de tranchant très faible. Ils ne permettent pas une vitesse de coupe élevée car un échauffement trop important élimine la trempe de l'outil, et crée donc un effondrement rapide de l'arête de coupe.

I.5.3.2 Carbures

Les outils carbures sont les plus utilisés actuellement. Il en existe de toutes formes pour chaque type de matériau et pour chaque type d'usinage. Ils se présentent sous la forme d'une plaquette que l'on vient fixer sur un porte outil. Le remplacement de la plaquette est donc très rapide.

Ils sont souvent revêtus d'un carbure plus dur. On obtient ainsi une plaquette dont le noyau est tenace et dont la surface extérieure est très dure. [16]

I.5.3.3 Cermets

Ce nom vient de céramique-métal car il représente les carbures ayant des particules de Titane, de carbonitride de Titane ou de nitrure de Titane. Ces outils doivent être alliés à du carbure de Molybdène pour augmenter leur ténacité. Ils sont utilisés pour des grandes vitesses de coupe associées à de faibles avances, donc pour de la finition. Le matériau étant fragile, il ne faut pas d'interruption de coupe (plan de joint...). [16]

I.5.3.4 Céramiques

Ce sont, pour les outils de coupe, les oxydes et les nitrures : oxyde d'aluminium et nitrure de silicium. Les céramiques ont une grande dureté (donc une faible ténacité) avec une grande stabilité à haute température et aucune réaction avec la matière usinée. Les céramiques permettent un grand débit de matière, mais nécessitent une grande stabilité de la machine, un strict respect des conditions de coupe et une méthode d'usinage adaptée (approche de l'outil). [16]

I.5.3.5 Diamant

L'utilisation du diamant est fortement répandue comme constituant des meules, ou des grains de réaffûtage des meules. Il a un faible coefficient de frottement ce qui limite l'apparition d'arête rapportée (donc peut d'encrassement). Par contre, son énorme inconvénient réside dans sa non-stabilité à haute température. Un diamant soumis à une température de plus de 650 ° se transforme en un vulgaire morceau de graphite... On ne peut donc pas l'utiliser pour les matériaux ferreux. Par contre, il convient aux matériaux non ferreux s'usinant à basse température : alliage d'aluminium, de cuivre, de magnésium, résines thermodurcissables. [16]

Chapitre II

Boite de vitesse d'une machine-outil

II. Boite de vitesse dans une machine-outil [1]

II.1. Définition

La boite de vitesse est un élément très essentiel dans la machine-outil, c'est un mécanisme qui sert à transmettre le couple et la puissance du moteur vers la broche suivant des conditions de coupe approprié, dans la machine-outil la boite de vitesses généralement manipulé par des poignées.

II.2. Principe de fonctionnement

La boite de vitesse contient des différents baladeurs et pignons, dont la combinaison entre celles-ci donne des différents rapports de transmission permettant la rotation de la broche à différent vitesses.

Le choix des combinaisons (les vitesses) est guidé par l'intermédiaire d'un tableau des vitesses qui se trouve sur la poupée fixe, ce tableau comprend toutes les positions disponibles des bras de levier pour avoir toutes les vitesses convenables.

II.3. But de la boite de vitesse

La boite de vitesse a pour but de :

- Changer le rapport entre la vitesse de rotation du moteur et celle des organes récepteurs quand l'effort résistant l'exige.
- Le moteur délivre sa puissance sur un arbre sous forme rotative : $P=C.W$ ou le récepteur, est très rare qu'il puisse utiliser cette puissance dans sa forme primaire d'où l'utilité de la boite.
- Assurer la liaison physique par son carier entre le moteur et le récepteur.



Figure II.1 Tableau d'indicateur des vitesses

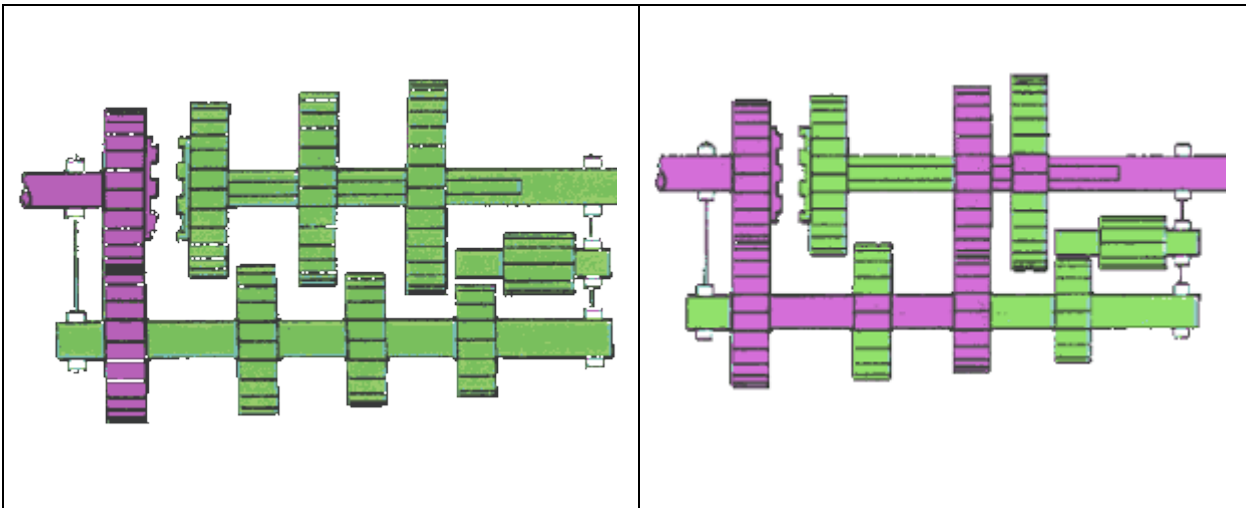


Figure II.2 Boite de vitesse avec baladeur

II.4. Les engrenages

II.4.1. Historique

L'histoire des engrenages commence dans les civilisations antiques, avec les roues de friction. Cependant, c'est seulement dans la période de la Renaissance que les mathématiciens ont commencé à appliquer les principes géométriques pour déterminer le meilleur profil de la dent d'engrenage. La conception d'un engrenage comprend des calculs mathématiques, l'aspect géométrique, la détérioration, les matériaux, la fabrication et la vérification. Parmi tous ces paramètres, il est essentiel de connaître avec précision les contraintes se trouvant dans la dent d'engrenage pour prévenir certains risques de rupture. Par conséquent, plusieurs méthodes théoriques et expérimentales ont été développées, à partir de la fin du XIX^{ème} siècle ; la figure II.3 montre les dessins des différents mécanismes de Léonard de Vinci. [2]

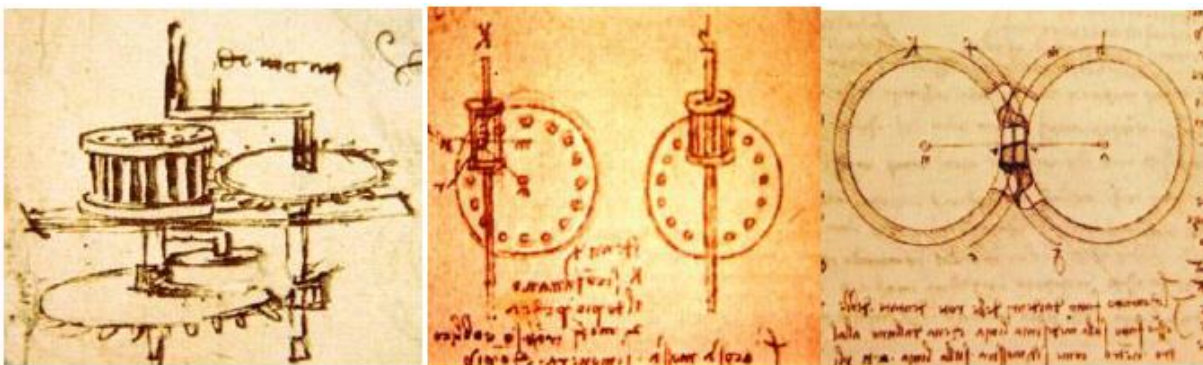


Figure II.3 Dessin représente des mécanismes par Léonard de Vinci [2]

II.4.2. Définition

On appelle engrenage l'ensemble de deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre, ce sont des composants mécaniques essentiels. Ils font partie des systèmes de transmission de mouvement et de puissance les plus utilisés dans le monde industriel, Les engrenages fabriqués avec la norme internationale I.S.O et présentent l'avantage d'être facilement interchangeables et permettent une fabrication économique. Ils sont largement répandus dans les domaines les plus variés de la construction mécanique : l'automobile, appareils de levage, particulièrement dans les boites à vitesses, mais aussi dans les machines-outils. [3]

II.4.3. Pourquoi on les utilise ?

La fonction globale d'un engrenage est de transmettre un mouvement de rotation et une puissance entre deux arbres parallèles, concourants et perpendiculaire ou contraire, pour un prix de revient modéré ils ont pour avantage un excellent rendement et un encombrement plutôt faible. L'importance de l'engrenage, comme élément mécanique nécessaire et idéal, est illustrée par la vaste gamme qu'on trouve dans toutes les industries. Le développement des nouvelles technologies, a remplacé quelques applications de l'engrenage, mais il reste toujours un élément mécanique dont l'utilisation croît continuellement. Le petit nommé pignon, le second organe s'appelle la roue, la grande roue intérieure s'appelle la couronne. L'une des roues peut avoir un rayon infini appelé crémaillère, d'où la figure 4 représente les différents types d'engrènement.

On distingue les différents types d'engrenages suivants :

- Les engrenages à axes parallèles à denture droite ou hélicoïdale,
- Les engrenages à axes concourants à denture droite ou hélicoïdale,
- Les engrenages à axes non concourants ou gauches (roue - vis sans fin, hypoïde, etc.) [3]

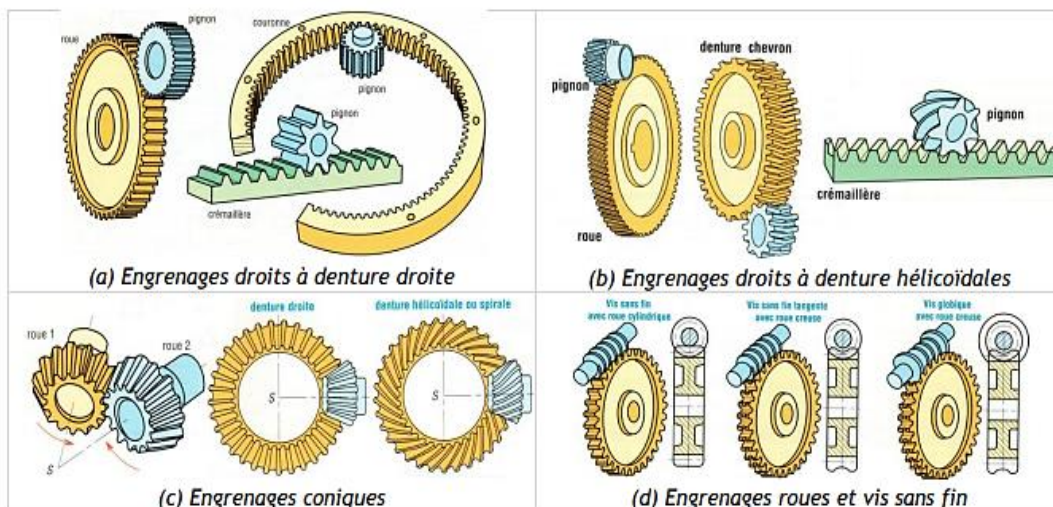


Figure II.4 Différentes positions des arbres d'un engrenage : (a) et (b) axes parallèles, (c) axes concourants, (d) axes orthogonaux.

II.4.4. Principaux types d'engrenages

II.4.4.1. Engrenages droits à denture droite

Les arbres sont parallèles et les dents des deux engrenages sont également parallèles à l'axe de rotation des arbres, Ce sont les plus utilisés.

Les Avantages

- Simple et économique.
- Pas d'efforts axiaux.

Les Inconvénients :

- Vitesse de rotation limité.
- Bruyant.
- Entraxe prenant des valeurs finies.

II.4.4.2. Engrenages droits à denture hélicoïdale

Les dents des deux engrenages sont inclinées par rapport à l'axe de rotation des arbres, ils sont plus silencieux et plus performants que les précédents pour transmettre de la puissance et du couple, L'inclinaison des dentures engendre des efforts axiaux.

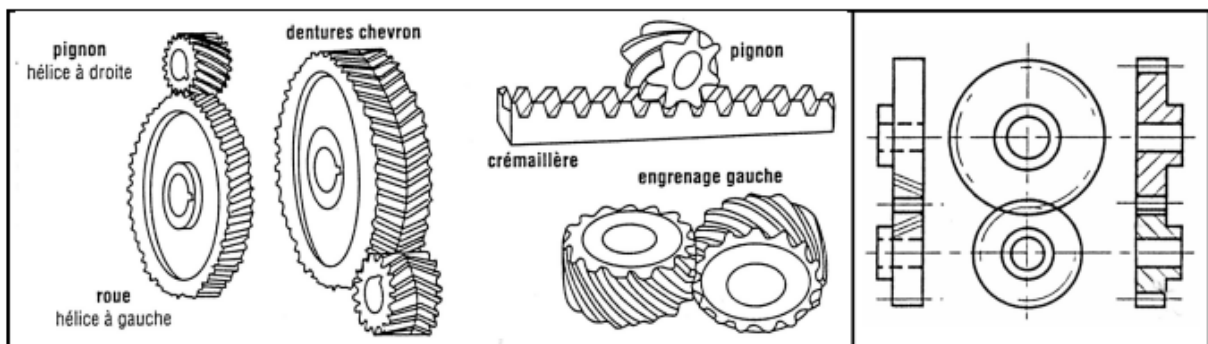


Figure II.5 Différents types d'engrenages droits à denture hélicoïdale et le Dessin normalisé

Une denture en chevrons, ou denture « Citroën », inventée par Charles Renard mais brevetée par André Citroën, est composée de deux dentures hélicoïdales de dimensions identiques, mais d'hélices en sens contraires de manière à annuler l'effort axial sur l'ensemble. Bien que séduisant du point de vue théorique, ce type de denture est, en pratique, compliqué à réaliser lorsque le profil n'est pas dégageant à l'intersection des deux hélices ; il est de ce fait cher à réaliser. Certains constructeurs usinent une rainure centrale pour permettre de dégager facilement les outils de taillage à l'intersection des deux hélices ; la rainure facilite également l'évacuation du lubrifiant, permettant ainsi de diminuer la température de fonctionnement. Les dentures en chevrons sont utilisées essentiellement dans l'industrie lourde. [3]



Figure II.6 Pignon à denture en chevron avec rainure centrale.

Les Avantages

- Transmission plus souple et moins bruyante
- Transmission d'effort et de vitesse plus important
- Possibilités d'entraxes infinis

Les inconvénients

- Solution moins économique
- Rendement moins bon

II.4.4.3. Engrenages coniques

Les dents sont taillées dans des surfaces coniques, Ils sont utilisés pour transmettre le mouvement entre des arbres concourants, perpendiculaires ou non, La denture peut être droite mais aussi hélicoïdale ou spirale.

Les avantages

- Arbres non parallèles.
- Possibilité de choisir le sens de rotation de la roue menée.

Les inconvénients

- Solution moins économique.
- Nécessité d'un réglage des roues au montage.

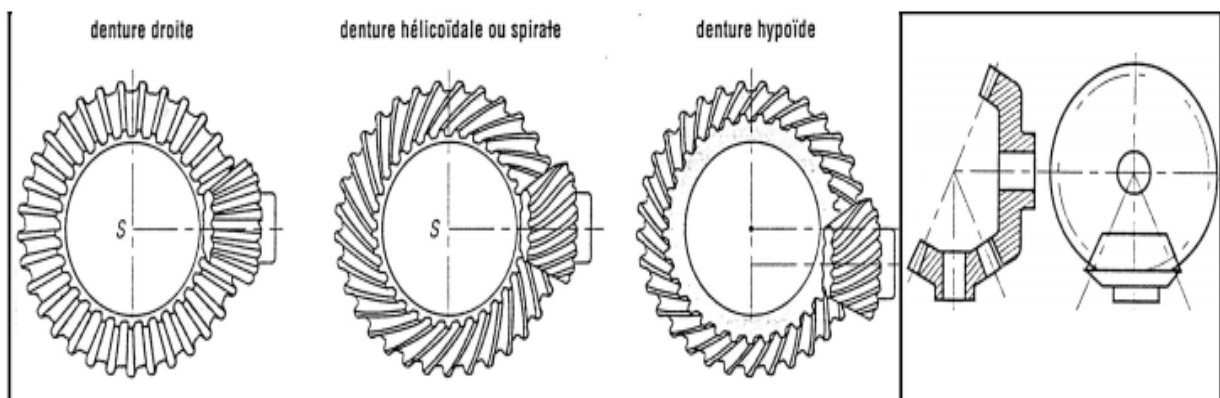


Figure II.7 Différents types d'engrenages coniques et le Dessin normalisé.

II.4.4.4. Engrenages roue et vis sans fin

L'une des roues ressemble à une vis et l'autre à une roue hélicoïdale, Le sens de rotation de la roue dépend de celui de la vis mais aussi de l'inclinaison de la denture, filet à gauche ou à droite, L'irréversibilité est possible.

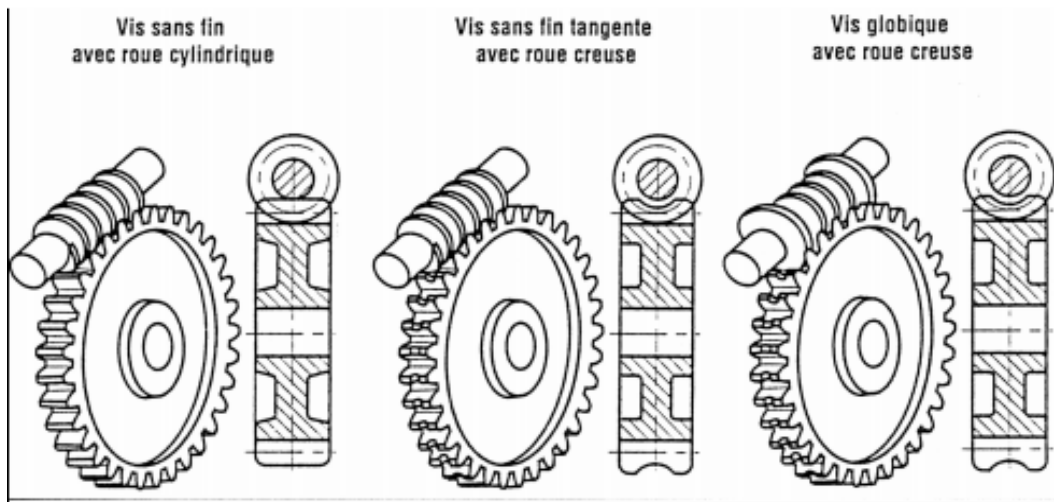


Figure.II.8 Principaux engrenages roue et vis.

Les avantages

- Arbres quelconques (Très souvent orthogonaux).
- Rapport de réduction élevés.

Les Inconvénients

- Rendement faible.
- Parfois non réversible.

II.4.5. Les diverses utilités des engrenages

- Réduction et variation de la fréquence de rotation entre deux arbres
- Réduction ou augmentation du couple moteur
- Transmission d'un mouvement de rotation
- Transformation des caractéristiques d'un mouvement

II.4.6. Les éléments d'un engrenage [3]

II.4.6.1. Cercles ou cylindres primitifs

Représente la zone de contact où il y a roulement sans glissement entre le pignon et la roue. On peut donc assimiler l'engrenage à deux cercles primitifs qui roulent sans glisser l'un sur l'autre. (Ces cercles sont tangents).

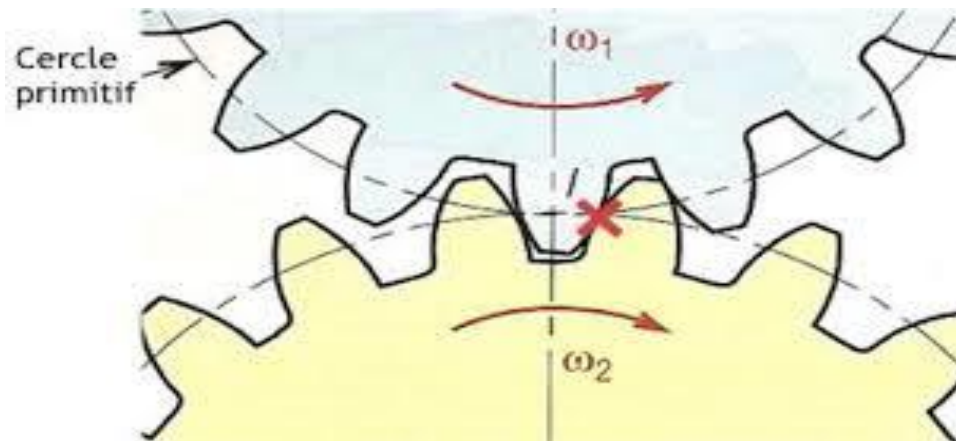


Figure II.9 Cercles primitifs.

II.4.6.2. Cercles ou cylindres de tête

Ce sont des cercles passant par les sommets des dents.

II.4.6.3. Cercles ou cylindres de pied

Ce sont des cercles passant par les pieds des dents.

II.4.6.4. Entraxe

C'est la distance entre les deux axes des deux roues.

II.4.6.5. Pas primitif

C'est la distance entre deux dents consécutives au niveau du cercle primitif. (Voir la figure 10),

II.4.6.6. Saillie et creux d'une dent

Ce sont les parties de la dent se situant entre le cercle primitif et respectivement le cercle tête et le cercle de pied de l'engrenage. (Voir la figure II.10).

II.4.6.7. Le module m

C'Est une grandeur caractéristique d'une denture exprimée en millimètres. Représentant la dimension de la denture tel que $m=ha$ (voir la figure II.10). Deux roues ne peuvent engrener ensemble que si elles ont le même module.

Les deux figures suivantes représentent les éléments d'un engrenage droit à denture droites.

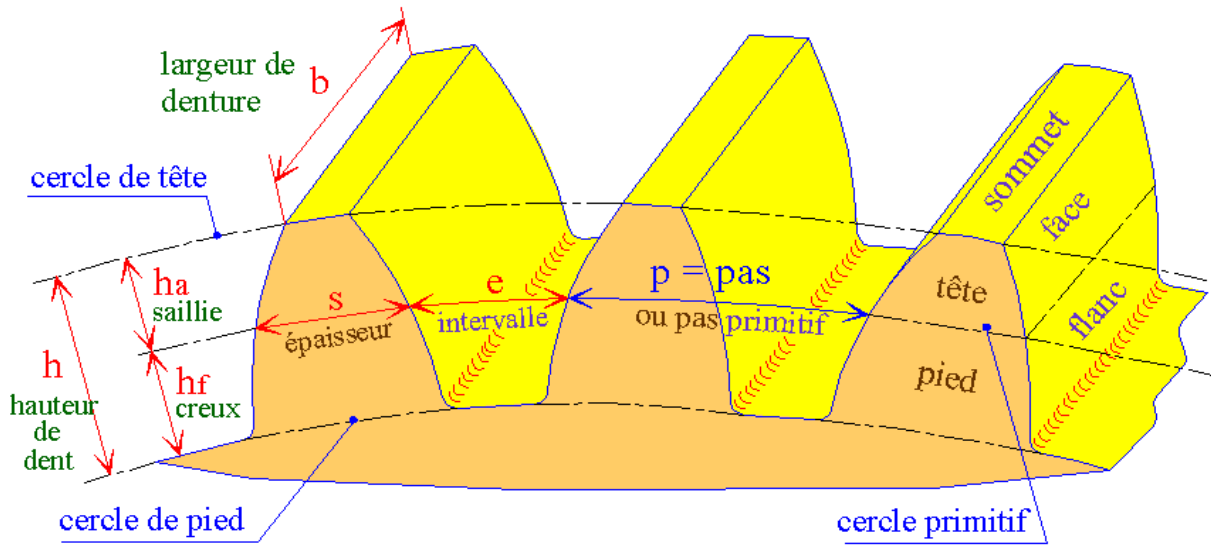


Figure II.10 Caractéristiques de la denture.

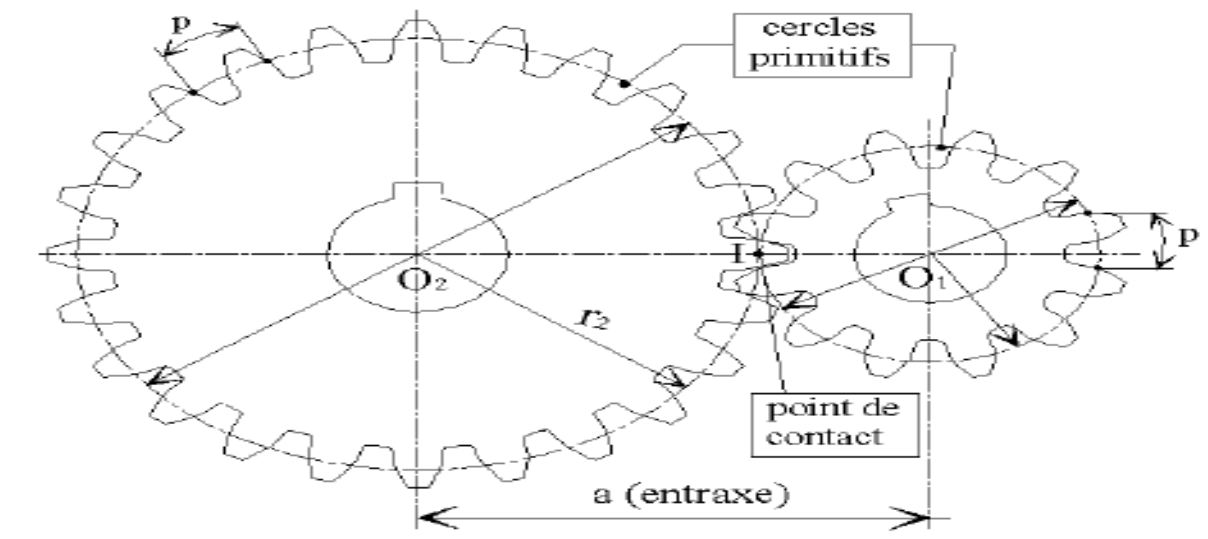


Figure II.11 Entraxe entre deux roues dentées.

II.4.6.8. La ligne d'action

C'est la droite normale au contact entre les dents des deux roues. Elle est donc le support de l'action d'une roue sur l'autre

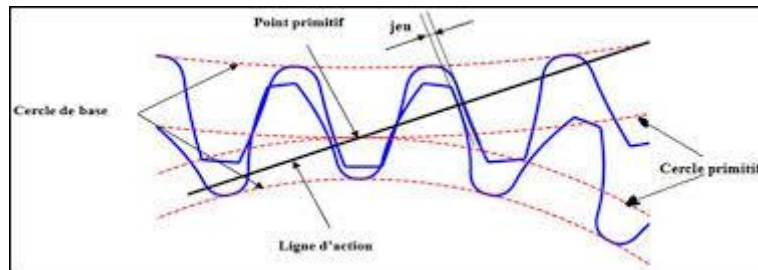


Figure II.12 Ligne d'action.

II.4.6.9. Angle de pression

La ligne d'action est invariante quel que soit la position des roues. Elle est inclinée d'un angle α appelé angle de pression par rapport à la tangente aux cercles primitifs.

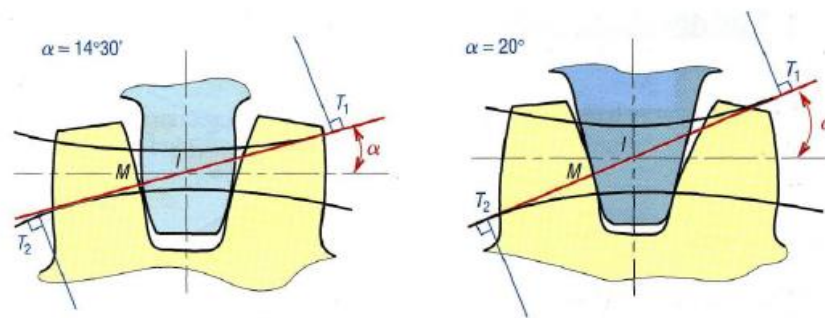


Figure II.13 Angle de pression.

II.4.7. Profil des dents

Les dents doivent permettre de toujours maintenir les deux roues en contact, d'assurer une rotation continue d'une roue par rapport à l'autre et de ne pas bloquer le fonctionnement de l'engrenage. Le profil d'une dent de roue dentée n'est ni une droite ni un arc de cercle.



Figure II.14 Profil d'une dent en comparaison avec une droite et un arc de cercle [5]

II.4.8. Profil en développante de cercle [6]

La plupart des engrenages utilise un profil particulier qui se nomme le profil en développant du cercle, il est engendré par le mouvement absolu d'un point appartenant à une droite roulant sans glisser sur un cercle. C'est une courbe dont toutes les normales restent tangentes à un cercle fixe.

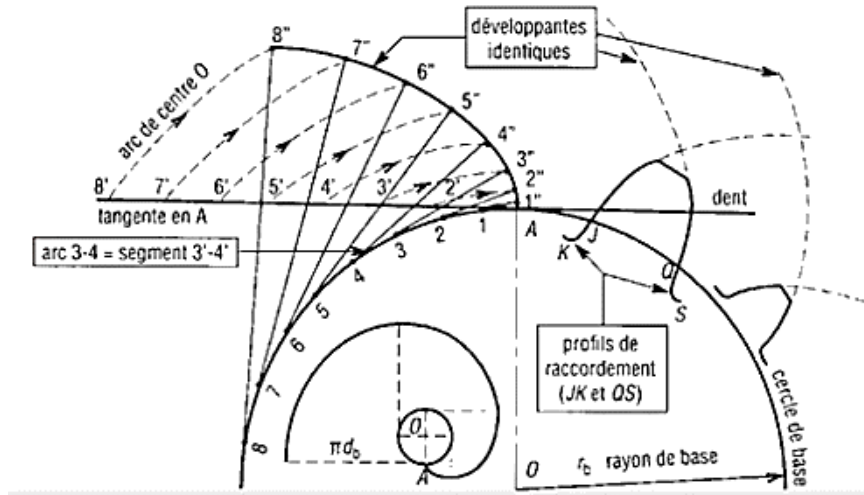


Figure II.15 Développante de cercle.

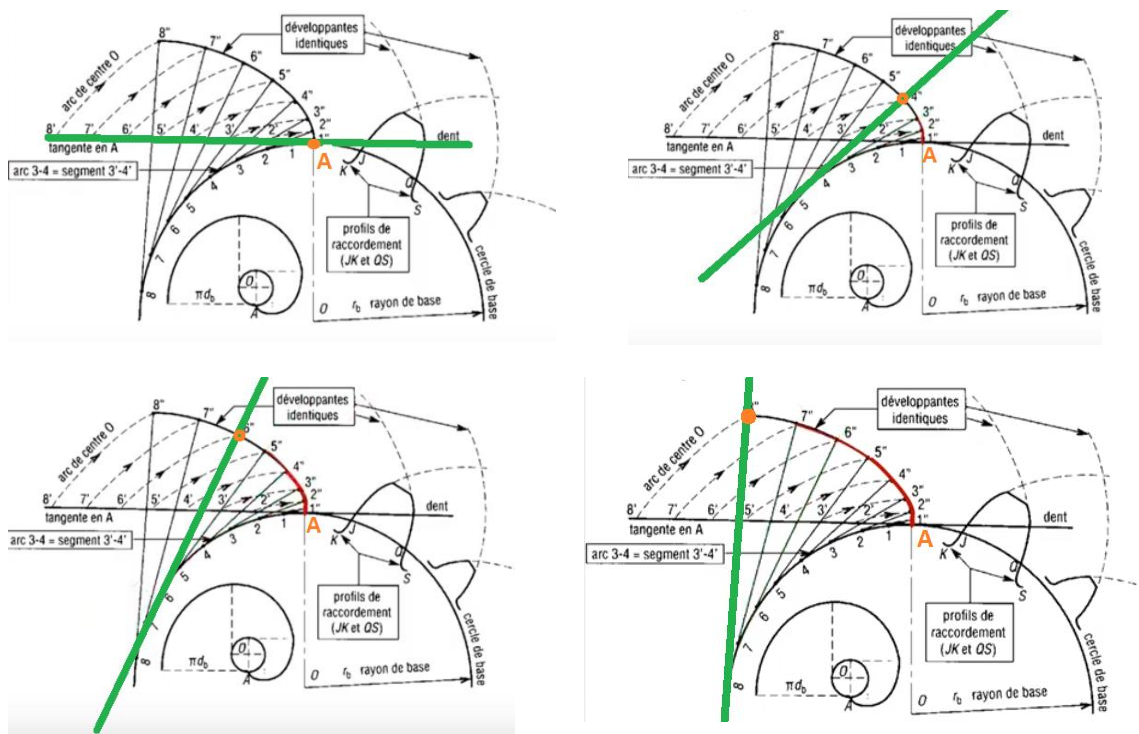


Figure II.16 Roulement sans glissement de la droite.

Tableau II.1 Caractéristiques des engrenages à denture droite.[3]

Désignation	Symbole	Formule
Module	M	Par un calcul de RDM
Nombre de dents	Z	Par un rapport de vitesse
Diamètre primitif	D	$D = mZ$
Diamètre de tête	Da	$Da = D + 2m$
Diamètre de pied	Df	$Df = D - 2.5m$
Saillie	Ha	$ha = m$
Creux	Hf	$hf = 1.25m$
Hauteur de dent	H	$h = 2.25m$
Pas	P	$P = \pi m$
Largeur de denture	B	$b = km \ (7 \leq k \leq 12)$
Entraxe	A	$a = r1 + r2 = (d1 + d2) / 2$
L'épaisseur	S	$S = p / 2 = \pi m / 2$

Le module m est normalisé, le tableau ci-dessous représente les valeurs normalisées du module m :

Tableau II.2 Modules normalisés des engrenages.

Valeurs normalisées du module m (en mm)				
0.06	0.25	1.25	5	20
0.08	0.30	1.5	6	25
0.1	0.40	2	8	32
0.12	0.5	2.5	10	40
0.15	0.75	3	12	50
0.2	1	4	16	60

On peut calculer le module m par la relation suivante :

$$m \geq 2.34 \sqrt{\frac{F_t}{k * Rpe}} \tag{II.5}$$

Avec :

Rpe : résistance pratique à l'extension, elle dépend du matériau utilisé.

Ft : effort tangentiel sur la dent.

k : coefficient de largeur de denture .

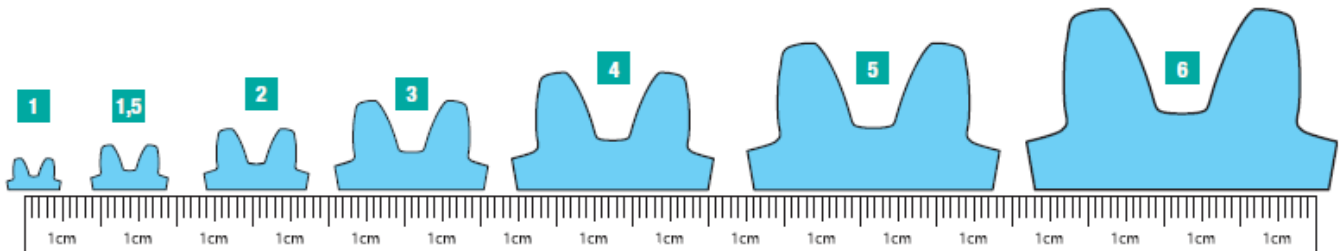


Figure II.18 : Modules d'engrenages cylindriques à denture droite en grandeur naturelle.

II.4.11. Obtention des roues dentées [4]

Les dentures des roues sont dotées d'un profil complexe. Les moyens d'obtenir ces formes sont divers. Le module conditionne la forme des outils et beaucoup d'outils ne sont conçus que pour la fabrication d'une seule forme de denture donc d'un unique module normalisé.

Le taillage par génération est le procédé d'usinage de dentures le plus utilisé. Il nécessite une machine spéciale rentabilisée par des fabrications en grandes séries.

Les outils utilisés sont :

- L'outil crémaillère.
- L'outil pignon.
- La fraise-mère.

Il existe d'autres procédés :

- L'usinage par fraise-disque.
- Le forgeage.
- Le brochage.
- Le frittage.

II.4.12. Réalisation de la dent en développante de cercle avec SolidWorks

II.4.12.1. Définition et fonctionnement du logiciel « SolidWorks »

SolidWorks est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés. La Simulation mécanique est faite à partir des éléments de la maquette virtuelle. [7]

II.4.12.2. Les pièces

La pièce est l'objet 3D monobloc. Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométriques, des relations booléennes (ajout retrait) ... Cette organisation est rappelée sur l'arbre de construction. Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise. [7]

II.4.12.3. Les assemblages

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble de contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxialité...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.). [7]

II.4.12.4. Les mises en plan

Les mises en plan concernent à la fois les pièces (dessin de définition) ou les assemblages (dessin d'ensemble). Pour aboutir à un plan fini d'une pièce on peut estimer mettre 2 fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin). En effet, en DAO, chaque trait est indépendant, et c'est au dessinateur de savoir quelles entités graphiques sont concernées par une modification. Le logiciel 3D ne fait qu'une projection de l'objet. Les modifications éventuelles sont opérées sur l'objet représenté, et ne concernent pas directement le plan. [7]

II.4.12.5. Comment dessiner le profil de la dent sur le logiciel

Profil de la dent de la roue dentée, on peut le dessiner par la développante de cercle qui est mentionné précédemment avec SolidWorks. Dans l'engrenage, la développante de cercle a pour but d'avoir des profils conjugués, c'est-à-dire que les deux profils en contact sont tangents sans glisser l'un sur l'autre. la figure -II.20- représente les étapes de la conception de la dent avec un profile en développement de cercle.

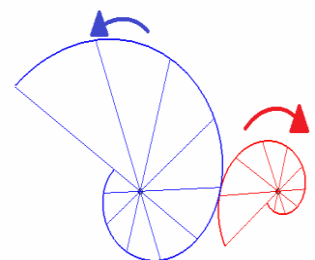
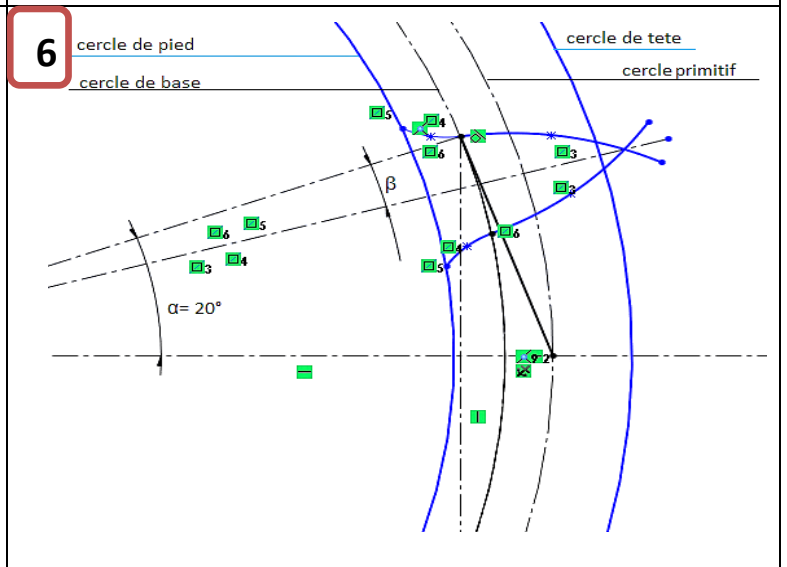
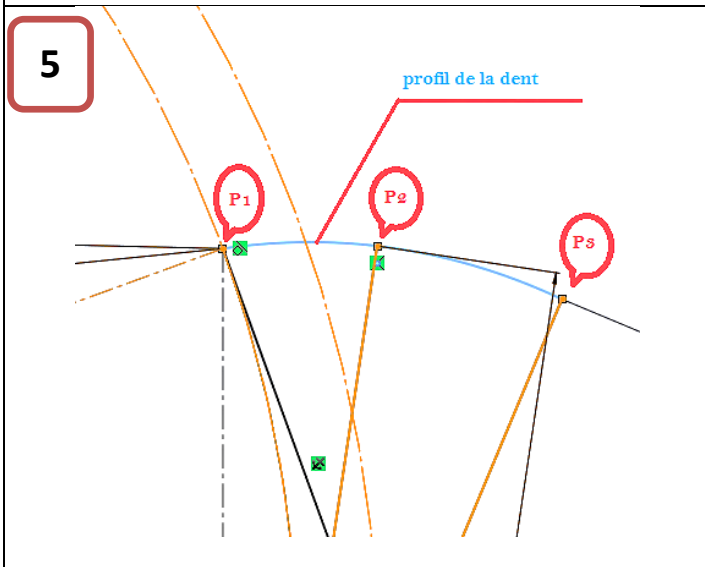
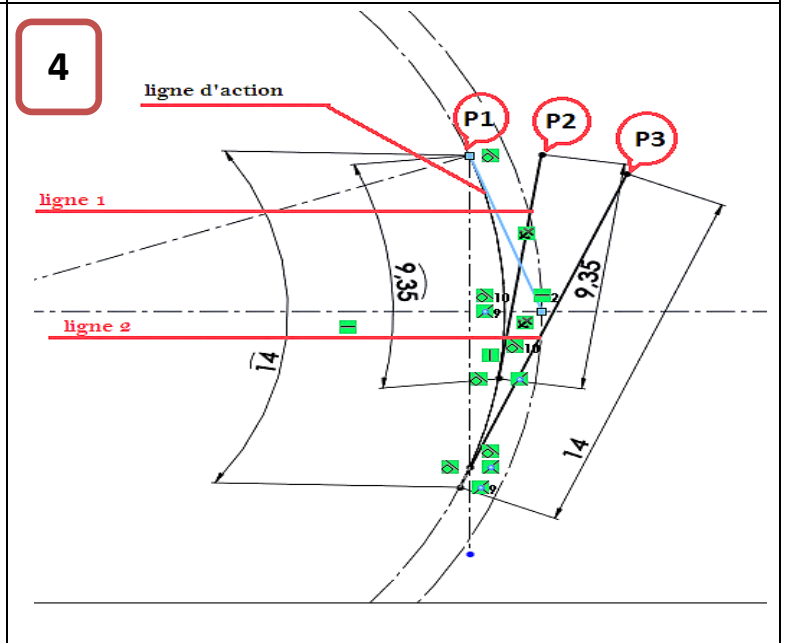
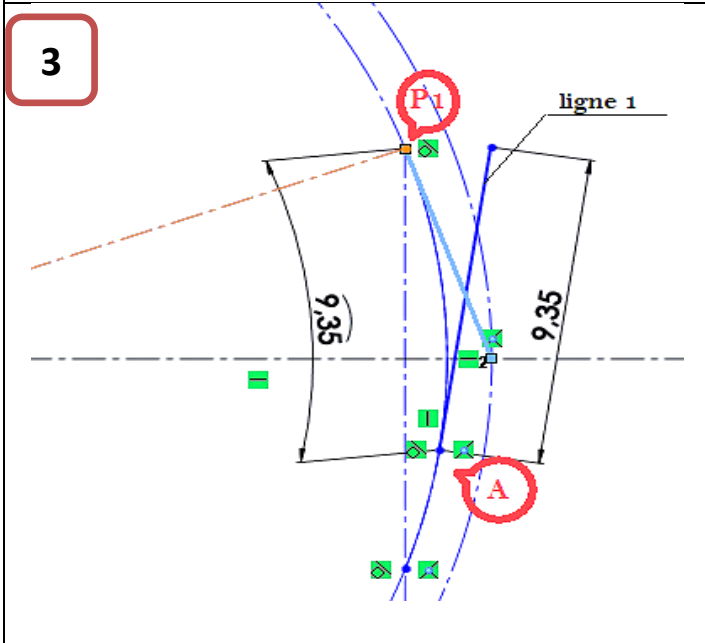
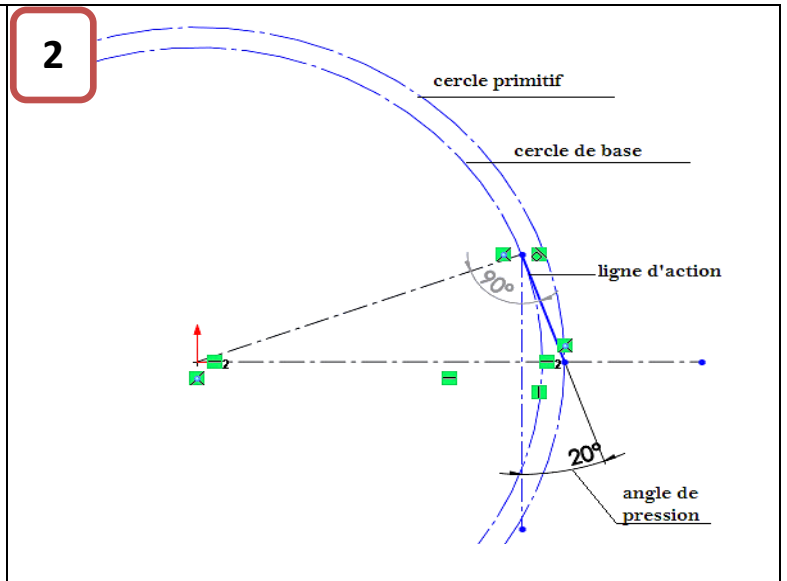
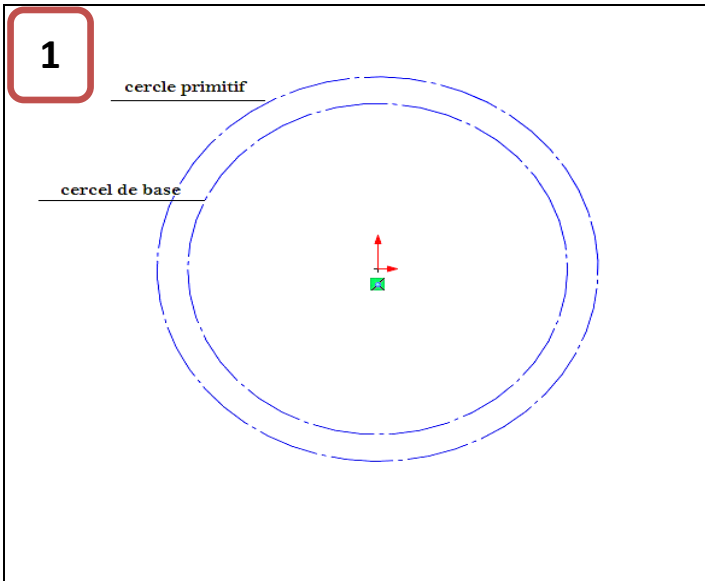



Figure II.19 Profils conjugués. [8]



La même méthode pour la génération d'un profil par la développante de cercle et qui est présenté précédemment « voir figure II.16 », on l'est fait avec la « CAO » sur le logiciel « SolidWorks », On commence la procédure point par point :

- 1) D'abord on dessine les deux cercles primitifs et de base avec un diamètre quelconque
- 2) Ensuite en commençant par le point d'intersection de la ligne de construction horizontal avec le cercle primitif, on trace la ligne d'action en la faisant tangentielle avec le cercle de base et on met l'angle de pression à $\alpha=20^\circ$ selon la norme standard.
- 3) Après on trace une ligne « 1 » tangentielle aux cercles de base dans un point qui l'appartient. Mais la cote de l'arc (P1 et A) doit être égale au segment de la ligne 1, tel que P1 est le point dans lequel la ligne d'action est tangent avec le de base.
- 4) De la même manière précédent, on trace la ligne « 2 » mais tangentielle dans un autre point appartient aux cercles de base.
- 5) Il suffit généralement d'avoir trois points pour tracer le profil du développement de cercle avec l'outil « spline »  »
- 6) Finalement pour compléter la forme totale, le profil de l'autre côté de la dent est fait symétriquement par rapport à une droite. Cette droite fait un angle « β » avec la droite perpendiculaire à la ligne d'action.

L'angle β est calculé selon la caractéristique de la roue denté. Prenons un exemple :

On veut réaliser une roue dentée d'un module $m=2$ et un nombre de dents $Z=20$, le diamètre primitif est donc $D=m*Z=40$.

$Z=20$ dents, ça veut dire y'on a aussi 20 trous, toutes les dents et les trous sont répartis sur 360° . ce qui fait l'angle d'une dent est égale à : $360/40=9^\circ$. alors la droite de symétrie est inclinée à $\beta=9/2=4.5^\circ$ » par-rapport à la droite perpendiculaire à la ligne d'action. la figure -21- représente le dessin final de la dent suivant les caractéristiques données.

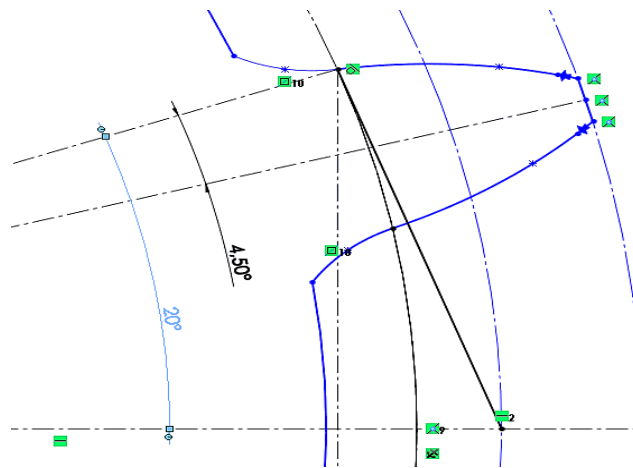


Figure II.21 Dessin de la dent suivant les données

II.4.12.6. La forme de la roue dentée réalisé

Par les fonctions « extruder un sketch, et répartition circulaire » on obtient la forme finale de la roue dentée avec la conception par le développement de cercle.

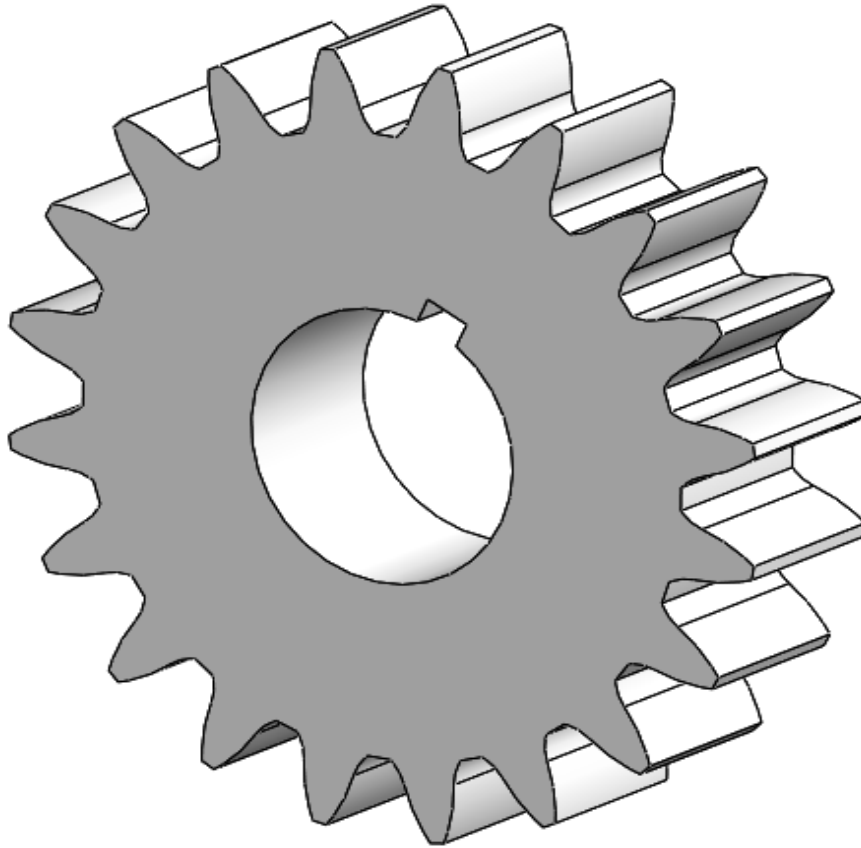


Figure II.22 Forme de la roue dentée réalisé

II.4.13. Réalisation d'une boite de vitesse avec SolidWorks

La réalisation passe par trois étapes :

II.4.13.1. Réalisation des pièces de la boite

Nous avons construit toutes les pièces nécessaires pour la réalisation et les enregistré dans un fichier Nommée « boite de vitesse ». À chaque fois qu'on termine une pièce on l'enregistre dans le fichier sous le nom qui désigne son rôle dans la boite à vitesse, après on commence avec une autre pièce et ainsi de suite.

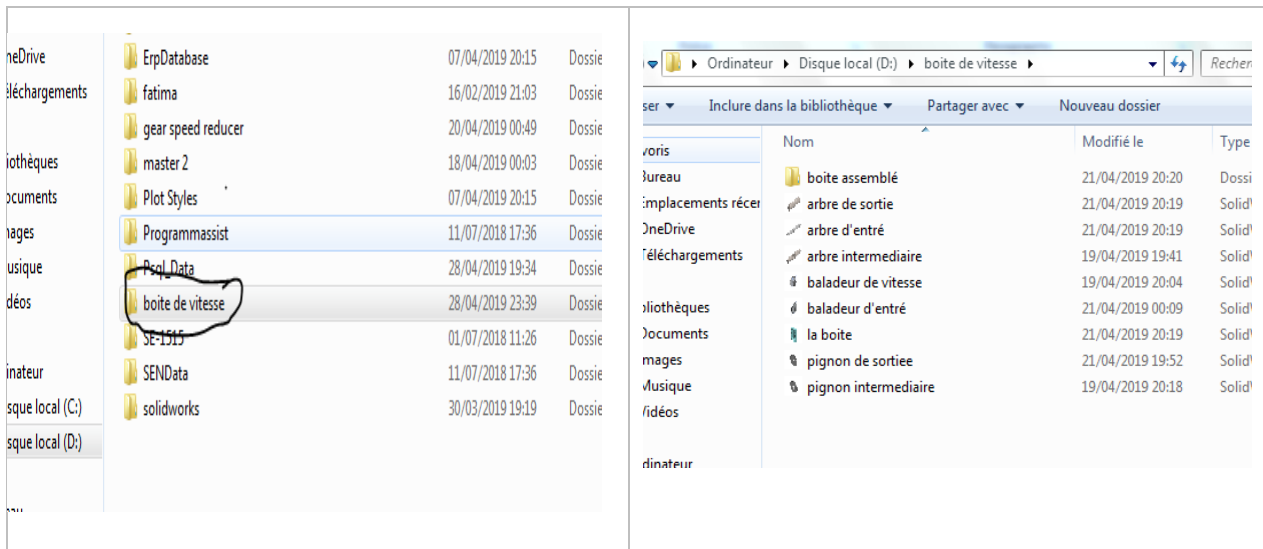


Figure II.23 Fichier des pièces 3d.

Les figures « II. (24,25,26,27,28,29,30,31,32) » représentent les pièces 3d réalisées.

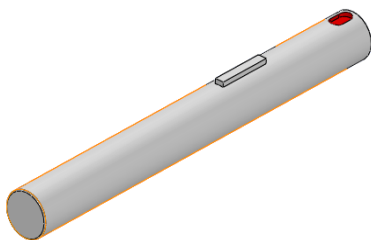


Figure II.24 Arbre d'entrée.

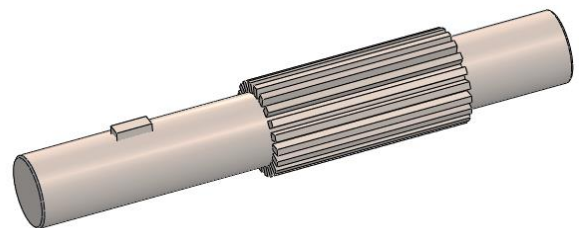


Figure II.25 Arbre intermédiaire.

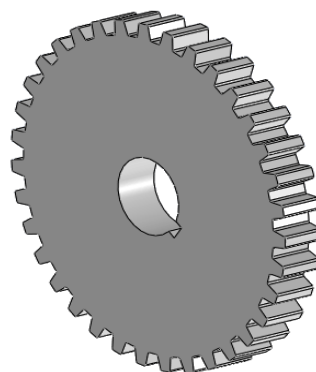


Figure II.26 Pignon de sortie.

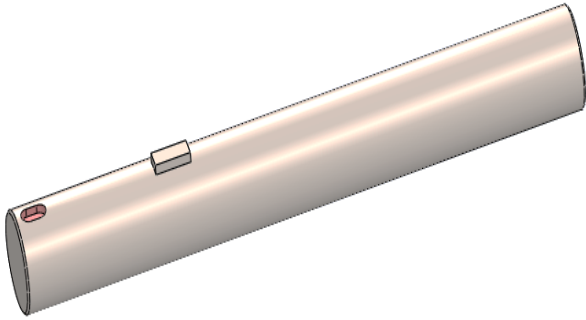


Figure II.27 Arbre de sortie.

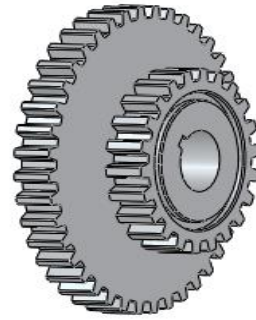


Figure II.28 Baladeur d'entrée.

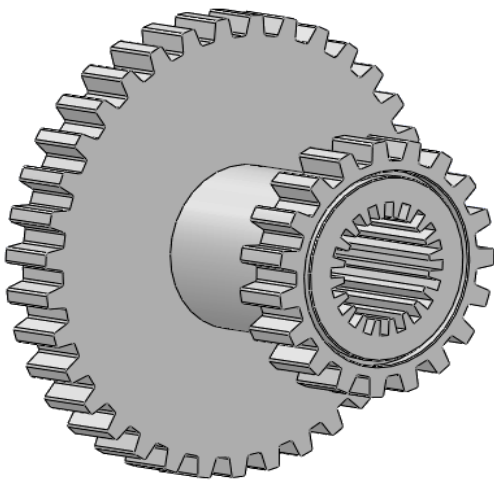


Figure II.29 Baladeur de vitesse.

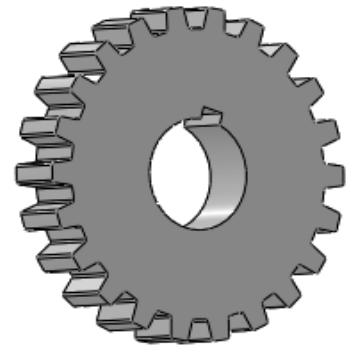


Figure II.30 Pignon intermédiaire.

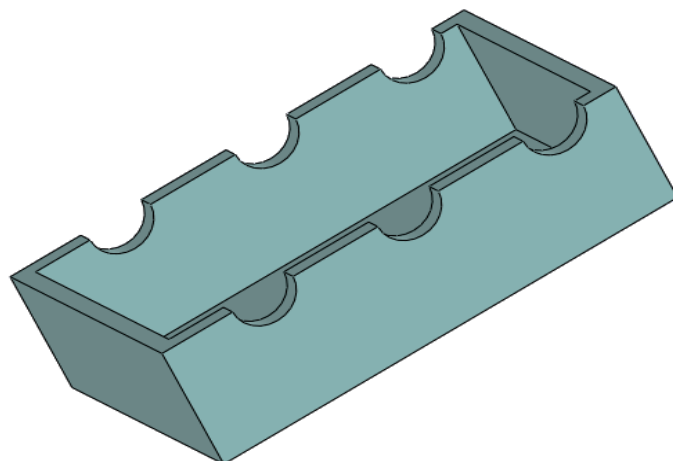


Figure II.31 Carter.

II.4.13.2. L'assemblage des pièces 3d réalisées

Deuxièmement On a assemblé les pièces 3d précédents afin de réaliser la boite de vitesse :

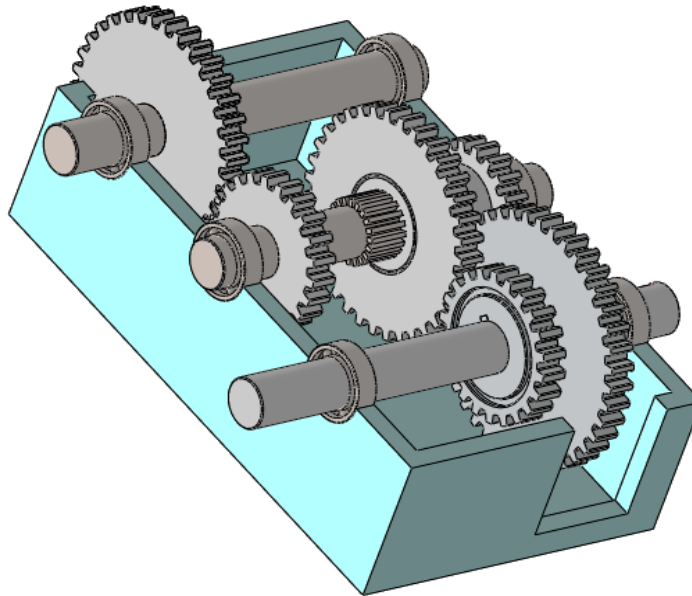
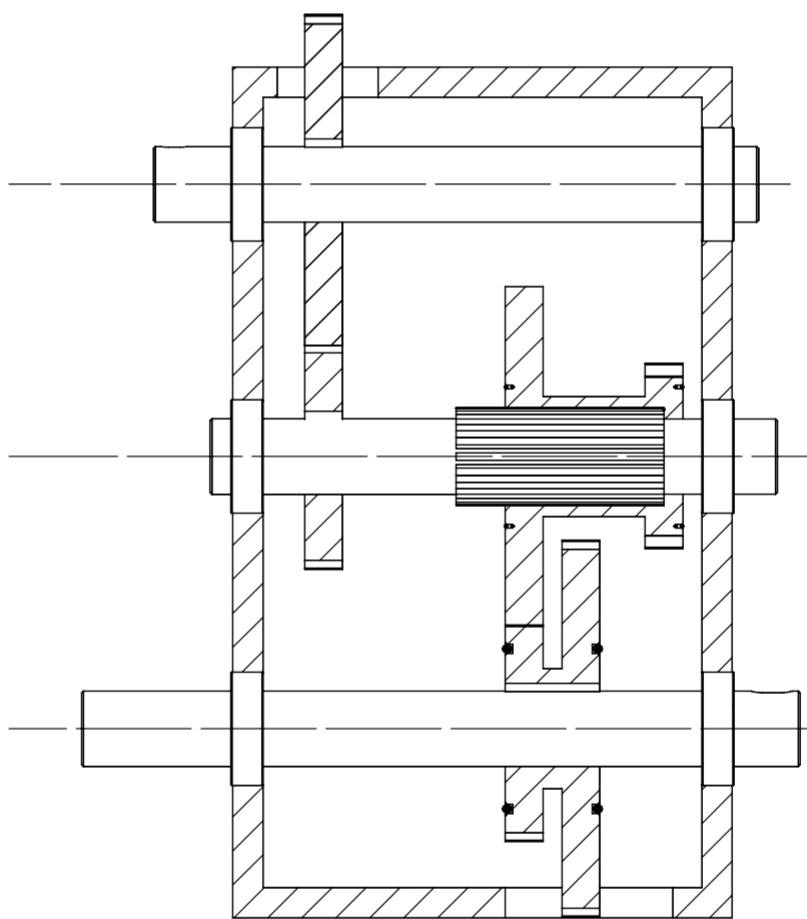
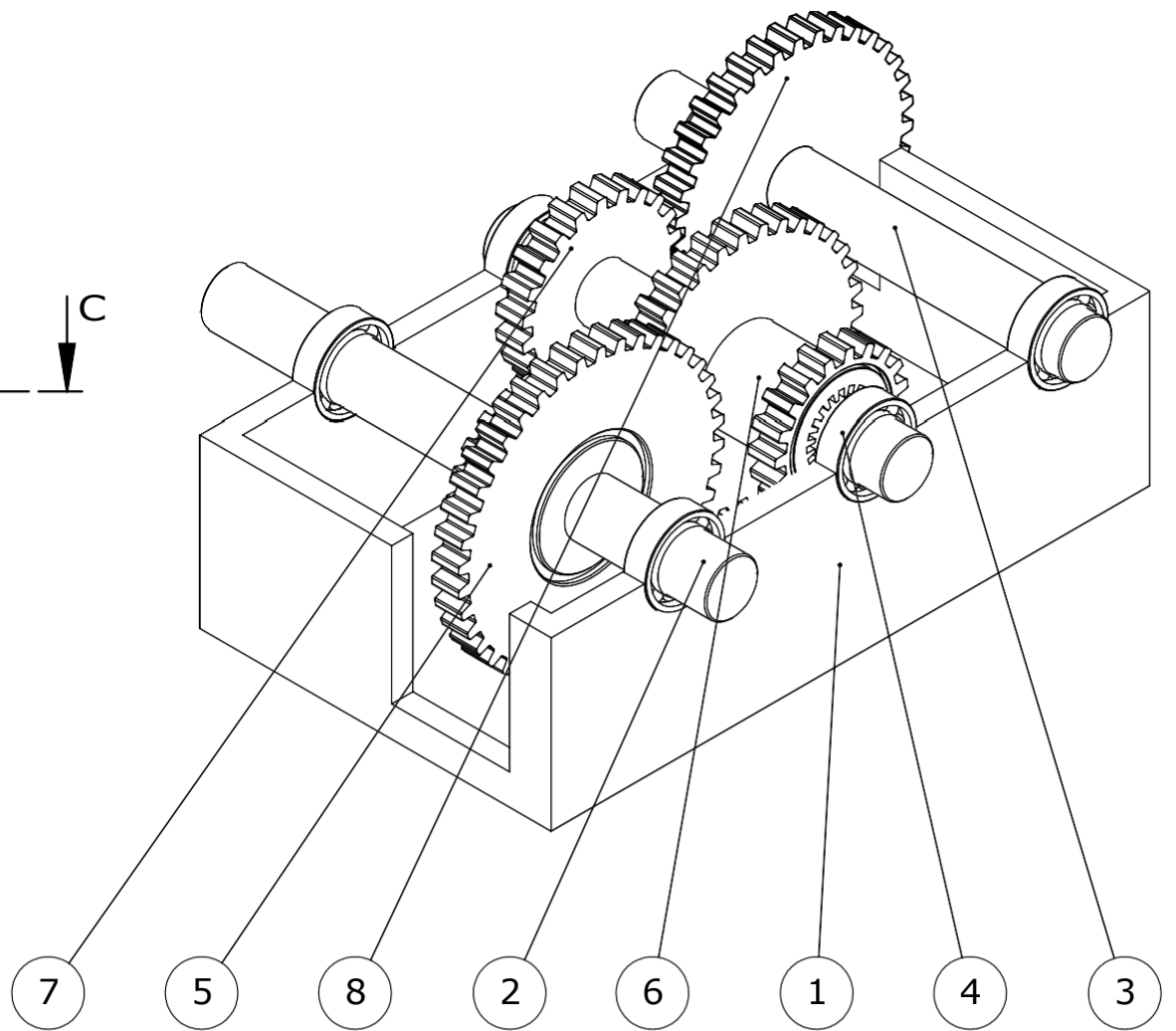
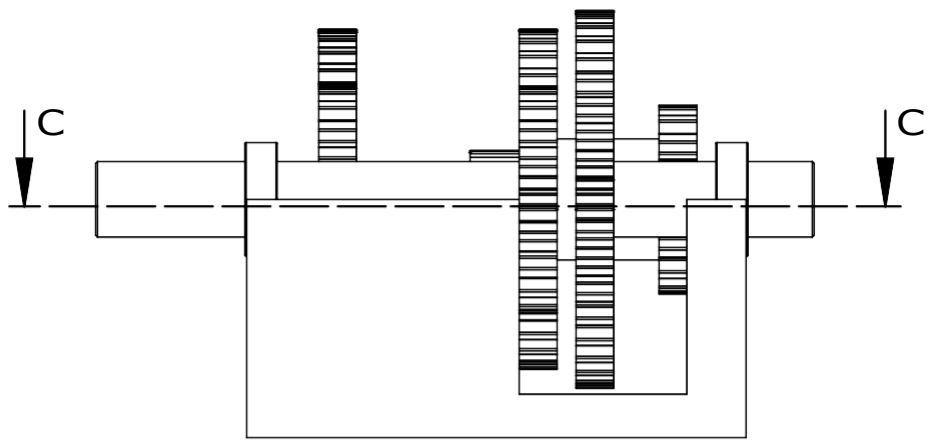


Figure II.32 : la boite de vitesse réalisé

II.4.13.3. La mise en plan de la boite de vitesse réalisées

Cette dernière étape nous permet de définir le dessin d'ensemble de la boite de vitesse à un temps très réduit, la mise en plan est contenue dans la figure II.33 suivantes :



SECTION C-C

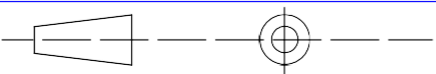
8	pignon de sortie	1
7	pignon intermediaire	1
6	baladeur de vitesse	1
5	baladeur d'entrée	1
4	roulement à bille à contacte radial	6
3	arbre de sortie	1
2	arbre d'entrée	1
1	carter	1
Pièce	Désignation	QTE
 Echelle:1:2	Boite de vitesse	Master 2
		FST Mostaganème

Figure II.33: Mise en plan

Chapitre III

Étude de la boîte à vitesse d'un tour (Type 1M61)

III.1. Destination et domaine d'emploi de la machine « TOUR 1M61 »

Le tournage mécanique est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou conique à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tour.

La plupart des entreprises de production industrielle ont besoin des ateliers dans lesquelles on trouve au moins un tour universel. Le tour à charioter et à fileter universel type 1M61 est destiné aux différents travaux de tournage, y compris l'usinage des filetages métrique, anglais, au module et pitch. Cette machine contient une grande boîte de vitesse qui donne la possibilité du changement entre des différents vitesses de coupes et d'avance, et cela permet à l'opérateur d'usiner des plusieurs pièces mécaniques et métallique quel que soit la rugosité de la surface et la nature de sa matière, et aussi d'obtenir des surfaces de précision.

La machine peut être utilisée dans des ateliers d'usinage dans la production en petite série et par pièces unitaires.

La figure III.1 nous montre la machine-outil « tour 1M61 » et dans la figure III.2 on représente son dessin d'ensemble. [9]

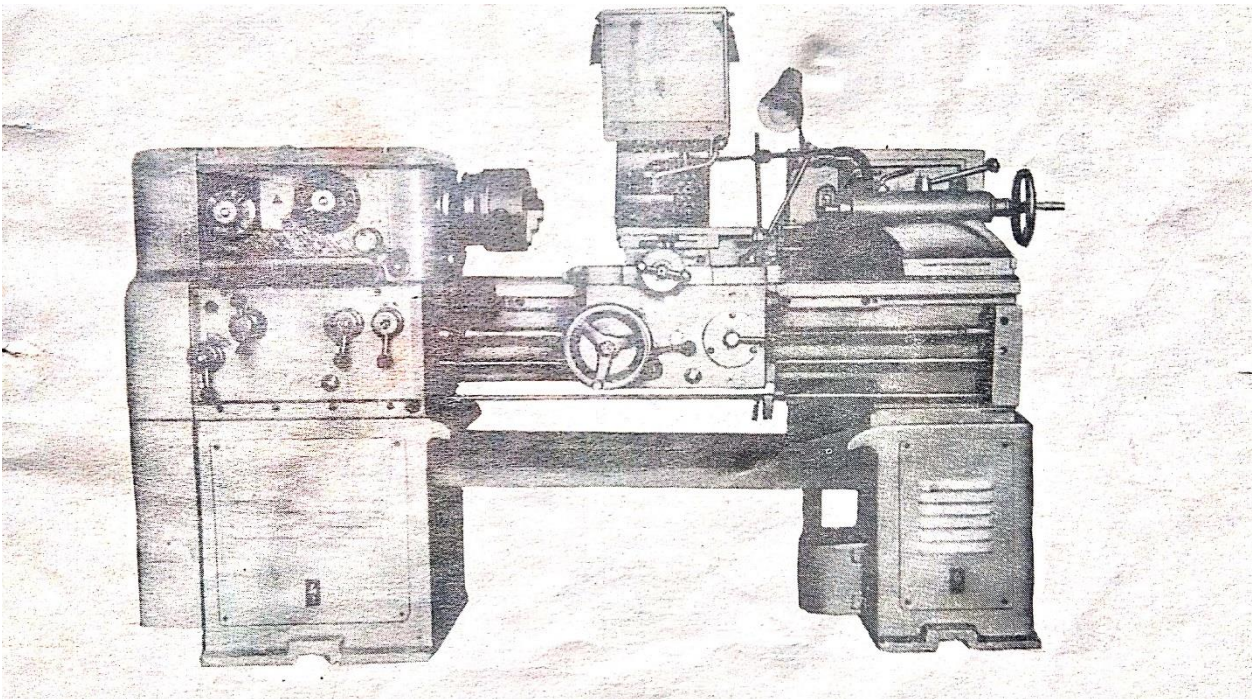
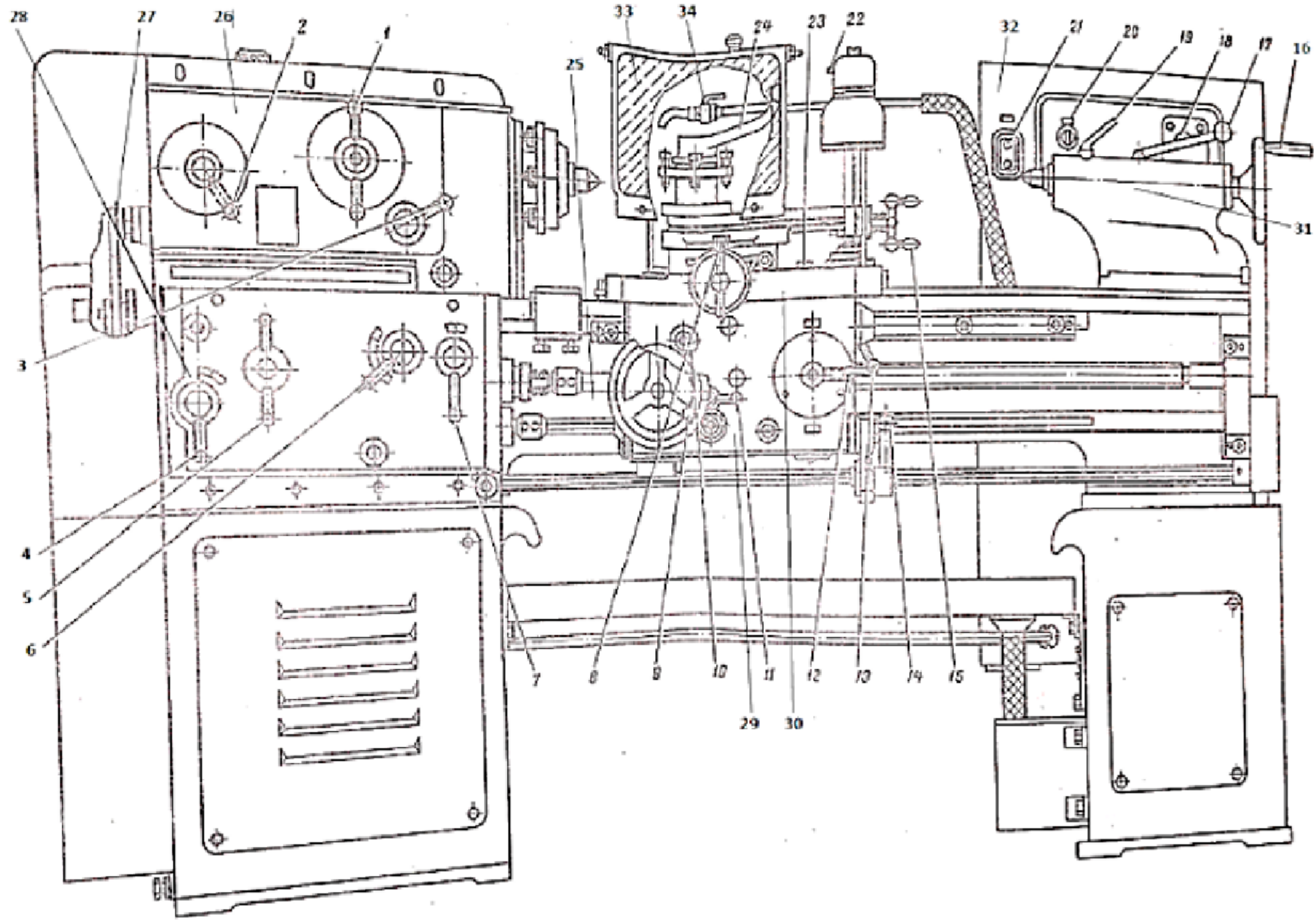


Figure III.1 Tour à charioter et à fileter 1M61 [9]



34	système d'arrosage		15	poigné de déplacement de la partie supérieure du chariot	
33	écran protecteur		14	poigné d'enclenchement de la rotation directe ou inverse de la broche	
32	équipement électrique		13	poigné de réglage de l'avance mécanique longitudinal ou transversal du chariot.	
31	contre-poupée		12	poigné d'embrayage de l'écrou embrayable et d'inversion de l'avance longitudinal ou transversal du chariot	
30	chariot		11	poigné d'enclenchement de l'embrayage de sécurité	
29	tablier		10	bouton de débrayage de l'arbre-pignon et de la crémaillère au cours du filetage	
28	boîte d'avance		9	volant de déplacement longitudinal manuel du chariot	
27	boîte de transfert		8	poigné de déplacement transversal du chariot	
26	boîte de vitesse		7	levier d'embrayage de la vis-mère ou de la barre de chariotage	
25	banc		6	poigné de réglage du pas de filetage et des avances	
24	levier de rotation et de fixation du porte-outil		5	poigné de réglage de la valeur d'avance et du filetage	
23	vis de fixation du chariot inférieur pour l'usinage frontal		4	poigné de choix du type de filetage et d'avance	
22	interrupteur d'éclairage locale		3	poigné de réglage de la vitesse de la broche (harnais)	
21	Bouton de branchement de la machine au réseau et de son débranchement		2	poigné de passage du pas normal ou pas augmenté de filetage et d'inversion de la rotation de la vis-mère.	
20	interrupteur de l'électropompe d'arrosage		1	poigné de réglage de la vitesse de la broche	
19	levier de fixation de fourreau			numéro de la pièce	désignation
18	indicateur de la charge				
17	levier de fixation de la contre-poupée				
16	poigné de déplacement du fourreau				
			Année 2018-2019	Tour 1M61	
				Master 2 génie mécanique	
				faculté des sciences et technologies mostaganème	

figure III.2:dessin d'ensemble tour 1M61.

III.2. Boîte de vitesse de la machine 1M61

La boîte de vitesse assure l'obtention de 24 vitesses de rotation de la broche, le mouvement du moteur électrique est transmis à la boîte de vitesse par une transmission à courroie trapézoïdale.

Dans cette boîte à vitesse les éléments les plus essentielle pour le fonctionnement, on trouve : les arbres de transmissions, la broche, les roulements (roulement à bille à contacte radiale, roulement à rouleau cylindrique et buté à bille), les roues dentées, les tiges qui relient les baladeurs avec les poignées pour la manipulation des vitesses, les couvercles, la poulie, le frein disque électromagnétique et le carter en vue de protection et la lubrification des pièces.

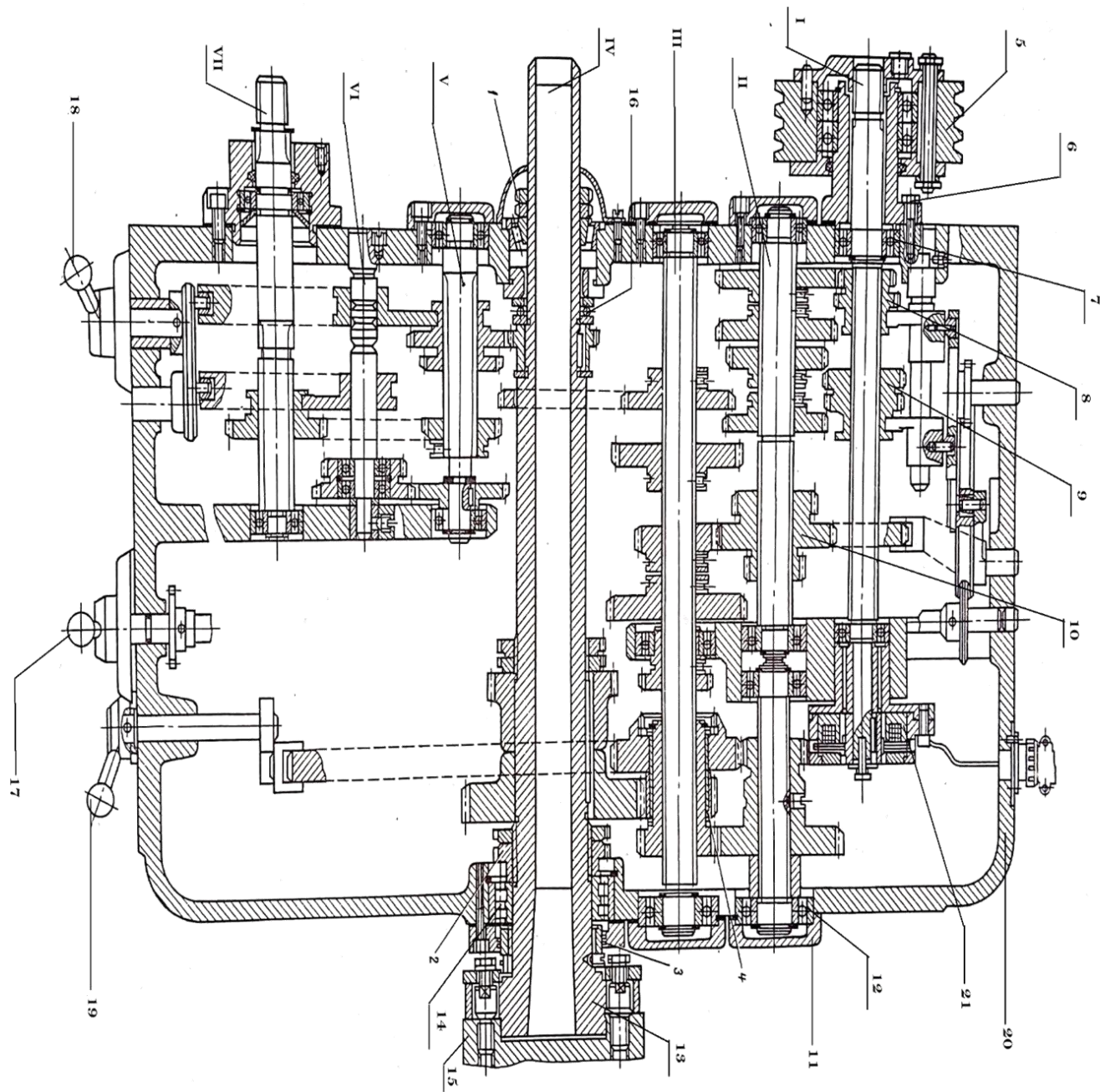
Le changement de la vitesse s'effectue par le déplacement des engrenages, l'inversion est réalisée par l'inversion du moteur électrique, le freinage est assuré par l'embrayage électromagnétique multidisque monté sur l'arbre « I ».

Le déplacement de trois baladeurs se fait au moyen d'une seule poigné 1, la broche reçoit douze vitesses par l'intermédiaire des engrenages au harnais et douze vitesses plus élevé par un accouplement à griffes, ces vitesses obtenues sont entièrement indiquées sur le tableau entourant les poignets de la boîte. L'embrayage du harnais ou de l'accouplement à griffes est choisi à l'aide de la poigné 3.

Les engrenages de la boîte de transfert assurent l'usinage des filetages métrique et anglais. La poigné 2 assure la rotation directe ou inverse de la vis-mère et l'obtention du pas de filetage, lors de tournage, la poigné 2 doit être en position correspondant à l'usinage du filet à droite.

La boîte d'avance permet de régler la machine à l'usinage des filetages ou aux avances différentes conformément au tableau placé sur la boîte d'avance. Ce tableau indique les pas de filetage et les vitesses d'avance et les différentes positions des poignées correspondants. [9]

La figure III.3 suivantes représentent le dessin d'ensemble de la boîte à vitesse de la machine 1M61.




IV	Quatrième arbre de transmission			
III	Troisième arbre de transmission	10	Baladeur N°3	
II	Deuxième arbre de transmission	9	Baladeur N°2	
I	Première arbre de transmission	8	Baladeur N°1	
21	Frein électromagnétique	7	Roulement à billes à contacte radiale	
20	Carter	6	Vis M6*40	
19	Poigné N°3	5	Poulie à gorges	
18	Poigné N°2	4	Entretoise	
17	Poigné N°1	3	Bague	
16	Butée à bille	2	Ecrou	
15	Mandrin	1	Ecrou	
14	Roulement à rouleaux cylindrique deux rangées	N° de la pièce	Désignation de la pièce	QTE
13	Nez de la broche	2018/2019	Boite de vitesses (tour 1M61)	
12	Roulement à billes à contacte radiale			
11	Couvercle	Echelle 1:2	Faculté des science et technologies (Mostaganem)	

Figure III.3 : dessin d'ensemble de la boite de vitesse

III.3. Schéma cinématique

III.3.1. Généralité

III.3.1.1. Définition

Un mécanisme est composé de plusieurs sous-ensembles reliés entre eux par une ou plusieurs liaisons en vue de réaliser une fonction, mais la lecture des plans d'ensembles n'est pas toujours aisée et il est utile d'en simplifier la représentation.

Le schéma cinématique c'est une représentation d'un mécanisme sous une forme normalisée dans le plan ou dans l'espace qui met en évidence les possibilités de mouvements relatifs entre les différentes pièces.

Lorsque le mécanisme n'existe pas on peut mettre un schéma illustrant le fonctionnement attendu sans toutefois limiter le concepteur dans les formes et les dimensions à concevoir dans ce schéma. [10]

III.3.1.2. Les Liaisons mécaniques

Une liaison mécanique est une relation entre deux solides par contact. En réalité cette notion est étendue aux classes d'équivalence. Chaque liaison restreint l'espace des degrés de liberté des pièces du mécanisme. L'ensemble des liaisons d'un mécanisme et leur disposition relative dans l'espace constituent la définition de celui-ci.

Les Courroies, les chaînes et les engrenages sont des éléments de transmission de puissance souvent représentés sous leur forme compilée. Les crabots, les verrous et les embrayages sont des éléments technologiques qui permettent des liaisons temporaires. [10]

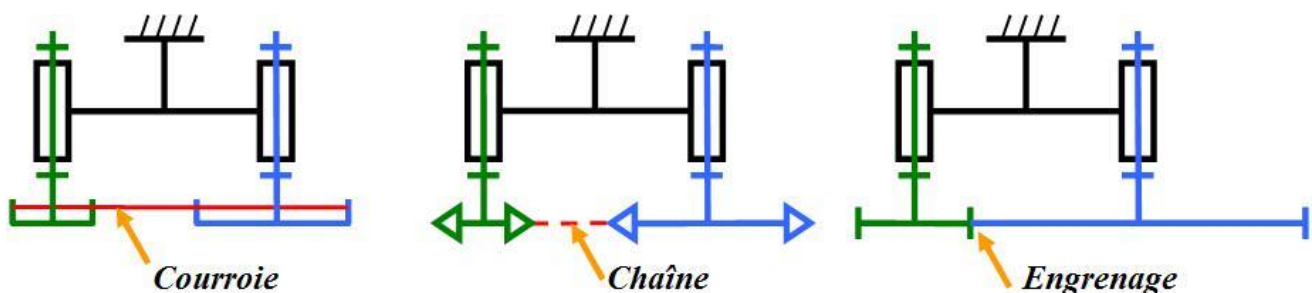


Figure III.4 Schéma cinématique indiquant la courroie, la chaîne et l'engrenage [10]

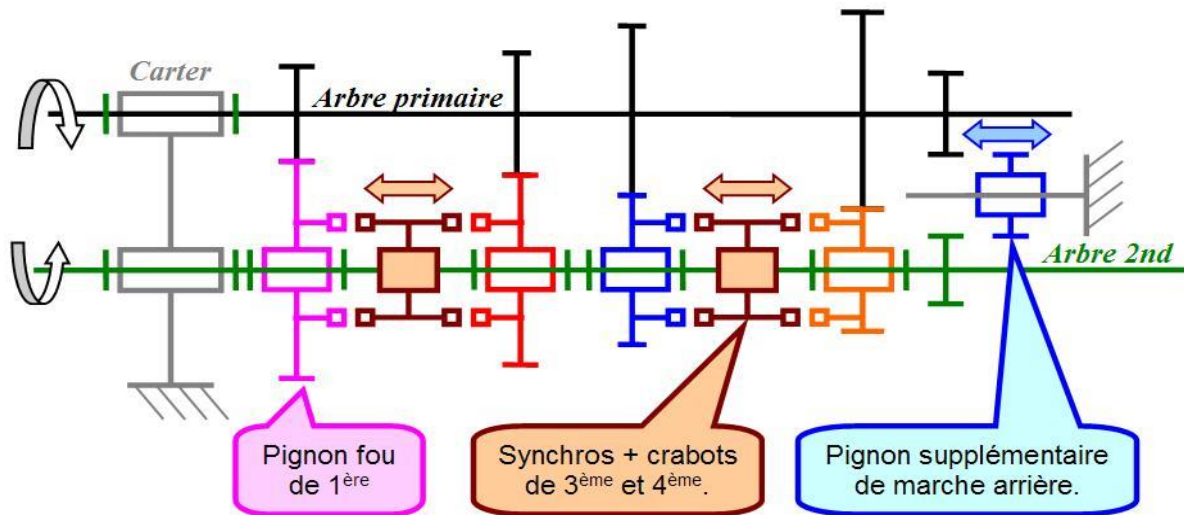


Figure III.5 Exemple d'un schéma cinématique d'une boîte de vitesse automobile [10]

III.3.2. Schéma cinématique de la boîte de vitesse de la machine « tour 1M61 »

Au début pour faciliter les choses, on réalise plan du mécanisme à partir du dessin d'ensemble de la boîte de vitesse, le couple moteur se transmet vers la poulie par l'intermédiaire d'une courroie, ensuite la transmission se poursuit vers la boîte de vitesse à partir d'un arbre de transmission, et enfin la broche et le mandrin reçoit le couple final.

On a aussi une autre transmission par engrènement de la boîte de vitesse vers la boîte de transfert et la boîte des avances.

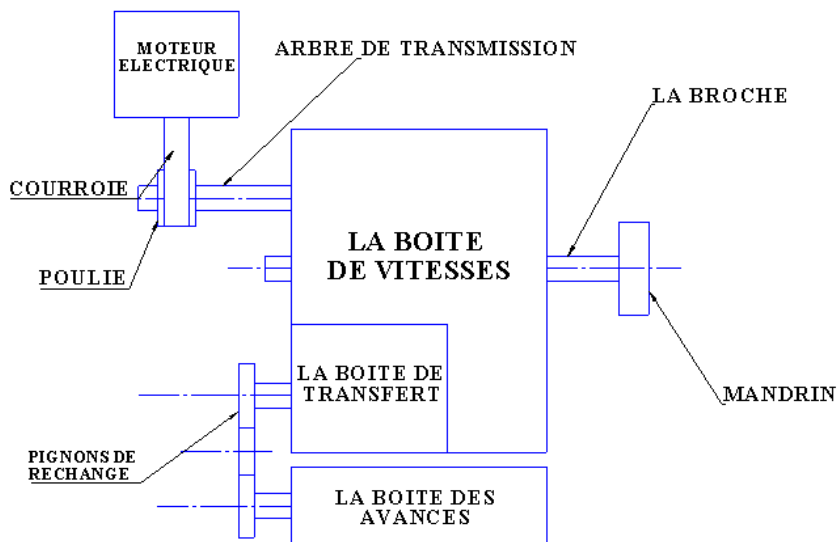


Figure III.6 Schéma du mécanisme de la boîte de vitesse 1M61. [11]

Le schéma cinématique est représenté dans la figure III.9 suivantes :

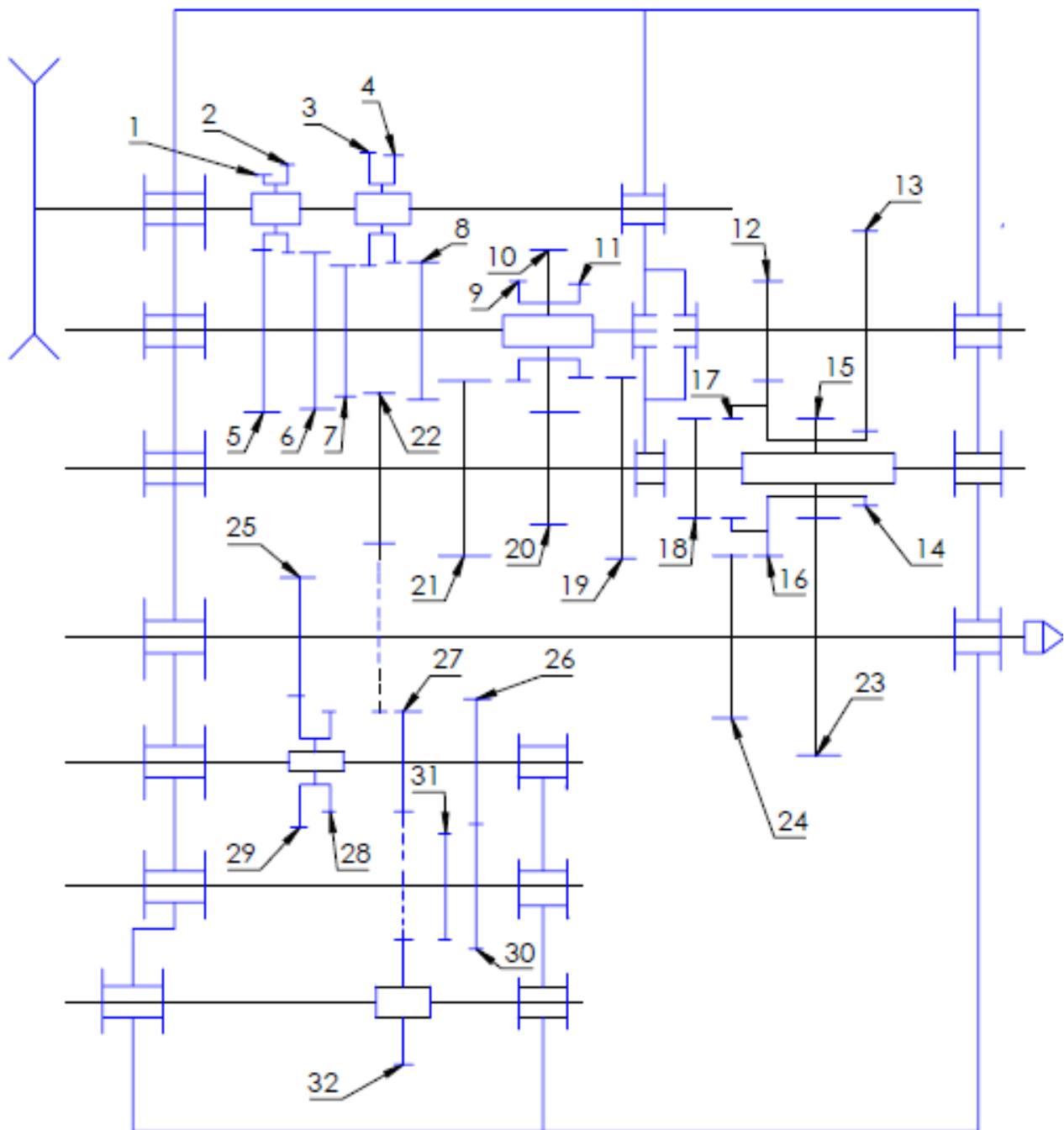


Figure III.9 : schéma cinématique de la boîte de vitesse (tour 1M61). [11]

III.4 Calcul d'engrènement

III.4.1. Règles de transmission par engrènement

Le tour 1M61 a un moteur électrique d'une puissance et d'une vitesse de rotation égale à :

$$P_1 = 4 \text{ kW} = 4000 \text{ W} \quad \text{et} \quad N_1 = 1730 \text{ tr/min} \quad [9]$$



Figure III.10 : Transmission du couple et vitesse de rotation. [11]

$$C_2 = \frac{\mu_{12}}{k_{12}} C_1 \quad [11] \quad \text{(III.1)}$$

Tel que :

Il y a trois contacts d'engrènement. Donc :

$$\mu_{12} = (0.80)^3 = 0.512 \quad [11] \quad \text{(III.2)}$$

La puissance de sortie est égale à :

$$P_2 = \mu_{12} P_1 \quad [11] \quad \text{(III.3)}$$

Le rendement pour chaque contact d'engrènement est donné sur le catalogue de la machine :

$$\mu = 0.80 \quad [9] \quad \text{(III.4)}$$

Le rapport de transmission égale à :

$$k_{12} = R_{s/e} = (-1)^y \frac{Z_1 * Z_3 * \dots * Z_{N-1}}{Z_2 * \dots * Z_N} = \frac{W_S}{W_E} \quad \text{Où}$$

$$\text{RAPPORT} = \frac{\text{PRODUIT DES DENTS MENANTES}}{\text{PRODUIT DES DENTS MENÉES}} = \frac{W_S}{W_E} \quad \text{(III.5)}$$

Tableau III.1 Roues dentées et le nombre des dents. [9]

Roue denté	Nombre des dents	Roue denté	Nombre des dents
Z1	23	Z17	35
Z2	27	Z18	35
Z3	36	Z19	68
Z4	31	Z20	33
Z5	63	Z21	51
Z6	59	Z22	45
Z7	50	Z23	60
Z8	55	Z24	40
Z9	42	Z25	44
Z10	60	Z26	45
Z11	25	Z27	36
Z12	18	Z28	36
Z13	42	Z29	48
Z14	21	Z30	45
Z15	25	Z31	36
Z16	44	Z32	44

Le tableau ci-dessus représente les nombres des dents de chaque pignon dans la boîte de vitesse de la machine « tour 1M61 ».

III.4.2. Différents Positions des baladeurs

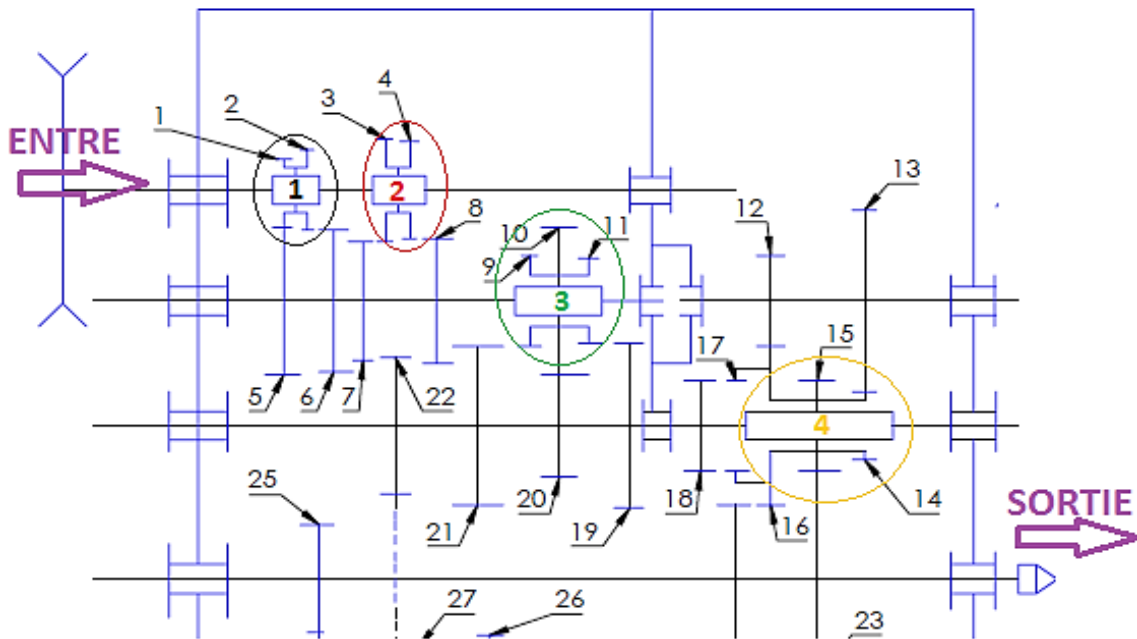


Figure III.11 Différentes baladeurs de la boîte.

Si on prend toutes les positions possibles des quatre baladeurs, On va trouver le nombre de toutes les vitesses de cette boîte de vitesse.

Tableau III.2 Position possible des baladeurs

	Baladeur 1	Baladeur 2	Baladeur 3	Baladeur 4
Nombre des positions Possibles	2	2	3	2

Le nombre de vitesses= $(2 \times 3 \times 2) + (2 \times 3 \times 2) = 24$ donc il y a 24 vitesses de sorties.

Le baladeur 4 a deux positions :

- a) Accouplement à engrènement.
- b) Accouplement à griffe.

Le nombre de vitesses à engrènement = le nombre de vitesses à griffe= $(2 \times 3 \times 1) + (2 \times 3 \times 1) = 12$.

Donc il y a douze vitesses de sorties avec l'accouplement à engrènement et douze l'autre avec l'accouplement à griffe

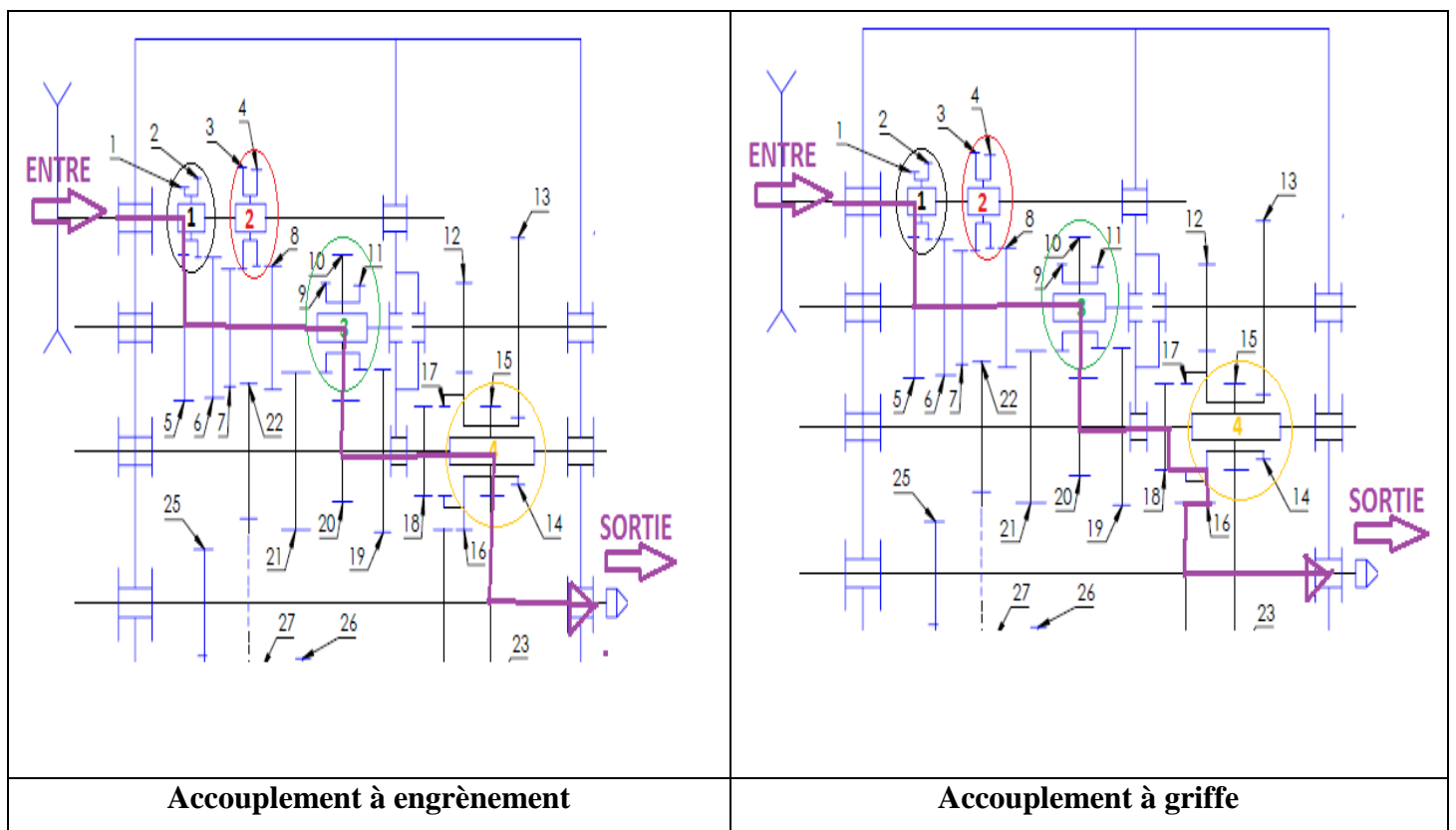


Figure III.12 Accouplements possibles dans la boîte.

III.4.3. Transmissions possibles

Les figures suivantes représentent les douze transmissions possibles avec un accouplement à engrènement

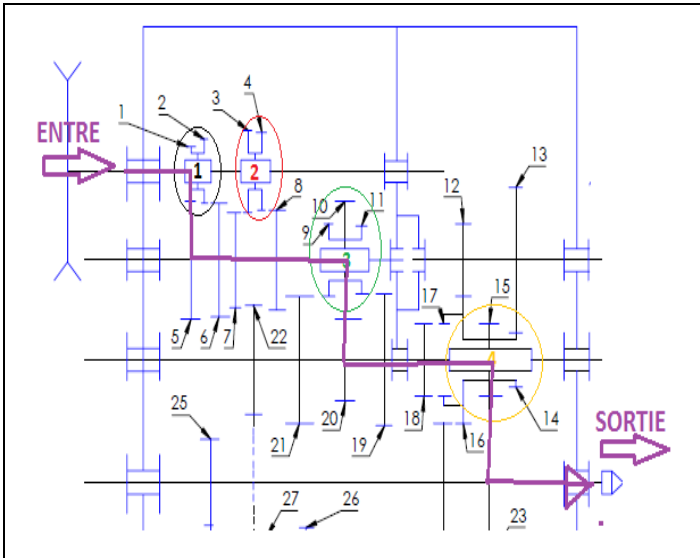


Figure III.13 Transmission 1

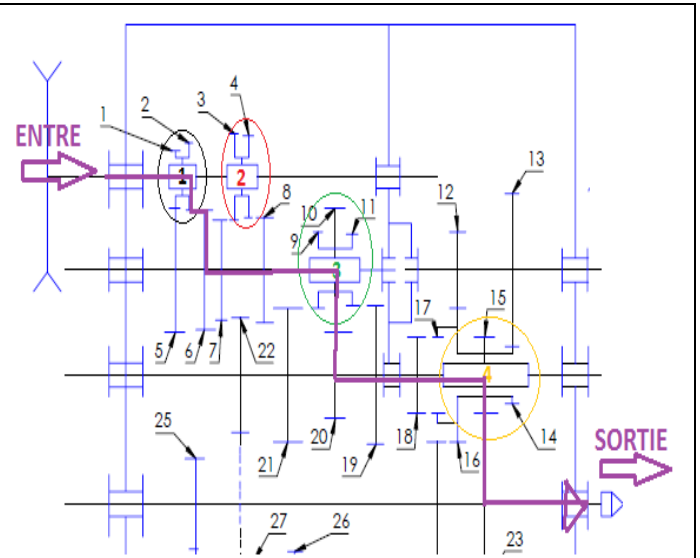


Figure III.14 Transmission 2

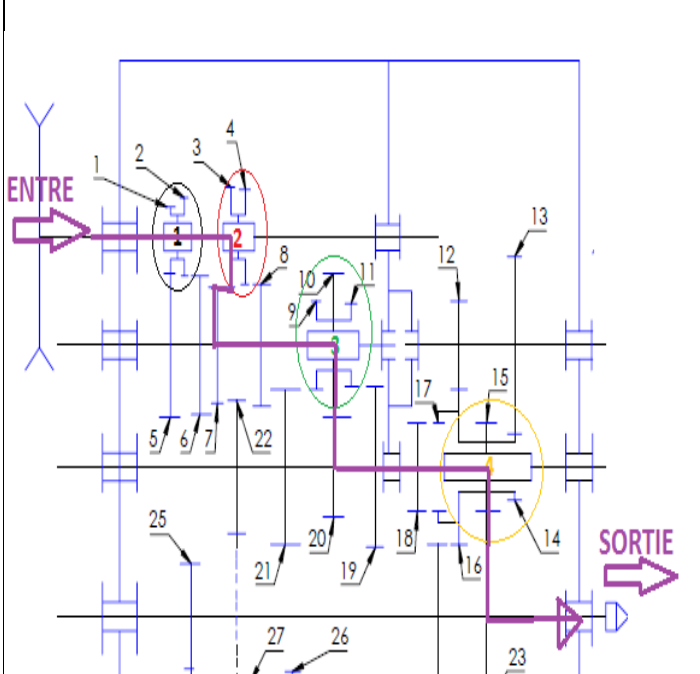


Figure III.15 Transmission 3

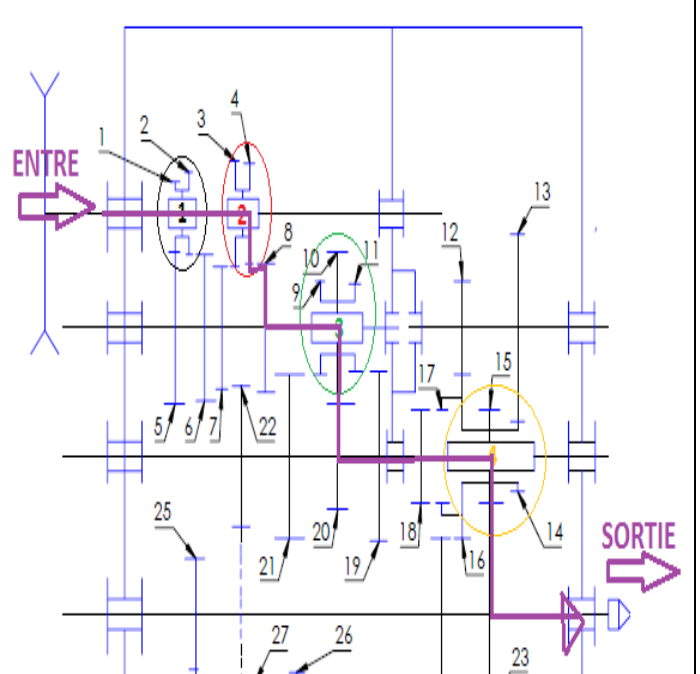
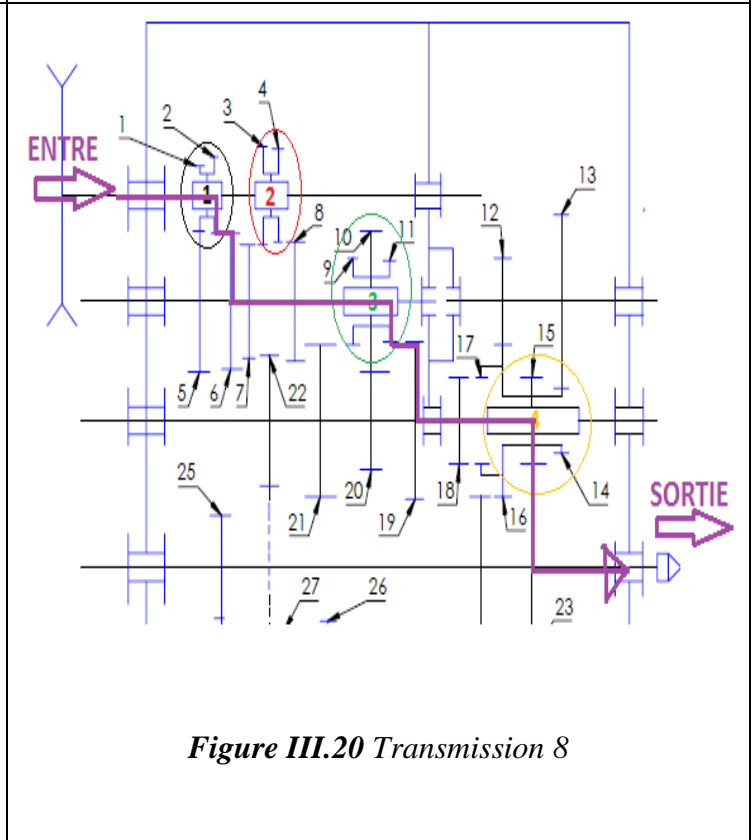
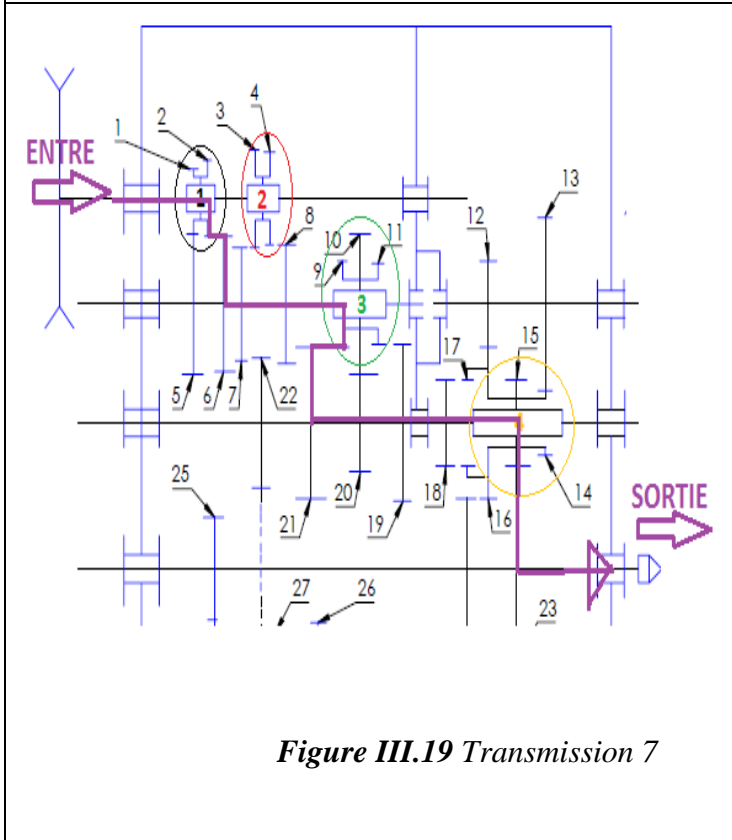
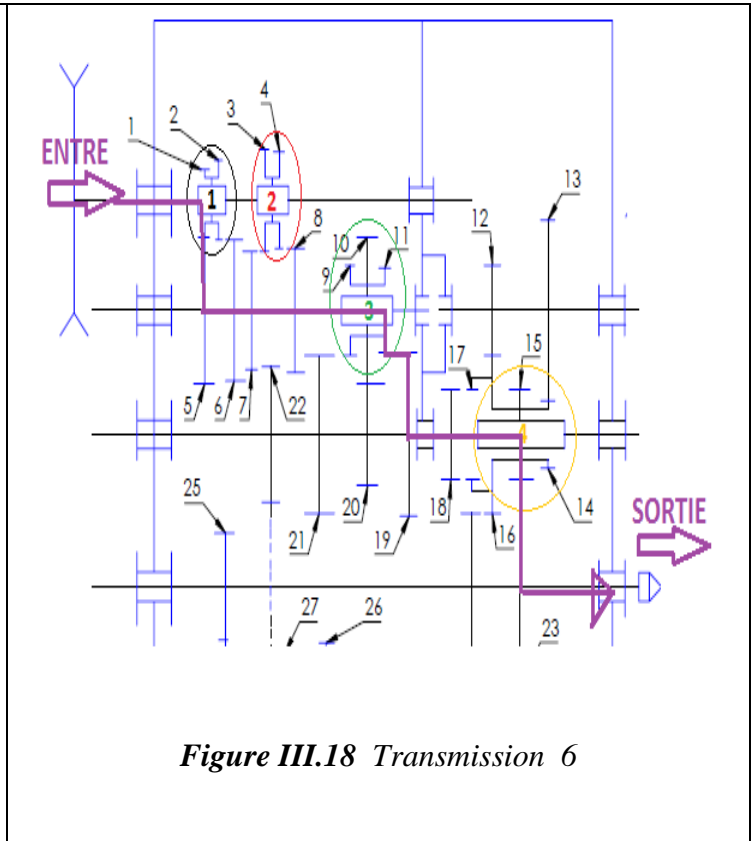
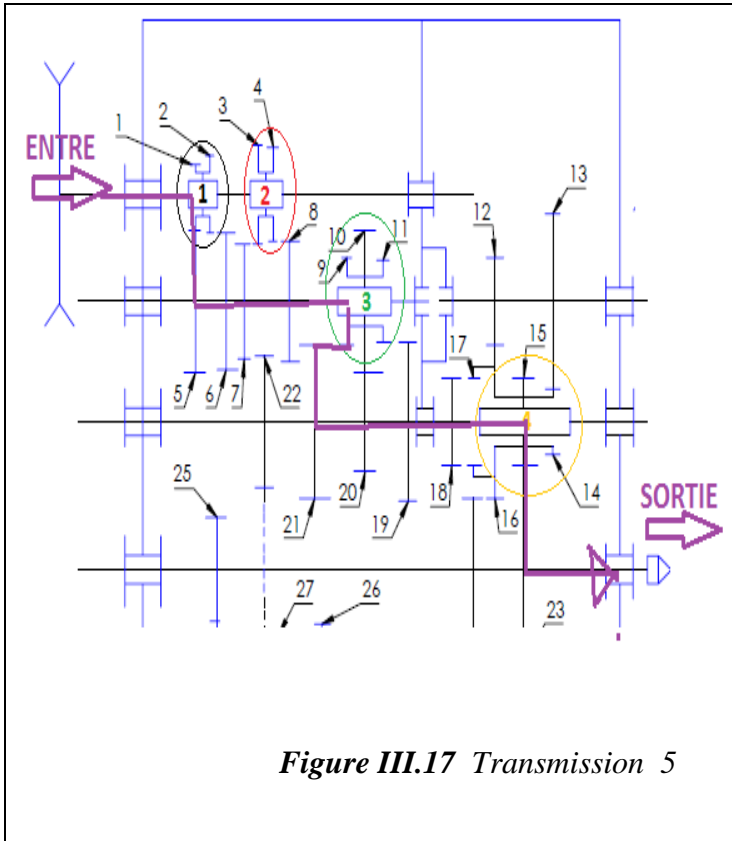


Figure III.16 Transmission 4



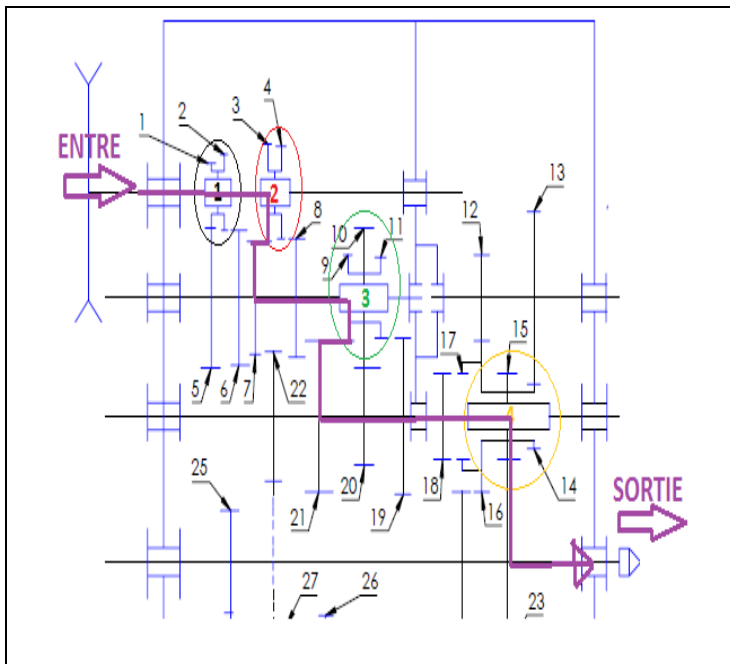


Figure III.21 Transmission 9

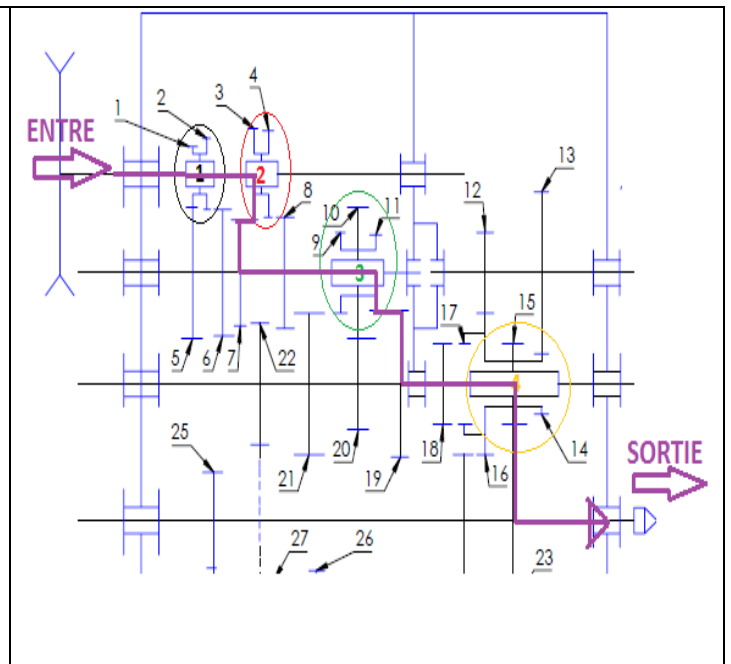


Figure III.22 Transmission 10

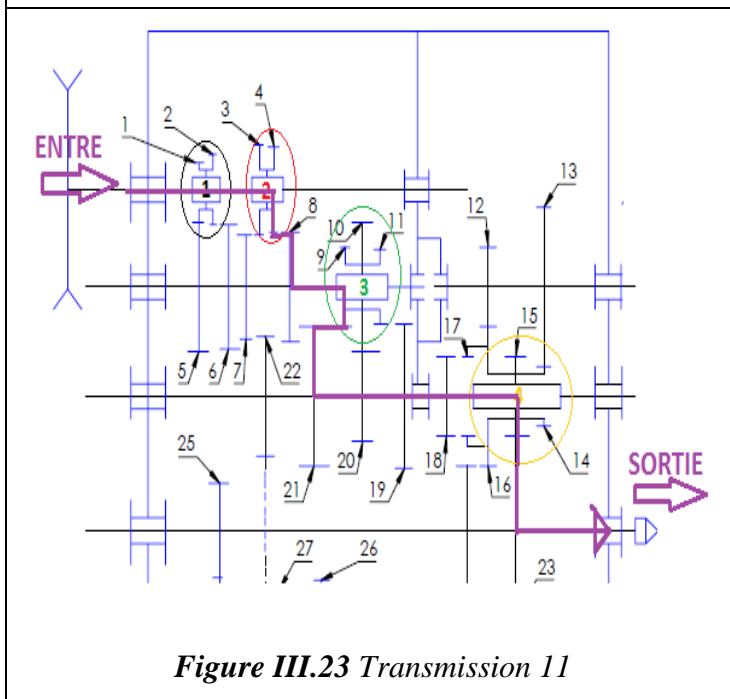


Figure III.23 Transmission 11

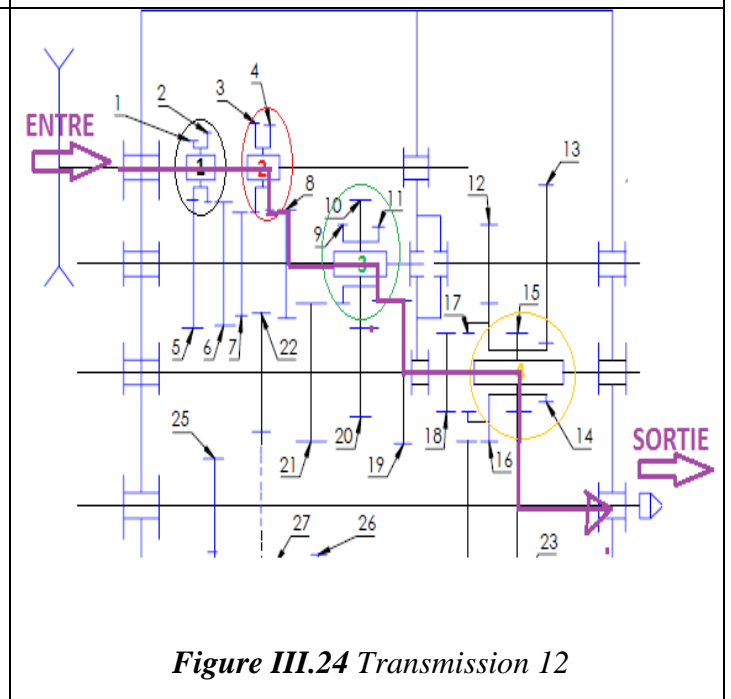


Figure III.24 Transmission 12

Les douze autres sont les mêmes sauf que le baladeur 4 est en position de l'accouplement à griffe, et ils sont élevés. [9]

Remarque : Puisque on a le nombre des contacts externes impaire dans tous les transmissions, donc le sens de rotation de la broche est au contraire par rapport au sens de rotation du moteur.

III.4.4. Calcule les vitesses de sorties

En appliquant la règle (III.5), on peut trouver toutes les vitesses de sortie (vitesses de la broche)

La vitesse d'entrée W_1 est égale à : $W_1 = \frac{2\pi N_1}{60} = 181 \text{ rad/s.}$ (III.6)

On peut calculer le couple C_1 car la puissance d'entrée P_1 est donnée, donc on applique la loi suivante :

$C_1 = \frac{P_1}{W_1} = 22 \text{ N.m}$ (III.7)

On peut aussi calculer la puissance de sortie qui ne varie pas :

$P_2 = \mu_{12} P_1 = 0.80^3 * 4000 = 2048 \text{ watt}$ [11] (III.8)

nombre des dents		le produit	le rapport	la vite
23	60	=PRODUIT(E7:G7)		5
63	33	60		6
27	60	25	40500	
59	33	60	116820	9
36	60	25	54000	
50	33	60	99000	7
31	60	25	46500	
55	33	60	108900	
23	42	25	24150	

it	le rapport	la vitesse (W2)	la vitesse (N2)	le couple(C2)	la vitesse (W1)
	0,28	=M7*7	478,48	74,87	181
	0,35	62,75	599,77	59,73	181
	0,55	98,73	943,64	37,96	181
	0,43	77,29	738,71	48,49	181
	0,13	22,67	216,72	165,29	181
	0,06	10,12	96,75	370,25	181

		nombre des dents		le produit	le rapport	la vitesse (W2)	la vitesse (N2)	le couple(C2)	la vitesse (W1)	la vitesse (N1)	le rendement (μ)	le couple(C1)	la puissance (p)		
7	transmission 1	les dents menantes	23	60	25	34500	0,28	50,06	478,48	40,73	181	1730	0,8	22	4000
8		les dents menées	63	33	60	124740									
9	transmission 2	les dents menantes	27	60	25	40500	0,35	62,75	599,77	32,49	181	1730	0,8	22	4000
10		les dents menées	59	33	60	116820									
11	transmission 3	les dents menantes	36	60	25	54000	0,55	98,73	943,64	20,65	181	1730	0,8	22	4000
12		les dents menées	50	33	60	99000									
13	transmission 4	les dents menantes	31	60	25	46500	0,43	77,29	738,71	26,38	181	1730	0,8	22	4000
14		les dents menées	55	33	60	108900									
15	transmission 5	les dents menantes	23	42	25	24150	0,13	22,67	216,72	89,92	181	1730	0,8	22	4000
16		les dents menées	63	51	60	192780									
17	transmission 6	les dents menantes	23	25	25	14375	0,06	10,12	96,75	201,41	181	1730	0,8	22	4000
18		les dents menées	63	68	60	257040									
19	transmission 7	les dents menantes	27	42	25	28350	0,16	28,42	271,66	71,73	181	1730	0,8	22	4000
20		les dents menées	59	51	60	180540									
21	transmission 8	les dents menantes	27	25	25	16875	0,07	12,69	121,28	160,68	181	1730	0,8	22	4000
22		les dents menées	59	68	60	240720									
23	transmission 9	les dents menantes	36	42	25	37800	0,25	44,72	427,41	45,59	181	1730	0,8	22	4000
24		les dents menées	50	51	60	153000									
25	transmission 10	les dents menantes	36	25	25	22500	0,11	19,96	190,81	102,13	181	1730	0,8	22	4000
26		les dents menées	50	68	60	204000									
27	transmission 11	les dents menantes	31	42	25	32550	0,19	35,01	334,59	58,24	181	1730	0,8	22	4000
28		les dents menées	55	51	60	168300									
29	transmission 12	les dents menantes	31	25	25	19375	0,09	15,63	149,37	130,46	181	1730	0,8	22	4000
30		les dents menées	55	68	60	224400									

Figure III.25 Interface de calcul sur l'Excel

On a utilisé l'Excel pour faciliter le calcul, dans ce logiciel on met tous les règles nécessaires dont on a écrit précédemment (les équations : III.1, III.2, III.3, III.4 et III.5), après il reste juste d'introduire les nombres des dents menantes et menées dans le tableau, et le rapport, la vitesse, le couple, la Puissance sortent tout seule.

III.4.5. Résultats de calculs

On a calculé les rapports des transmissions, les vitesses de sortie et les couples de sortie, les résultats sont comme suit :

III.4.5.1. Accouplement à engrènement

Le tableau III.3 représente tous les vitesses, couples et rapports de toutes les transmissions.

Tableau III.3 : Rapport, vitesse et couple dans le cas d'un accouplement à engrènement.

Transmission 1			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,28	50,06	478,48	40.73
Transmission 2			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,35	62,75	599,77	32.49
Transmission 3			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,55	98,73	943,64	20.65
Transmission 4			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,43	77,29	738,71	26.38
Transmission 5			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,13	22,67	216,72	89.92
Transmission 6			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,06	10,12	96,75	201.41
Transmission 7			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,16	28,42	271,66	71.73
Transmission 8			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,07	12,69	121,28	160.68
Transmission 9			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,25	44,72	427,41	45.59
Transmission 10			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,11	19,96	190,81	102.13
Transmission 11			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,19	35,01	334,59	58.24
Transmission 12			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,09	15,63	149,37	130.46

III.4.5.2. Accouplement à griffe

Tableau III.4 Rapport, vitesse et couple dans le cas d'un accouplement à griffe.

Transmission 1			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,73	132,16	1263,17	15,43
Transmission 2			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,92	165,66	1583,39	12,31
Transmission 3			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
1,44	260,64	2491,20	7,82
Transmission 4			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
1,13	204,04	1950,18	9,99
Transmission 5			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,33	59,86	572,14	34,06
Transmission 6			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	couple C2
0,15	26,72	255,42	76,29
Transmission 7			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,41	75,03	717,18	27,17
Transmission 8			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,19	33,50	320,17	60,86
Transmission 9			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,65	118,05	1128,37	17,27
Transmission 10			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,29	52,70	503,74	38,68
Transmission 11			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,51	92,42	883,32	22,06
Transmission 12			
Rapport	Vitesse W2	Vitesse N2	Couple C2
0,23	41,26	394,34	49,42

Remarque : On peut remarquer que les vitesses de rotations dans le cas d'un accouplement à griffes sont plus élevées que dans le cas d'un accouplement à engrenage.

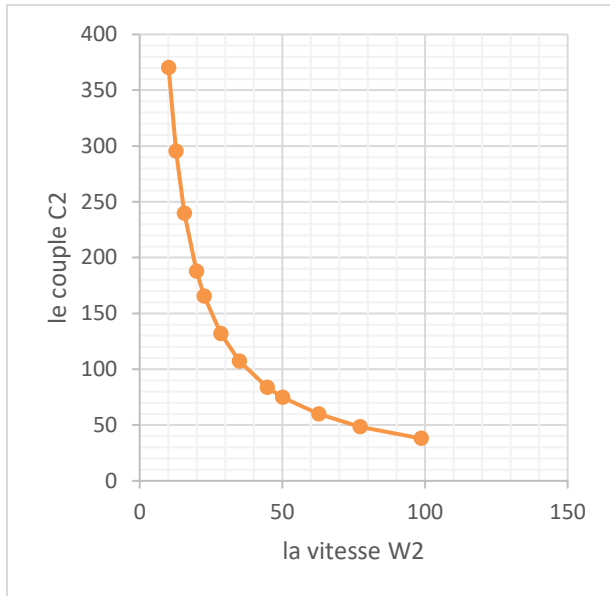


Figure III.26 Accouplement à engrenage

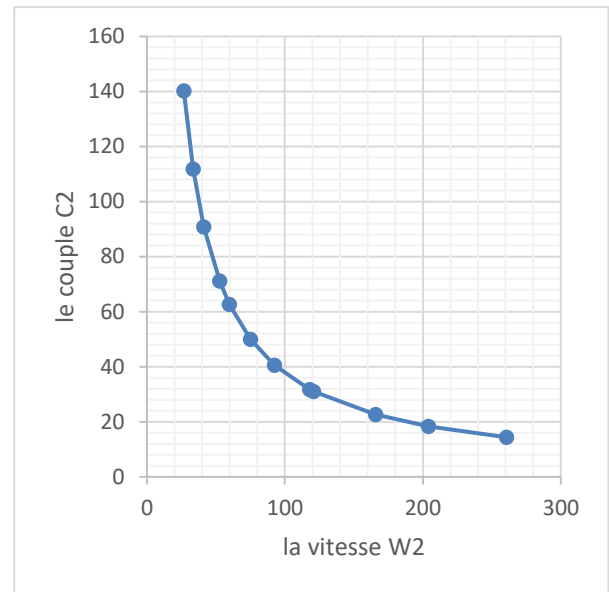


Figure III.27 Accouplement à griffe

Les figures « III.26 » et « III.27 » représentent La variation du couple de sortie C2 en fonction de la vitesse de rotation de sortie W2.

On peut voir que le couple de sortie C2 dans le cas d'un accouplement à engrenage est plus élevées que celui dans le cas d'un accouplement à griffe mais le contraire pour la vitesse de sortie W2.

Le couple de sortie C2 est diminué régulièrement en fonction de la vitesse de sortie W2 dans les deux cas (graphe 1 et graphe 2).

Conclusion : L'accouplement à griffe est dédié à des vitesses de rotation « W2 » très élevées et des couples « C2 » bas par contre l'accouplement à engrenage est dédié à des vitesse de rotation « W2 » bas ou moyenne et des couples « C2 » très élevés.

III.4.6. Caractéristiques d'engrenage

L'engrenages utilisé dans cette boîte de vitesse est cylindrique à denture droite.

Le tableau III.5 suivant représente les caractéristique de tous les pignons contenants dans la boîte de vitesse à étudier.ces caractériqtique sont calculés en utilisant les formules mentionnés dans le chapitre II « **tableau II.1.caracteristique des engrenages à denture droites** » .

Tableau III.5 Caractéristiques d'engrenage.

	Z	m	d	da	Df	ha	hf	h	p	b	k	s
Z1	23	2,00	46,00	50,00	41,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z2	27	2,00	54,00	58,00	49,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z3	36	2,00	72,00	76,00	67,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z4	31	2,00	62,00	66,00	57,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z5	63	2,00	126,00	130,00	121,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z6	59	2,00	118,00	122,00	113,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z7	50	2,00	100,00	104,00	95,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z8	55	2,00	110,00	114,00	105,00	2,00	2,50	4,50	6,28	13,00	6,50	3,14
Z9	42	2,00	84,00	88,00	79,00	2,00	2,50	4,50	6,28	15,00	7,50	3,14
Z10	60	2,00	120,00	124,00	115,00	2,00	2,50	4,50	6,28	18,00	9,00	3,14
Z11	25	2,00	50,00	54,00	45,00	2,00	2,50	4,50	6,28	15,00	7,50	3,14
Z12	18	3,00	54,00	60,00	46,50	3,00	3,75	6,75	9,42	22,00	7,33	4,71
Z13	42	3,00	126,00	132,00	118,50	3,00	3,75	6,75	9,42	20,00	6,67	4,71
Z14	21	3,00	63,00	69,00	55,50	3,00	3,75	6,75	9,42	20,00	6,67	4,71
Z15	25	3,00	75,00	81,00	67,50	3,00	3,75	6,75	9,42	30,00	10,00	4,71
Z16	44	3,00	132,00	138,00	124,50	3,00	3,75	6,75	9,42	22,00	7,33	4,71
Z17	35	2,00	70,00	66,00	75,00	2,00	2,50	4,50	6,28	18,00	9,00	3,14
Z18	35	2,00	70,00	66,00	75,00	2,00	2,50	4,50	6,28	18,00	9,00	3,14
Z19	68	2,00	136,00	140,00	131,00	2,00	2,50	4,50	6,28	15,00	7,50	3,14
Z20	33	2,00	66,00	70,00	61,00	2,00	2,50	4,50	6,28	18,00	9,00	3,14
Z21	51	2,00	102,00	106,00	97,00	2,00	2,50	4,50	6,28	15,00	7,50	3,14
Z22	45	2,00	90,00	94,00	85,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z23	60	3,00	180,00	186,00	172,50	3,00	3,75	6,75	9,42	30,00	10,00	4,71
Z24	40	3,00	120,00	126,00	112,50	3,00	3,75	6,75	9,42	22,00	7,33	4,71
Z25	44	2,00	88,00	92,00	83,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z26	45	2,00	90,00	94,00	85,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z27	36	2,00	72,00	76,00	67,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z28	36	2,00	72,00	76,00	67,00	2,00	2,50	4,50	6,28	11,00	5,50	3,14
Z29	48	2,00	96,00	100,00	91,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z30	45	2,00	90,00	94,00	85,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14
Z31	36	2,00	72,00	76,00	67,00	2,00	2,50	4,50	6,28	15,00	7,50	3,14
Z32	44	2,00	88,00	92,00	83,00	2,00	2,50	4,50	6,28	12,00	6,00	3,14

Les modules « m », les largeurs des roues « b » et la matière sont données dans le catalogue de la machine 1M61 .la figure III.28 représente une photo prise de ce catalogue et qui contient les données disponibles (les caractéristiques des pignons).

Ensemble dont l'élément fait partie	Repères sur la fig. 5	Nombre de dents d'engrenages ou de filets de vis	Module ou pas, mm	Facteur de décalage du tracé de référence	Angle d'hélice	Largeur de la jante, mm	Matière	
Boîte de vitesses	4	23	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	HB 240...280 Dents h 5,0...5,5 mm
	5	27	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	HRC 48...52 Dito
	6	36	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	Dito
	7	31	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	Dito
	8	63	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	Dito
	9	59	2	-	-	13	Acier 40X GOST 4543-71	Dito

Figure III.28 Caractéristiques disponibles sur le catalogue. [9]

Nous avons vérifié nos calculs pour éclaircir les informations données sur ce catalogue, et pour cela nous avons consulté les dimensions des engrenages standards.

Par exemple le pignon dont le nombre de denture est 23 et le module égale à 2 dans nos calculs on a trouvé le diamètre de tête égale à 50 (da=50, voir tableau III.5), c'est la même valeur dans les dimensions standard.

DIMENSIONS DES ENGRENAGES STANDARDS												
SÉRIE "MIN"												
Bien préciser "MIN", sinon, il serait livré un engrenage ordinaire												
Désignation MIN - Nb de dents - Module												
Nombre de dents	Module 1,25 L = 12,5			Module 2 L = 20			Module 2,5 L = 25			Module 3 L = 30		
	DP	D	d	DP	D	d	DP	D	d	DP	D	d
16										48	54	20
17	21,25	23,75	10	34	38	15	42,5	47,5	20	51	57	"
18	22,5	25	"	36	40	"	45	50	"	54	60	"
19	23,75	26,25	"	38	42	"	47,5	52,5	"	57	63	"
20	25	27,5	"	40	44	"	50	55	"	60	66	"
21	26,25	28,75	"	42	46	"	52,5	57,5	"	63	69	"
22	27,5	30	"	44	48	"	55	60	"	66	72	"
23	28,75	31,25	"	46	50	"	57,5	62,5	"	69	75	"
24	30	32,5	"	48	52	"	60	65	"	72	78	"
25	31,25	33,75	"	50	54	"	62,5	67,5	"	75	81	"
26	32,5	35	"	52	56	"	65	70	"	78	84	"
27	33,75	36,25	"	54	58	"	67,5	72,5	"	81	87	"
28	35	37,5	"	56	60	"	70	75	"	84	90	"
29	36,25	38,75	"	58	62	"	72,5	77,5	"	87	93	"
30	37,5	40	12	60	64	20	75	80	"	90	96	30
31	38,75	41,25	"	62	66	"	77,5	82,5	"	93	99	"

en Stock

Les dimensions en fond tréfilé

Toutes les dimensions sur fond blanc peuvent être fabriquées sur devis.

Certaines dimensions existent parfois en stock.

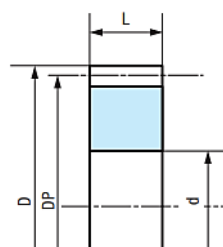


Figure III.29 Vérification par rapport aux dimensions standard. [12]

III.4.7. Calcule des entraxes « a »

Nous avons onze contacts entre les pignons dans tous les transmissions, de la poulie jusqu'à la broche (arbre de sortie), le tableau III.6 représente tous les entraxes d'engrenages :

Tableau III.6 Entraxes d'engrènement

Contacts	Entraxe a (en mm)	d(menante)	d(menée)
(Z1) ;(Z5)	86	46	126
(Z2) ;(Z6)	86	54	118
(Z3) ;(Z7)	86	72	100
(Z4) ;(Z8)	86	62	110
(Z9) ;(Z21)	93	84	102
(Z10) ;(Z20)	93	120	66
(Z11) ;(Z19)	93	50	136
(Z16) ;(Z24)	126	132	120
(Z15) ;(Z23)	127,5	75	180
(Z12) ;(Z16)	93	54	132
(Z13) ;(Z14)	94,5	126	63

III.5. La résistance des dentures

III.5.1. Effort sur la denture

L'action de contact F d'une dent sur l'autre est porté par la droite d'action incliné $\alpha=20^\circ$ par rapport à la tangente commune au cercle primitif. Ses composantes sont les effort T (tangential) et R (radial), l'effort tangential F_T est à l'origine du couple transmis, L'effort radial est perpendiculaire à F_T , il est obtenu en projetant $F_{2/1}$ sur O_1O_2 (voir figure III).24 il ne participe pas à la transmission du couple.

$$\vec{F}_{2/1} = \vec{F}_t + \vec{F}_R \quad \text{III.9}$$

$$F_t = F_{2/1} \cdot \cos \alpha = \frac{c_1}{r_1} \quad \text{III.10}$$

$$F_R = F_{2/1} \cdot \sin \alpha \quad \text{III.11}$$

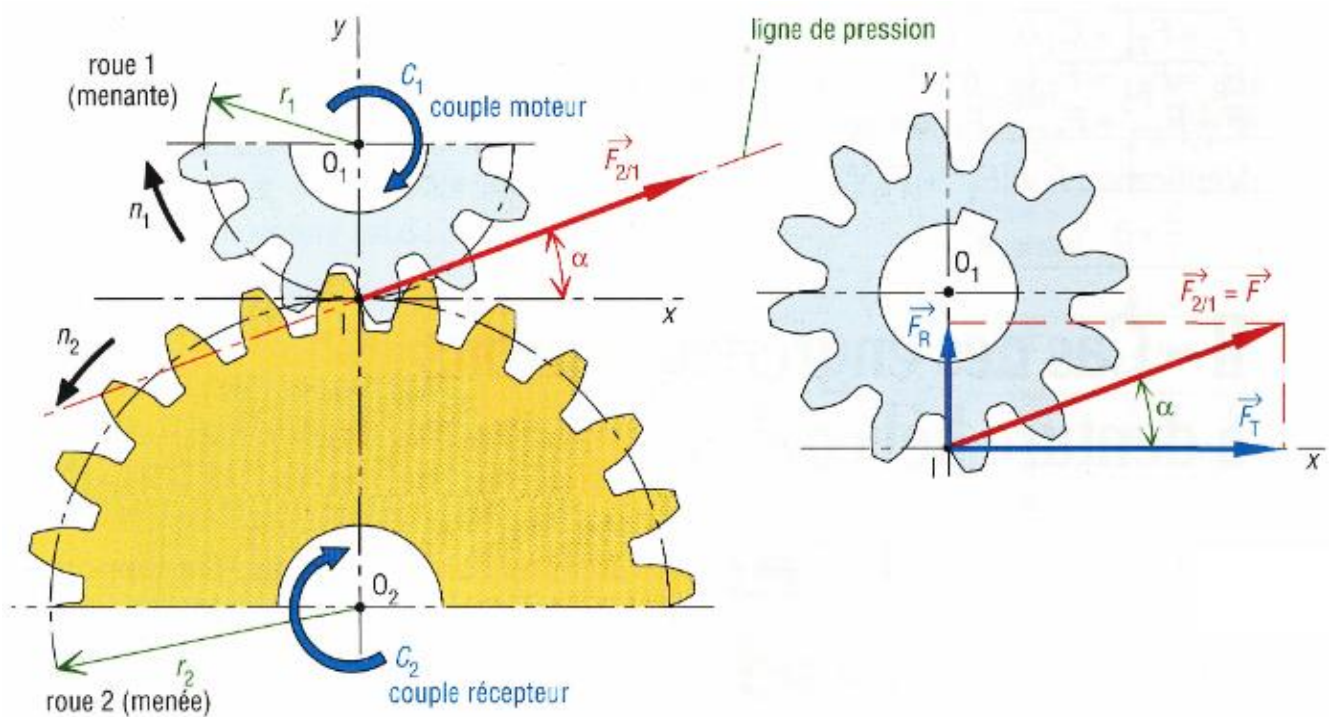


Figure III.30 Efforts sur denture droite

Dans notre boîte à vitesse, Chaque pignon en contact a une force tangentielle « FT » qui est à l'origine du couple transmis « C », en appliquant l'équation III.9 on trouve tous les forces tangentiels appliqué sur les roues dentées, exemple :

$$(F_{t_1} = \frac{c_I}{r_1} , F_{t_5} = \frac{c_{II}}{r_5} \text{ etc ...}).$$

$c_I, c_{II}, c_{III}, c_{IV}$. Ce sont les couples transmis aux arbres « I, II, III, IV ». (Voir le dessin d'ensemble de la boîte à vitesse).

On utilise toujours l'Excel et on trouve tous les couples répartis aux arbres « I, II, III, IV. ». L'arbre « I » c'est l'arbre d'entrée donc le couple « c_I » c'est le « C1 » qui est le couple moteur ou le couple d'entrée. L'arbre « IV » c'est l'arbre de sortie ou la broche donc le couple « c_{IV} » c'est le couple « C2 » qui est le couple de sortie.

Le tableau III.7 représente tous les couples répartis aux arbres de la boîte à vitesse commençant par la poulie et arrivant à la broche ou l'arbre de sortie.

Tableau III.7 Couples transmis aux arbres.

	Couple "C I" = C1	Couple "C II"	Couple "C III"	Couple "C IV" « Accouplement à engrènement »	Couple "C IV" Accouplement à griffe »
Transmission 1	22	48,21	21,21	40,73	15,43
Transmission 2	22	38,46	16,92	32,49	12,31
Transmission 3	22	24,44	10,76	20,65	7,82
Transmission 4	22	31,23	13,74	26,38	9,99
Transmission 5	22	48,21	46,83	89,92	34,06
Transmission 6	22	48,21	104,9	201,41	76,29
Transmission 7	22	38,46	37,36	71,73	27,17
Transmission 8	22	38,46	83,69	160,68	60,86
Transmission 9	22	24,44	23,75	45,59	17,27
Transmission 10	22	24,44	53,19	102,13	38,68
Transmission 11	22	31,23	30,33	58,24	22,06
Transmission 12	22	31,23	67,95	130,46	49,42

III.5.2. Résistance de la dent à la flexion

L'effort « F » supposé à l'extrémité de la dent, Seule la composante tangentielle « Ft » produit une flexion sur les dents, qui est assimilée à une pièce encastree à une extrémité et libre à l'autre, et chargé par l'effort « Ft » a son extrémité libre.

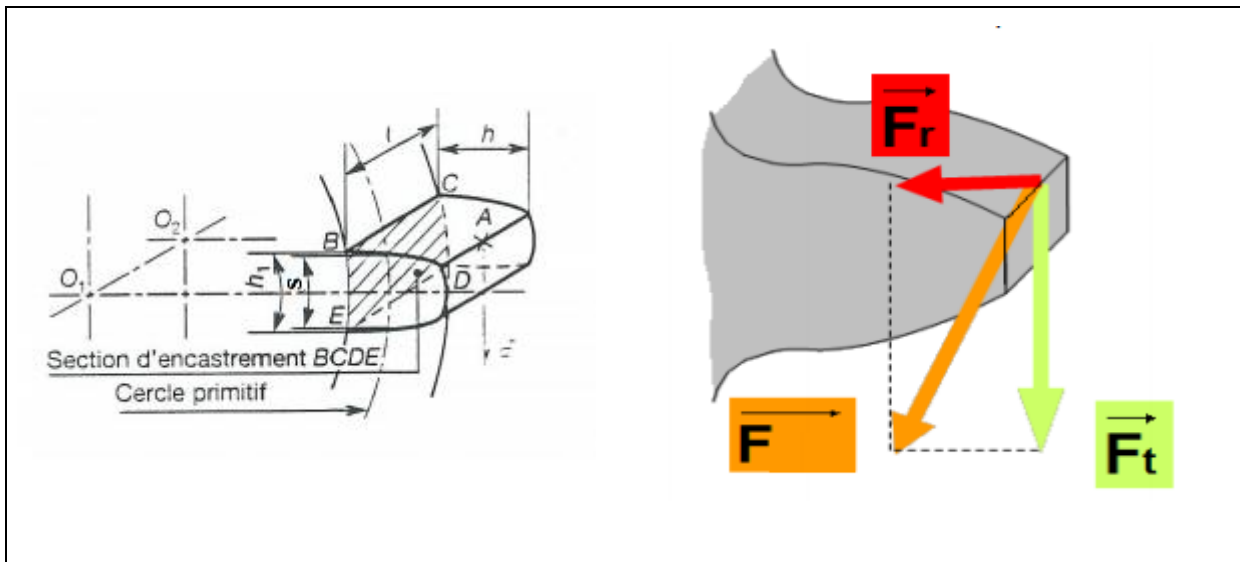


Figure III.31 Géométrie de la denture droite et la force de flexion

b :largeur de la dent, c'est une donnée dans le catalogue.

s :épaisseur de la dent $s=\pi m/2$.

h :hauteur de la dent.

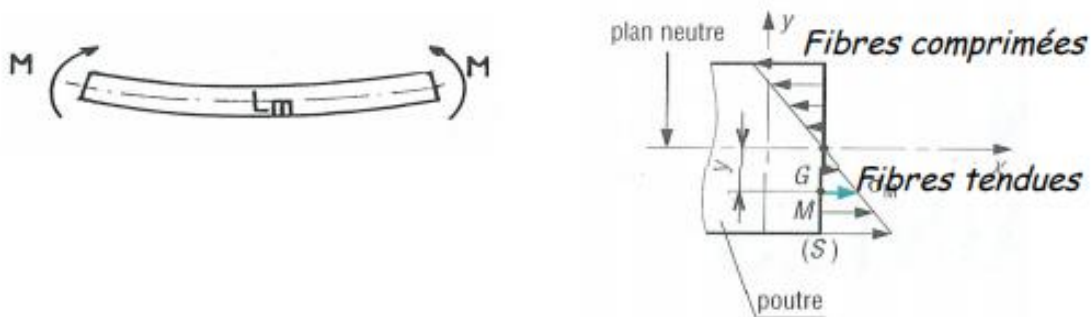


Figure III.32 Flexion d'une poutre.

Au moment du flexion il y a des fibres qui se comprime et des fibres qui se tend, et il reste le plan neutre qui contient des fibres non déformées.la fibre la plus sollicitée est également la plus éloignée du plan neutre.

La contrainte normale doit satisfaire à la condition de résistance :

$$\sigma_{maxi} \leq Rpe \quad \text{Ou la contrainte doit être} \quad \sigma = \frac{M_{fz}}{\frac{I_{gz}}{v}} \leq Rpe \quad (III.12)$$

v : distance entre le plan moyen et la fibre la plus éloignée.

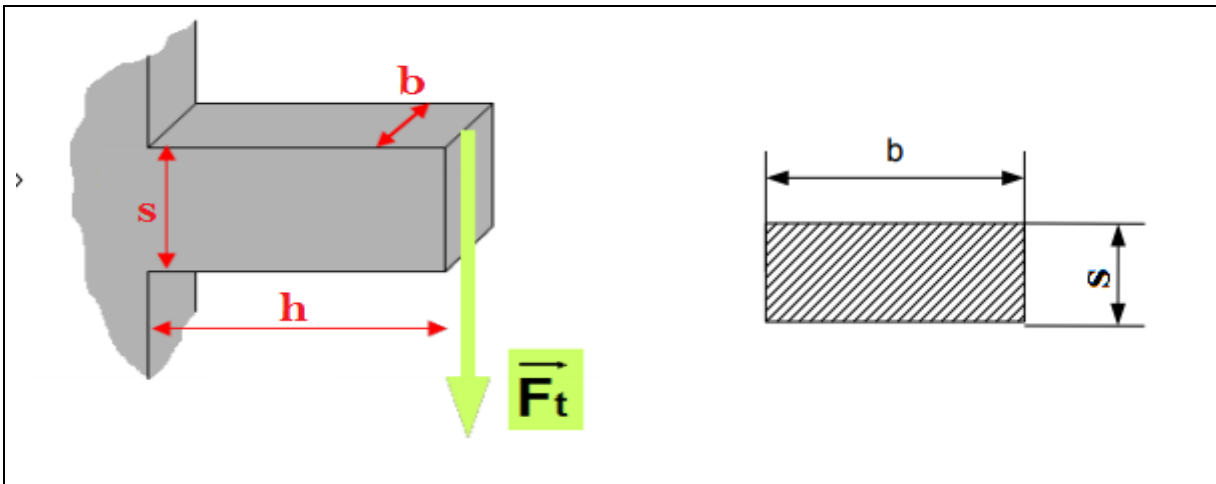


Figure III.33 Modélisation de la dent.

La dent est modélisée comme une poutre encastée dans le moyeu de la roue dentée.

$$M_{fmax} = F_t \cdot h \quad (\text{III.13})$$

$$I_{GZ} = \frac{(b \cdot s^3)}{12} \quad (\text{III.14})$$

$$v = \frac{s}{2} \quad (\text{III.15})$$

La matière utilisée dans la fabrication de ces pignons est « un acier 40X GOST 4543-71 » dont la résistance maximale à la traction est : $Re=980$ MPA.

Pour qu'une pièce résiste aux sollicitations, il faut être certain de rester dans la zone de déformation élastique. On fixe donc un seuil à ne pas dépasser, à l'aide d'un coefficient de sécurité « u ». Selon le type de contrainte, ce seuil est appelé « contrainte admissible », ou encore Résistance pratique à l'extension (Rpe).

$$Rpe = \frac{Re}{u} \quad (\text{III.16})$$

Tel que : $1 < u < 6$, et puisque les charges, les contraintes sont connues et selon la matière des pignons donc on prend le coefficient de sécurité $u=2$.

$$Rpe = \frac{Re}{u} = \frac{980}{2} = 490 \text{ MPA}$$

On remplace (III.13) et (III.14) dans (III.12) pour définir la condition de résistance de la structure étudié, on trouve :

$$\sigma = \frac{6 \cdot F_t \cdot h}{b \cdot s^2} \leq Rpe \quad (\text{III.17})$$

Maintenant on vérifie tous les contraintes maximales à lesquelles sont soumis les dentures des pignons de la boîte de vitesse « tour 1M61 », ces contraintes doit rester inférieur à la contrainte admissible « Rpe », pour assurer que la dent résiste aux efforts appliqués.

Le tableau III.8 contient la contrainte maximale de chaque pignon :

Tableau III.8 Les contraintes maximales.

	Numéro de l'arbre	Le couple maximale (N.m)	Diamètre(mm)	Ft maximale(N)	Contrainte" σ " (MPa)	h	b	s
Z1	I	22,00	46,00	956,52	201,49	4,5	13,00	3,14
Z2	I	22,00	54,00	814,81	171,64	4,5	13,00	3,14
Z3	I	22,00	72,00	611,11	128,73	4,5	13,00	3,14
Z4	I	22,00	62,00	709,68	149,49	4,5	13,00	3,14
Z5	II	59,06	126,00	937,46	197,48	4,5	13,00	3,14
Z6	II	59,06	118,00	1001,02	210,86	4,5	13,00	3,14
Z7	II	59,06	100,00	1181,20	248,82	4,5	13,00	3,14
Z8	II	59,06	110,00	1073,82	226,20	4,5	13,00	3,14
Z9	II	59,06	84,00	1406,19	256,72	4,5	15,00	3,14
Z10	II	59,06	120,00	984,33	149,75	4,5	18,00	3,14
Z11	II	59,06	50,00	2362,40	431,29	4,5	15,00	3,14
Z15	III	104,90	75,00	2797,33	182,39	6,75	28,00	4,71
Z16	III	104,90	132,00	1589,39	131,89	6,75	22,00	4,71
Z17	III	104,90	70,00	2997,14	455,97	4,5	18,00	3,14
Z18	III	104,90	70,00	2997,14	455,97	4,5	18,00	3,14
Z19	III	104,90	136,00	1542,65	281,63	4,5	15,00	3,14
Z20	III	104,90	66,00	3178,79	483,61	4,5	18,00	3,14
Z21	III	104,90	102,00	2056,86	375,51	4,5	15,00	3,14
Z23	IV	370,25	180,00	4113,89	250,35	6,75	30,00	4,71
Z24	IV	140,25	120,00	2337,50	193,97	6,75	22,00	4,71

Le tableau ci-dessus contient les contraintes les plus maxi durant toutes les transmissions, nous avons pris l'équation (III.10) :

$$F_{Tmax} = \frac{C_{max}}{r} \quad (III.18)$$

En remplace l'équation (III.18) dans (III.17) on trouve

$$\sigma_{max} = \frac{6.F_{Tmax}.h}{b.s^2} \quad (III.19)$$

Nous avons pris le couple max de chaque arbre pour trouver la force tangentielle maximale et donc la contrainte max appliqué sur le pignon durant toutes les transmissions effectuées.

Résultats : À partir les calculs effectués et les résultats obtenus sur le tableau III.8. Toutes les contraintes maximales sont inférieure à la contrainte admissible R_{pe} (la condition « 21 » est vérifié), donc tous les pignons sont résistants et ils ne sont pas sous le risque de déformation.

Chapitre IV

Maintenance et Entretien de la Machine-outil type 1M16

IV.1 Généralités Sur La Maintenance Industrielle [MI]

IV.1.1 Introduction [18]

- ✓ La maintenance industrielle (MI) est le maintien en état de fonctionnement l'outil de production et de fabrication.
- ✓ MI ou service entretien est placé le plus souvent sous la responsabilité des services de production et dont le principalement rôle est d'assurer le dépannage des machines.
- ✓ Avant de mettre en évidence la fonction de MI, on se dotait de service entretien où son rôle était d'intervenir dans une atmosphère de tension.
- ✓ Sous l'effet de la crise économique et du progrès technologique, les capacités des équipements de production sont maintenant calculer au plus juste.
- ✓ Le cout de possession des stocks est tellement élevé que la plupart des gestionnaires cherchent actuellement à les réduire au minimum pour alimenter l'entreprise
- ✓ Les méthodes utilisées et les taches couvertes par le service d'entretien ont subies de profondes modifications

IV.2. Consignes de sécurité [19]

- ✓ Assurez-vous que toutes les protections sont en place et fonctionnelles et que la machine est posée sur une surface plane, de manière stable.
- ✓ Avant chaque mise en route de la machine, vérifiez que la pièce et l'outil sont parfaitement serrés dans le mandrin ou contre-pointes et dans la tourelle pour le tour, ou dans l'étau ou par bridage et dans les pinces pour la fraiseuse. Vérifiez que la rotation complète de la pièce ou de l'outil n'est pas gênée.
- ✓ Pour le tournage, ajustez les outils dans la tourelle, chaque fois avant de les utiliser, pour les placer à la hauteur de pointes. Vérifiez, également avant la mise en route et en faisant tourner la pièce manuellement, que la tourelle dégage suffisamment.
- ✓ -Sélectionnez la vitesse de rotation qui est appropriée à l'usinage que vous allez réaliser, en fonction notamment de la matière et du diamètre de la pièce ou de l'outil et de la matière de l'outil. Attendez que la machine atteigne complètement cette vitesse avant de commencer l'usinage.
- ✓ -Ne changez jamais le sens de rotation de la broche quand le moteur tourne.
- ✓ -Ne tentez pas d'arrêter la machine avec vos mains, sur la pièce ou l'outil par exemple.
- ✓ Ne laissez jamais la machine fonctionner sans surveillance quelle qu'en soit la raison.

- ✓ -Ne laissez pas la clé du mandrin sur le mandrin du tour ou sur le mandrin de perçage dans la broche de la fraiseuse.
- ✓ -N'usinez pas avec une machine endommagée ou dont certaines pièces sont usées. Conservez votre machine en parfaites conditions de travail. Inspectez fréquemment et faites les petites réparations quand c'est nécessaire. Retirez les outils (clés, tournevis) après utilisation.

IV.2.1. Lubrification –Graissage [20]

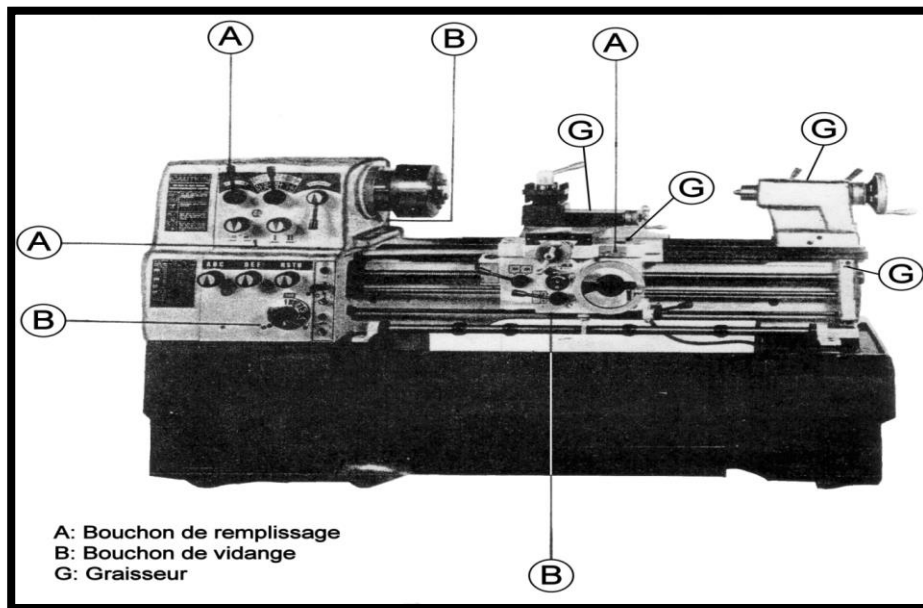


Figure IV.1 Les bouchons de Lubrification et graissage.

IV.2.1.1. Boîte de la broche

La boîte de vitesse de la broche est lubrifiée par barbotage. Un circuit d'huile par gravité à l'intérieur de la boîte permet d'alimenter les roulements de la broche et finalement l'huile coule au fond de la boîte. Pour ajouter de l'huile, retirez le bouchon de remplissage en façade puis versez à travers le trou en vérifiant le niveau grâce au voyant. Pour vidanger la boîte, retirez le bouchon situé sur le côté droit de la poupée, vers le mandrin. Prenez l'habitude de vérifier le niveau d'huile de la boîte grâce au voyant, avant toute mise en route. Si le niveau n'est pas atteint, complétez-le. Faire une première vidange après 10 à 15 heures d'utilisation puis deux fois par an.

IV.2.1.2. Boîte des avances et du tablier

Ces deux boîtes sont en bain d'huile et assurent la lubrification des pignons et des roulements. Il est recommandé de faire une première vidange après 10 à 15 heures d'utilisation puis une fois par an. Si le niveau d'huile est insuffisant, complétez-le.

IV.2.1.3. Graisseurs

A l'aide de la burette ou d'une pompe à graisse, lubrifiez tous les points (G) indiqués ci-dessus avant chaque première mise en route quotidienne. Vous pouvez utiliser de l'huile ou de la graisse.

IV.2.2. Entretien – Réglage [20]

IV.2.2.1. Poupée

- ✓ Avant de refermer le couvercle de la poupée, dans le cas où vous avez du le retirer, nettoyez les plans de joint et appliquez de la graisse sur tout le périmètre. Posez le couvercle et serrez les vis.
- ✓ Les fuites d'huile par le couvercle de la poupée sont très souvent dues à un excès d'huile dans la boîte ou un bouchon dans le circuit de lubrification des roulements. Dans le premier cas, vidangez l'excédent d'huile. Dans le deuxième cas, après avoir ouvert le couvercle de la poupée, soufflez de l'air au travers des tuyaux par les deux trous qui sont en haut et en bas des roulements. Dans le même temps, tournez la broche manuellement.
- ✓ Les roulements coniques à galets sont placés sur la paroi de la poupée, côté mandrin, et sur une section intermédiaire, à l'intérieur de la poupée. La précontrainte de ces roulements a été réglée d'usine donc il n'est pas nécessaire de le toucher. Par la suite, vous pouvez être amené à régler à nouveau cette précontrainte si par exemple des facettes apparaissent sur la pièce après une passe de finition.

IV.2.2.2. Traînard et tablier

- ✓ A droite du chariot transversal, sur le plat du traînard, se trouve le bouchon de remplissage marqué 'OIL'.
- ✓ Le bouchon de vidange (B) est situé en façade du tablier.
- ✓ Après une longue période d'utilisation, la manette d'embrayage des demi-noix peut avoir du jeu ; Retirez l'appareil à retomber dans le pas pour découvrir quatre vis de

réglage. Ajustez ces quatre vis en manipulant la manette d'embrayage. Remettez en place l'appareil à retomber dans le pas une fois le réglage terminé.

- ✓ Une sécurité est prévue, au niveau du traînard, pour débrayer l'avance en cas de surcharge. Le système est conçu sur la base d'une cloche conique à embrayage par friction. Le réglage d'usine de la sécurité est prévu pour une charge d'environ 12 kg.

IV.2.2.3. Boîte d'avances

Le bouchon de remplissage (A) est situé sur la face supérieure de la boîte des avances et marqué 'OIL'. Le bouchon de vidange 'B' est placé en façade de la boîte.

IV.2.2.4. Contre-pointe

La contre-pointe peut être désaxée latéralement pour permettre l'usinage de cônes longs en automatique. Sur ce modèle de contre-pointe, vous pouvez également régler le centrage vertical de la pointe. En effet, deux vis à tête 6 pans situées en dessous de la contre-pointe permettent de régler l'inclinaison arrière ou avant. Avant de les visser ou de les dévisser, prenez soin de desserrer les deux vis de réglage latéral ainsi que les différents systèmes de blocage.

IV.2.2.5. Pompe d'arrosage

Si rien ne coule du flexible d'arrosage quand vous mettez en marche la pompe, vérifiez d'abord que le moteur fonctionne correctement et ensuite que le niveau du liquide est suffisant. Si ces deux conditions sont remplies et que rien ne coule après un deuxième essai, un bouchon ou une fuite s'est créé dans le tuyau. Contrôlez le circuit complet d'arrosage et si nécessaire, remplacez-le.

IV.2.2.6. Pédale de frein (blocage)

Quand vous appuyez sur la pédale de frein, vous coupez le circuit électrique et freinez la rotation de la broche. C'est une lanière qui agit directement sur une poulie du moteur. L'usure de cette lanière peut provoquer un mauvais blocage de la broche. Ouvrez le capot sur le côté gauche du pied sous la poupée. Agissez sur l'écrou (H) et son vis-à-vis pour ajuster la tension de la lanière.

IV.2.2.7. Vis-mère

Si un empilage de filets apparaît quand vous usinez et que ceci n'est pas du à une erreur de manipulation, il est nécessaire de régler le jeu de la vis-mère. Au niveau du palier à l'extrémité droite de la vis-mère, retirez le capuchon pour découvrir l'écrou (C). Resserrez fermement

celui-ci sans jeu vers la gauche. Pour tester le résultat, abaissez la manette d'embrayage des demi-noix puis tournez le volant du longitudinal. Vérifiez que la vis-mère ne bouge pas.

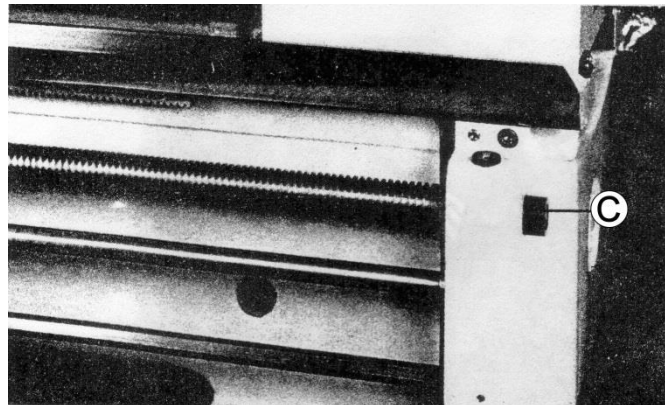


Figure IV.2 La vis-mère

IV.2.3. Maintenance [19-20]

IV.2.3.1. Quotidienne

Avant de démarrer :

- ✓ Nettoyez la machine de la poussière, des copeaux ou autres objets pouvant encombrer le déplacement des glissières ou la rotation de la pièce.
- ✓ Graissez et lubrifiez. Ceci doit être fait pour garder la machine en bonnes conditions.
- ✓ Pour lubrifier les glissières du banc, tirez sur le bouton de la pompe, en façade du tablier. Ce système pompe l'huile dans le carter du tablier pour la diriger vers les glissières du banc.
- ✓ Vérifiez que le mandrin est bien serré, ainsi que la pièce.
- ✓ Vérifiez que la tourelle est également bien serrée, ainsi que l'outil.
- ✓ Débrayez les manettes d'avance et de filetage.

Pendant l'usinage :

- ✓ Vérifiez de temps en temps la température de la poupée en posant la main dessus. Faites de même avec le moteur afin de d'éviter d'endommager certaines parties de la machine. Si la température est élevée, la charge de travail est trop importante ou la pièce trop lourde. Dans le premier cas, diminuez la passe prise dans la matière. Dans le second cas, il est nécessaire d'utiliser une machine plus grosse.

- ✓ Si le bruit ou les vibrations de la machine vous semblent anormaux, arrêtez la machine et procédez aux vérifications (fixation au sol, fixation de la pièce, tension des courroies, précontrainte des roulements de broche...).
- ✓ Pour votre sécurité et celle des autres, pensez à arrêter le tour quand vous quittez votre poste. Arrêtez la machine et attendez que le moteur soit complètement arrêté avant de changer de vitesse. Ne laissez pas d'outils ou d'objets sur les glissières du banc.

Après l'usinage :

- ✓ Retirez, nettoyez et rangez tous les outils.
- ✓ Nettoyez la machine ; d'abord les copeaux, ensuite le liquide d'arrosage.
- ✓ Appliquez un film d'huile sur les parties métalliques non peintes pour les empêcher de rouiller.

IV.2.3.2. Hebdomadaire

Nettoyez le circuit complet du liquide d'arrosage. Vidangez le bac et remplissez-le avec de l'huile neuve. Vérifiez la tension de la courroie de transmission et si nécessaire, tendez-la à nouveau.

IV.2.3.3. Mensuelle

Démontez certaines parties du tour (mandrin, tourelle, chariots orientable et vertical...) pour nettoyer soigneusement le tour. Inspectez le faisceau électrique complet, de l'armoire aux boutons pour vous assurer qu'ils ne sont pas endommagés par les copeaux par exemple.

IV.2.3.4. Annuelle [20]

Vérifiez l'état des pignons dans les boîtes de vitesse. Vérifiez également l'état des différents roulements et au besoin, n'hésitez pas à les remplacer. Contrôlez et ajustez le jeu dans les parties mécaniques en mouvement (liaison vis-écrou des chariots, glissières des chariots, positionnement de la vis-mère...). Contrôlez le niveau de la machine et ajustez sa position si nécessaire. Vérifiez dans le même temps le serrage des écrous à chaque pied.



Figure IV.3 Pictogrammes de danger.

	<p>Des blessures graves peuvent se produire. Les pièces en mouvement peuvent attraper et forcer, pensez à toujours éviter les vêtements lâches et à contenir les cheveux longs, à l'aide d'une charlotte par exemple.</p>	
	<p>Le risque de blessures corporelles mortelles. Suivez attentivement les recommandations pour le serrage des pièces. Un mauvais bridage ou blocage peut provoquer le jet de la pièce avec l'inertie de l'outil. Veillez donc à maintenir fermement la pièce en position.</p>	
	<p>Le risque d'impact. Toutes les pièces ou parties d'une machine peuvent écraser ou couper. Ne manipulez ou maintenez aucune pièce ou partie de la machine pendant l'usinage automatique. Restez toujours à bonne distance de la zone de travail.</p>	
		

Figure IV.4 Pictogrammes de mise en garde.

Conclusion

Conclusion Générale

Au terme de cette étude nous avons structuré les principaux avantages obtenus :

- ✓ Un choix judicieux de type de denture (droites) qui permettent de transmettre le mouvement de rotation entre les arbres parallèles, un couple important, et un sélecteur (Baladeur) des vitesses
- ✓ Résistance des dentures. Et une étude totale de la chaîne cinématique de la boîte de vitesse.
- ✓ Ce travail nous a permis de mieux nous familiariser avec les engrenages, les baladeurs, et les différentes méthodes de calcul des organes de la boîte.
- ✓ Ce type de machines est utilisé en particulier en usinage à grande vitesse de formes

simples et complexes. Pour atteindre cet objectif nous avons proposé une approche de modélisation des différentes vitesses de la broche de notre machine.

- ✓ Cette étude est consolidée par une partie pratique concernant les schémas cinématiques en utilisant le logiciel SolidWorks
- ✓ Par la suite l'accent a été mis sur l'importance d'instaurer une politique de maintenance appropriée, on se basant sur le préventif et non pas seulement sur le correctif, cela permettrait d'évaluer et de prolonger la durée de vie de notre machine outil.

Malgré les différentes contraintes rencontrées durant la réalisation de ce travail, les résultats obtenus nous ont permis de nous familiariser avec les modules enseignés durant notre cursus universitaire.

Références bibliographiques

- [1] : HEINRICH Gerling, les machines-outils, 1968.
- [2] :Université Aboubekr BELKAID Tlemcen, Automatisation du calcul des dimensions géométriques d'un engrenage,2018.
- [3] :GEORGES Franche, Engrenages et transmissions, Decoopman, 2012.
- [4] :ANGLADE Bruce, Taillage des engrenages par génération, outil crémaillère et outil pignon, école normale supérieur paris,2017.
- [5] :MELIH Miloud, Automatisation du calcul des dimensions géométriques d'un engrenage, université aboubekr belkaid tlemcen,2018.
- [6] :JACQUES dufailly ,Étude géométrique des engrenages cylindriques de transmission de puissance,1997.
- [7] :Logiciel solidworks. www.wiki.org.
- [8] :Profils conjugués. www.wiki.org .
- [9] :URSS Stankoimport, Tour à charioter et à fileter 1M61, Moscou.
- [10] : Schéma cinématique ww.wiki.org.
- [11] :Mr. benkabouche, cours et TD dans le module « conception des système mécanique », M1 construction, 2018.
- [12] :Dimensions des engrenages standards, F 93203 Saint-Denis cedex,2011.
- [13] : A. DEBBACHE, M. BENGLIA, « Optimisation Multi-Passe des Régimes de Coupe En Chariotage », Mémoire Fin d'Etude, Université d'Ouargla, 2011.
- [14] Analyse de fabrication , site de uiversité de Lille1, « Analyse-fabrication.univ-lille1.fr/co/chapitre_2_4_1_1.html », consulté le 8/03/2019 à 15h00.
- [15] : F.REMLI , « L'effet d'usinage par tournage sur un acier XC18 » ,Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider – Biskra , 2016.
- [16] : M.E.BENNEGADI, «Coupe des Métaux en Fabrication Mécanique et Productique», Polycopié, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF,2018.
- [17] : Sidermeca,site de Otelo , « <http://www.sidermeca.com/> » consulté le 21/04/2019.
- [18] : *Maintenance basée sur la fiabilité ; Guide pratique d'application ; Hubert M.B, édition 1995.*
- [19] : Rapport de stage sur la « Sécurité et Maintenance de La Carrousel d'ensachage BUHLER MWPL. Licence professionnelle AU 2014/2015, Département Génie Mécanique. FST Mostaganem
- [20] : Manuel d'entretien et sécurité de la Machine-outil type 1M16

Résume :

Actuellement on assiste à une utilisation de plus en plus large des machines-outils à structure parallèle surtout dans l'usinage par enlèvement de copeaux à grande vitesse. Ces machines outils sont conçues pour atteindre des performances cinématiques et dynamiques plus élevées, l'amélioration de performance de ces machines outils demande une bonne maîtrise et un bon fonctionnement de la machine.

Dans ce mémoire nous avons propose une approche de modélisation cinématique sur les changements de vitesses et les combinaisons des baladeurs adopté sur notre machine-outil classique. Puis une gamme variée sur les différentes vitesses utilisées, ainsi que d'autres calculs sur les caractéristiques de la boite à vitesse. Et nous avons conclu notre travail par une approche sur la maintenance industrielle adopté sur notre machine outil.

Mots clés : Machines outils à structure parallèle, Usinage a grande vitesse, chaine cinématique, boite à vitesse et maintenance industrielle.

Abstract :

Today, there is an increasing use of parallel structure machine-tools, especially in high-speed chip cutting machining. These machine-tools are designed to achieve higher kinematic and dynamic performance, improving the performance of these machine tools requires good control and proper operation of the machine.

In this thesis we have proposed a kinematic modeling approach on speed changes and sliding gear combinations adopted on our classic machine tool. Then a varied range on the different speed used, as well as other calculations on the characteristics of the gearbox. And we concluded our work with an approach on industrial maintenance adopted on our machine tool.

Keywords: *Parallel structure machine tools, High speed machining, kinematic chain, gearbox and industrial maintenance*

الملخص:

يوجد حالياً استخدام متزايد للآلات الهيكل المتوازي خاصة في التصنيع عن طريق ازالة المادة بسرعة عالية. تم تصميمها لتحقيق أداء حركي أعلى وديناميكي، يتطلب تحسين أداء الآلات هذه ، التحكم الجيد والتشغيل السليم .

في هذه الأطروحة اقترحنا نهج النمذجة الحركية على التحولات ومجموعات من التروس المنزقة تم اعتمادها على الالة الخراطة الكلاسيكية الخاصة بنا. ثم مجموعة متنوعة على مختلف السرعات المستخدمة، وكذلك الحسابات الأخرى على خصائص علبة التروس. وقد انتهينا من عملنا مع اتباع نهج الصيانة الصناعية المعتمد على أداة الماكينة الخاصة بنا
الكلمات المفتاحية: أدوات الآلات ذات هيكل متوازي، تصنيع الآلات عالية السرعة، مجموعة نقل الحركة، وعلبة التروس والصيانة الصناعية.