

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de l'ingénierat
Département : Génie mécanique
Domaine : Sciences et techniques
Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Fabrication mécanique et productique

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**ETUDE DE FABRICATION D'UN ARBRE DE TRANSMISSION
SUR LE TOUR A CN "EMCO TURN E25"**

Présenté par : *DJAFRI CHAIMA*

Encadrant : *BENGHERSALLAH MOHIEDDINE.* Grade: *Professeur*

Université Badji Mokhtar-Annaba

Jury de Soutenance :

AMIRAT ABDELAZIZ	Pr.	Université Badji Mokhtar Annaba	Président
BENGHERSALLAH M.	Pr.	Université Badji Mokhtar Annaba	Encadrant
LAOUAR LAKHDAR	Pr.	Université Badji Mokhtar Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier dieu tout-puissant, qui ma donne force et détermination

Pour atteindre ce stade de mes études universitaire,

Et le grand remerciement A ma chère famille et leur cher soutien moral

Je remercie mon professeur Pr : BENGHERSALLAH MOHIEDDINE qui a bien voulu accepter de suivre mon travail, me diriger et qui n'a pas hésité à me donner des précieux conseils, me consacrer du temps et de m'écouter afin de mener à bien ce travail.

Je remercie également tous mes professeurs du département de génie mécanique pour tous les efforts qu'ils ont déployés pour nous et tous les responsables de l'administration, du département.

Mes remerciements les plus sincères au personnel de l'entreprise SIDER EL HADJAR unité – AMM- qui à bien voulu m'accorder du temps afin d'apporter des réponses à toutes mes questions tant opérationnelles, que d'ordre plus général et qui m'ont apporté des éclaircissements dont j'en avais besoin tout le long de mon stage.

Enfin, je remercie tous ceux et celles qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Je tiens à dédier ce modeste travail à mes chers parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils m'ont donné, à

Mon chère frère SEDDIK ; à Mes chères sœurs IMENE & SONDOUS & ISRA ;
à mon cher neveu MOHAMMED RASSIME ; ma chère nièce TALINE ; à ma
chère amie HELLAL SOUAD et à toute mes amies qui je souhaite toute le
bonheur du monde.

Tous mes camarades de promotion, à tous ceux qui m'ont donné de la
force de continuer et encourager de près ou de loin.

Résumé

Résumé:

Le sujet de notre mémoire de master porte sur une étude de fabrication d'un arbre de transmission d'une tête de transfert. Le sujet est composé de deux études, la première concerne l'étude de la gamme d'usinage sur les machines conventionnelles. La deuxième partie concerne l'étude de fabrication de l'arbre sur un tour à commande numérique EMCO TURN E25.

Le 1^{er} chapitre porte sur une étude bibliographique sur les mécanismes de transmissions ; l'étude des arbres de transmission et leur technique de fabrication par association de la méthode de gamme d'usinage types.

Le 2^{ème} chapitre est dédié à la modélisation de tout les composants de la tête de transfère sous le logiciel SOLIDWORKS.

Le 3^{ème} chapitre concerne l'étude de la gamme d'usinage type sur machine outil conventionnelle et la gamme d'usinage sur le tour à CN « EMCO TURN E25»

Le 4^{ème} chapitre porte sur une partie pratique qui est la fabrication de la pièce sur le tour «EMCO TURN E25» on appliquant la méthode de programmation étudiée au chapitre 3.

Le sujet est ainsi clôturé par une conclusion et des recommandations.

Summary:

The subject of our master's thesis is a study of the manufacture of a transmission shaft of a transfer head. The subject is composed of two studies, the first concerns the study of the machining range on conventional machines. The second part concerns the study of manufacturing the shaft on a numerically controlled lathe EMCO TURN E25.

The 1st chapter deals with a bibliographical study on the mechanisms of transmissions; the study of the shafts of transmission and their technique of manufacture by association of the method of range of standard machining.

The 2nd chapter is dedicated to the modeling of all components of the transfer head under the software SOLIDWORKS.

The 3rd chapter concerns the study of the typical machining range on conventional machine tools and the machining range on the NC lathe "EMCO TURN E25".

The 4th chapter deals with a practical part which is the manufacture of the part on the lathe "EMCO TURN E25" by applying the programming method studied in Chapter 3.

The subject is thus closed by a conclusion and recommendations.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Sommaire

Liste des figures

Introduction générale

CHAPITRE I : Etude bibliographique

I.1. Etudes des mécanismes de transmission	1
I.1.1. Définition	1
I.1.1.1. Les roue de friction	1
I.1.1.2. Les poulies et courroies.....	2
I.1.1.3. Les engrenages (roues dentées)	4
I.1.1.4. Les roues dentées et chaînes.....	5
I.1.1.5. Les roues et vis sans fin	7
I.2. Etude des arbres de transmission.....	8
I.2.1. Généralité	8
I.2.2. Formes et matériaux employés pour la fabrication des arbres de transmission	9
I.2.3. Les traitements thermiques.....	10
I.2.3.1. La trempe	10
I.2.3.2. Le revenu	11
I.2.3.3. Le recuit complet	11
I.2.3.4. La cémentation.....	12
Données de départ.....	12A

CHAPITRE II : DAO des pièces d'assemblage.....13 à 19

CHAPITRE III : Etude de la gamme

III.1. Etude de la gamme d'usinage sur machines conventionnelle	20
III.1.1. Gamme d'usinage type des arbres de transmission	20
III.1.2. Contrat de phase conventionnelle	21
III.1.3. Détermination des conditions de coupe	31
III.1.3.1. La fréquence de rotation	31
III.1.3.2. Le temps machine.....	33
III.2. Etude de la gamme d'usinage sur tour a CN.....	36
III.2.1. captures document SINUMERIK	36
III.2.2. Programmation sur SINUMERIK 840D	40
III.2.2.1. Capture programme principale « MPF »	40
III.2.2.2. Capture sous programme « SPF »	40
III.2.2.3. Capture simulation du sous programme.....	41
III.2.2.4. Capture simulation finale du programme	41
III.2.3. Programmation sur site avec SHOP TURN	42
III.2.3.1. Définition de la forme de brut	42
III.2.3.2. Dressage de face.....	42
III.2.3.3. Définition du contour de l'arbre	43
III.2.3.4. Réalisation de la gorge	49
III.2.3.5. Simulation d'usinage	49
Conclusion de l'étude.....	50

CHAPITRE IV : Partie réalisation

IV.1. Partie réalisation :.....	51
---------------------------------	----

Conclusion générale

Liste des figures

Chapitre I

Figure. I.1. Roues de friction.....	2
Figure .I.2. Système de poulies et courroie crantée	3
Figure .1.3. Roues dentées.....	4
Figure .1.4. Système de chaîne et roues dentées	6
Figure .I.5. Roue et vis sans fin	7
Figure .I.6. Arbre de transmission	9

Chapitre III

Figure.III.1. Fenêtre shop turne définition de brut	42
Figure.III.2. Les paramètre de dressage	42
Figure.III.3. Définition du chanfrein.....	43
Figure.III.4. Chariotage Ø25	43
Figure.III.5. Engagement chanfrein $1 \times 45^\circ$	44
Figure.III.6. Chariotage Ø23	44
Figure.III.7. Dégagement chanfrein $1 \times 45^\circ$	45
Figure.III.8. Chariotage Ø25	45
Figure.III.9. Epaulement Ø28.....	46
Figure.III.10. Chariotage Ø28	46
Figure.III.11. Epaulement Ø45.....	47
Figure.III.12. Fin de contour	47
Figure.III.13. Détermination des paramètres ébauche	48
Figure.III.14. Détermination des paramètres finition	48

Figure.III.15. Réalisation d'une gorge	49
Figure.III.16. Simulation d'usinage	49

Chapitre IV

Figure IV.1 Photo de la pièce brute	51
Figure IV.2 Tour à CN « EMCO TURN E25 »	51
Figure IV.3 Partie opérative	52
Figure IV.4 Photo de la tourelle porte outil	52
Figure IV.5 Photo du montage de la pièce sur le tour	53
Figure IV.6.a. Outil de contournage.....	53
Figure IV.6 b. Outil à gorge.....	53

Introduction

Introduction :

La fabrication mécanique est l'un des secteurs les plus importants dans l'économie du pays. Les nouvelles procédures de fabrication participent au développement technique des entreprises d'où le développement économique d'un pays. Ce développement est basé sur l'augmentation de la productivité, la qualité des pièces finies ainsi que l'optimisation du temps d'usinage et du coût de production.

Dans ce mémoire de fin d'étude nous avons contribué par la proposition de la gamme d'usinage et la technique de fabrication d'un arbre de transmission d'une tête de transfert à transmission par engrenages. Ce travail contient quatre chapitres :

L'étude est menée tout d'abord par une analyse bibliographique dans le 1^{er} chapitre dans lequel nous présentons des généralités sur les mécanismes de transmissions ainsi que les arbres de transmissions et leurs particularités.

Dans le 2^{ème} chapitre nous avons présenté la modélisation de tous les composants de la tête de transfert à l'aide de logiciel de DAO.

Le 3^{ème} chapitre concerne l'étude de la gamme d'usinage type sur machine outil conventionnelle et la gamme d'usinage sur le tour à CN «EMCO TURNE E25».

Enfin le 4^{ème} chapitre porte sur une partie pratique qui concerne la fabrication de la pièce sur le tour «EMCO TURN E25» en appliquant la méthode de programmation sur Sinumerik 840D et programmation sur site avec Shop turne.

Le mémoire est clôturé par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Etude

Bibliographique

I.1. Etudes des mécanismes de transmission :

I.1.1. Définition :

La transmission du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à l'autre.

Dans certains objets techniques, il est parfois utile de transmettre un mouvement d'une pièce vers une ou plusieurs autres pièces. Lorsque le mouvement issu d'une force d'une pièce mécanique est communiqué à une autre sans qu'il soit transformé, on dit qu'il y a transmission du mouvement. Ainsi, un organe moteur en mouvement transmet l'action à un organe récepteur (ou mené). Les deux organes peuvent être directement en contact ou la transmission peut se faire à l'aide d'un organe intermédiaire.

La plupart des systèmes de transmission du mouvement communique un mouvement de rotation d'une pièce à l'autre. Les mécanismes peuvent être réversibles ou non (changer de direction) et ils peuvent modifier le sens de la rotation ou non. Parmi les systèmes de transmission du mouvement, les plus répandus sont les suivants:

- Les roues de friction
- Les poulies et courroies
- Les engrenages (roues dentées)
- Les roues dentées et chaînes
- Les roues et vis sans fin

I.1.1.1. Les roue de friction

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues en contact dont le mouvement de rotation sont transmises par frottement.

Le système de roues de friction est similaire au système d'engrenage à la différence que les roues n'ont pas de dents. La surface des roues est plutôt rugueuse et le frottement entre les pièces doit être suffisamment important pour limiter le glissement et ainsi assurer une transmission efficace du mouvement.



Figure. I.1. Roues de friction [1]

Les caractéristiques :

- Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre.
- Le mouvement du système de roues de friction est réversible.
- L'axe de rotation des roues peut changer; on peut donc passer d'une rotation verticale à une rotation horizontale par exemple.
- Il permet de modifier la vitesse de rotation.

Les avantages :

- Ce système est relativement silencieux.
- Les roues de friction sont économiques, car l'absence de dents rend les roues faciles à construire.

Les inconvénients :

- Les roues ont tendance à glisser les unes sur les autres ce qui ne permet pas toujours une transmission constante du mouvement.
- La présence de saleté ou d'usure dégrade le frottement entre les roues et perturbe le système.
- Le montage des roues de friction nécessite une grande précision afin de garantir le roulement efficace des roues.

I.1.1.2. Les poulies et courroies

Un système de poulies et courroie comporte une poulie qui, en rotation, entraîne la courroie qui transmet ce mouvement à une seconde poulie.

Le système de poulies et courroie, tout comme le système de roues de friction, repose sur le principe d'adhérence et de frottement entre les éléments pour transmettre le mouvement. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système chaîne et roues dentées.

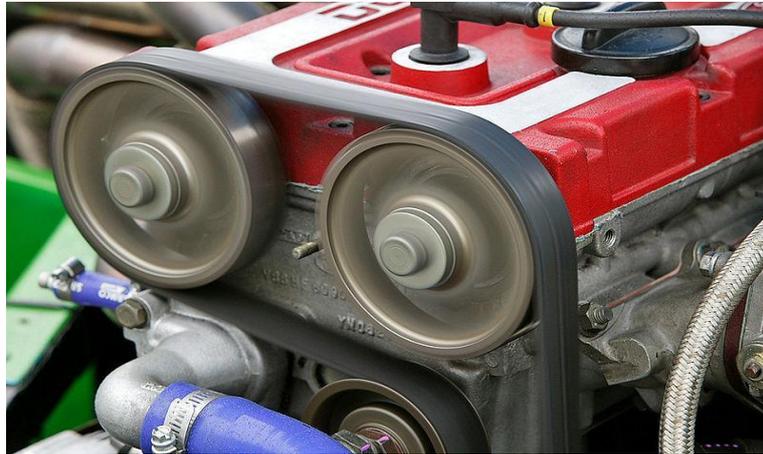


Figure .I.2. Système de poulies et courroie crantée [1]

Les caractéristiques :

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

Les avantages :

- Ce système est relativement silencieux.
- Les poulies et courroie ne requièrent pas de lubrification.
- Ce système permet de transmettre des mouvements très rapides.
- Une courroie peu rigide, utilisée en torsion, permet de relier des poulies qui n'ont pas des axes de rotation parallèles.
- Contrairement au système de chaîne et roues dentées, l'élasticité de la courroie permet d'éviter des à-coups (saccades, soubresauts) et de rendre fluide le mouvement de rotation.

Les inconvénients :

- La courroie peut glisser des poulies ce qui diminue l'efficacité de la transmission du mouvement.
- Le contact entre les poulies et la courroie doit être exempt de corps gras et d'impuretés.
- La résistance de la courroie est limitée; elle subit une usure normale (la courroie peut se rompre) ou encore peut être non adaptée aux conditions difficiles (par exemple des températures élevées).
- Ce système nécessite une surveillance périodique afin d'éviter un bris éventuel de la courroie.

I.1.1.3. Les engrenages (roues dentées)

Un système d'engrenage est composé de deux ou plusieurs roues dentées qui permettent la transmission d'un mouvement de rotation en s'appuyant l'une sur l'autre.



Figure .1.3. Roues dentées [1]

Un système d'engrenage est généralement utilisé lorsqu'on désire transmettre un mouvement de rotation entre des pièces rapprochées. Les dents des roues dentées impliquées viennent successivement en contact les unes avec les autres; on dit alors qu'elles s'engrènent. L'utilisation de roues dentées résout le problème que pose le système de roues de friction puisqu'il empêche tout glissement.

Les caractéristiques :

- Il existe plusieurs types d'engrenage: la position des roues et leurs dentures permettent de faire varier l'orientation et la précision de la transmission du mouvement.
- Le système peut être amorcé par n'importe quelle roue et il est réversible.
- Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre.
- Il permet de modifier la vitesse de rotation.

Les avantages:

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

Les inconvénients :

- Ce système génère beaucoup de bruit et de vibration.
- Son utilisation implique un besoin de lubrification constant.
- Les coûts de fabrication sont élevés, car il faut être précis dans la confection des dents.
- Sa fabrication nécessite un ajustement très précis entre les axes à cause des dents.
- Ce mécanisme ne supporte aucune impureté.

I.1.1.4. Les roues dentées et chaînes

Le système de chaîne et roues dentées permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées ou plus par l'intermédiaire d'une chaîne.

L'entraînement d'un système de chaîne et roues dentées se fait grâce aux maillons de la chaîne qui s'emboîtent dans les dents de la roue. Les roues dentées du système sont les organes moteur et récepteur alors que la chaîne est l'organe intermédiaire. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système de poulies et courroie.



Figure .1.4. Système de chaîne et roues dentées [1]

Les caractéristiques :

- Les sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie sont identiques.
- Les mouvements des roues dentées et de la chaîne sont réversibles.
- La vitesse de rotation du système peut être modifiée en changeant soit le nombre de dents des deux roues, soit leurs diamètres.

Les avantages :

- L'utilisation d'une chaîne qui s'emboîte sur les dents des roues empêche tout glissement.
- Ce type de système permet d'appliquer de grandes forces sur la roue motrice pour entraîner le mouvement.

Les inconvénients :

- Le système de chaîne et roues dentées est source de bruit et de vibration.
- Ce système exige une lubrification constante afin d'éviter l'usure prématurée de la chaîne.
- La tension de la chaîne doit être périodiquement ajustée.
- La vitesse de rotation des roues dentées a une certaine limite, car la chaîne a tendance à dérailler lorsqu'elle n'est pas assez tendue ou lorsque le mécanisme tourne trop vite.
- Les axes des roues doivent être rigoureusement parallèles.
- Les coûts d'installation sont généralement élevés.

I.1.1.5. Les roues et vis sans fin

Le système de roue et de vis sans fin est composé d'une roue dentée et d'une vis comportant un filetage hélicoïdal.

Dans ce système, le filet de la vis sans fin s'emboîte dans les dents d'une roue dentée. On dit que la vis est sans fin puisqu'elle peut entraîner indéfiniment la roue dentée.

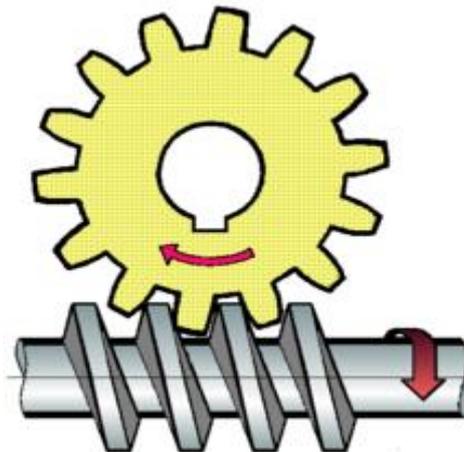


Figure .I.5. Roue et vis sans fin [1]

Les caractéristiques :

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

Les avantages :

- Aucun glissement n'est possible dans ce système.
- On peut considérablement réduire la vitesse à l'aide de ce système.
- Ce système ne se desserre pas lorsqu'on relâche la vis sans fin; il permet de bloquer un serrage.
- Ce système offre un ajustement très précis.

Les inconvénients :

- Pour fonctionner, il doit y avoir un ajustement précis des dents de la roue avec le pas de vis.
- Le système de roue et de vis sans fin est difficile à construire.
- Il a tendance à s'user rapidement. [1]

I.2. Etude des arbres de transmission**I.2.1. Généralité :**

L'arbre de transmission est un organe mécanique transmettant une puissance sous forme d'un couple et d'un mouvement de rotation. La forme cylindrique de cet organe est à l'origine de son nom.

Les arbres de machines sont généralement issus de bruts forgés puis usinés par tournage. L'extrusion est également un mode d'obtention courant pour ce type de pièce. Ils sont très rarement issus de bruts moulés, pour des raisons de résistance mécanique insuffisante.

L'arbre supporte généralement des engrenages, poulies, volants, manivelles, pignons de chaînes ou autres éléments qui transmettent une position angulaire ou une puissance. Il est un des éléments mécaniques les plus fréquemment utilisés.

Selon sa géométrie et ses fonctions, un arbre peut porter différentes qualifications telles que :

- **arbre de transmission** : s'il transmet une puissance d'un moteur à une machine ou à un élément de machine.
- **arbre de renvoi** : s'il distribue un mouvement de rotation entre différents éléments.

Les arbres peuvent être classés en deux catégories :

- **arbres tournants** : tel que l'arbre de transmission d'un camion qui ne subit quasiment aucune contrainte en traction/compression, mais qui doit transmettre de fortes puissances en rotation ;
- **arbres fixes** : s'il ne tourne pas, un arbre prend le nom d'axe, de tirant, de barre de torsion, etc. [2]



Figure .I.6. Arbre de transmission

I.2.2. Formes et matériaux employés pour la fabrication des arbres de transmission

Pour la fabrication des arbres, on utilise généralement selon l'utilisation :

- de l'acier ou de l'acier allié composé de chrome,
- de nickel,
- de silicium,
- de carbone,
- de soufre,
- de phosphore,
- de molybdène, etc...

Pour les arbres de transmission, on utilisera généralement des aciers à teneur de carbone SAE 1040, 4140, selon le code de désignation.

Pour les axes de roues, on utilisera les aciers :

SAE 1045, 2340, 2345, 3135, 3140, 3141, 4063, 4340 ou l'équivalent selon les normes ANSI

Ces types d'acier utilisés pour la fabrication permettent une grande résistance et une grande solidité. Ce sont des aciers à trempabilité moyenne.

Afin de respecter différentes conditions environnementales, certains arbres doivent être fabriqués:

- en acier inoxydable,
- en laiton,
- en aluminium,
- même en plastique.

Par exemple, dans l'alimentation, l'utilisation de l'acier inoxydable (SAE 5143 I ou ANSI 431) est requise. [3]

I.2.3. Les traitements thermiques

Le traitement thermique d'une pièce de métal consiste à lui faire subir des transformations de structure grâce à des cycles prédéterminés de chauffage et de refroidissement afin d'en améliorer les caractéristiques mécaniques : dureté, ductilité, limite d'élasticité, etc.

Ce procédé est souvent couplé avec l'emploi d'une atmosphère contrôlée lors de la mise en température de la pièce, soit pour éviter son oxydation, soit pour effectuer un apport ou changement moléculaire de surface (traitement de surface)

I.2.3.1. La trempe

La trempe s'effectue après une mise en solution de certains composés : Il s'agit de maintenir le matériau à tremper à une température suffisante et suffisamment longtemps. On plonge ensuite la pièce dans un liquide (bain d'huile, eau, plomb fondu, etc) ou on le refroidit avec un gaz (azote, air, etc.).

Cas des aciers :

À basse température, l'acier est biphasé à l'état stable : il est composé de cristaux de fer avec du carbone en solution solide (structure ferritique ou α), et de cristaux de carbures de fer Fe_3C .

L'acier présente une transformation allotropique : il est cubique centré à basse température (ferrite α), et cubique à faces centrées à haute température (structure austénitique ou γ). La structure austénitique présente des sites d'insertion plus grands. Lorsque l'on chauffe l'acier dans la zone de température austénitique, les carbures se dissolvent (mise en solution).

Si la teneur en carbone est suffisante, un refroidissement rapide permet aux atomes de fer de se réorganiser (transformation $\gamma \rightarrow \alpha$) — transformation dite displacive — mais pas aux atomes de carbone de bouger pour reformer des carbures — transformation dite diffusive. On a formation d'une structure sursaturée en carbone qui durcit l'acier. Ce phénomène est favorisé par la présence d'éléments d'alliage en faible teneur (chrome, nickel, molybdène). Selon la vitesse de refroidissement, on forme de la martensite ou de la bainite.

Si la vitesse de refroidissement est très rapide — hypertrempe —, on fige la structure γ . On obtient un acier austénitique à température ambiante. C'est le cas de nombreux aciers inoxydables.

I.2.3.2. Le revenu

Le revenu se pratique après une trempe, pour réduire les contraintes internes créées durant celle-ci. Le revenu doit être fait dans les 4 heures après le traitement thermique. Le revenu permet d'améliorer la résistance mécanique des pièces traitées, de rétablir les valeurs de résilience et de rendre l'acier moins fragile, plus ductile. La dureté diminue également quelque peu (Dissolution de certains composés fragiles tels que les carbures favorisés).

La méthode consiste à chauffer la pièce à une température inférieure à celle d'austénitisation, température déterminée en fonction du type de matériau, et de refroidir cette pièce très lentement.

Remarque :

L'utilisation d'un four à vide permet à la matière de rester pure et d'éviter une décarburation en surface ce qui fragilise l'acier en diminuant la teneur en carbone.

I.2.3.3. Le recuit complet :

« Ce traitement consiste à chauffer l'acier à une température appropriée et à traverser ensuite le domaine de transformation par un refroidissement lent effectué de préférence dans le four ou toute autre installation bien isolée thermiquement. Le refroidissement lent se poursuit généralement aux basses températures. Le but du recuit peut être d'affiner le grain, d'adoucir l'alliage, d'améliorer l'usinabilité. »

Le recuit se fait après un traitement mécanique, une opération de soudage, etc. afin de rendre plus homogène le matériau et lui rendre une partie de ses propriétés antérieures. Pour les aciers, on distingue deux types de recuits :

- soit on chauffe jusqu'à austénitisation totale de la pièce mais sans laisser les grains trop grossir, puis on laisse refroidir lentement, ce qui lui fait retrouver ses anciennes propriétés ; on « rejoue » en quelque sorte la solidification, les grains de ferrite et de cémentite sont recréés à partir de l'austénite ;
- soit on chauffe en dessous de la température d'austénitisation, juste pour activer la mobilité des atomes.

Le recuit permet aussi de diminuer la densité de dislocation résultante de la déformation plastique subie par le matériau lors du traitement mécanique. En augmentant la température, on augmente la diffusion des atomes et donc la mobilité des dislocations qui peuvent ainsi se combiner et disparaître. Deux phénomènes peuvent alors se produire : un adoucissement, aussi appelé restauration, qui correspond à une diminution simple de la densité de dislocation ou une recristallisation lorsque la densité de dislocation présente dépasse un seuil critique. [4]

I.2.3.4. La cémentation

Accroissement du durcissement par augmentation du % C en surface. C'est un traitement chimique de diffusion du carbone. Cet enrichissement se fait dans un milieu gazeux (80 % des utilisations), liquide, pâteux. Il y a deux phénomènes simultanés :

- réaction chimique à la surface du métal ;
- processus de diffusion des zones externes vers le cœur (très rapide).

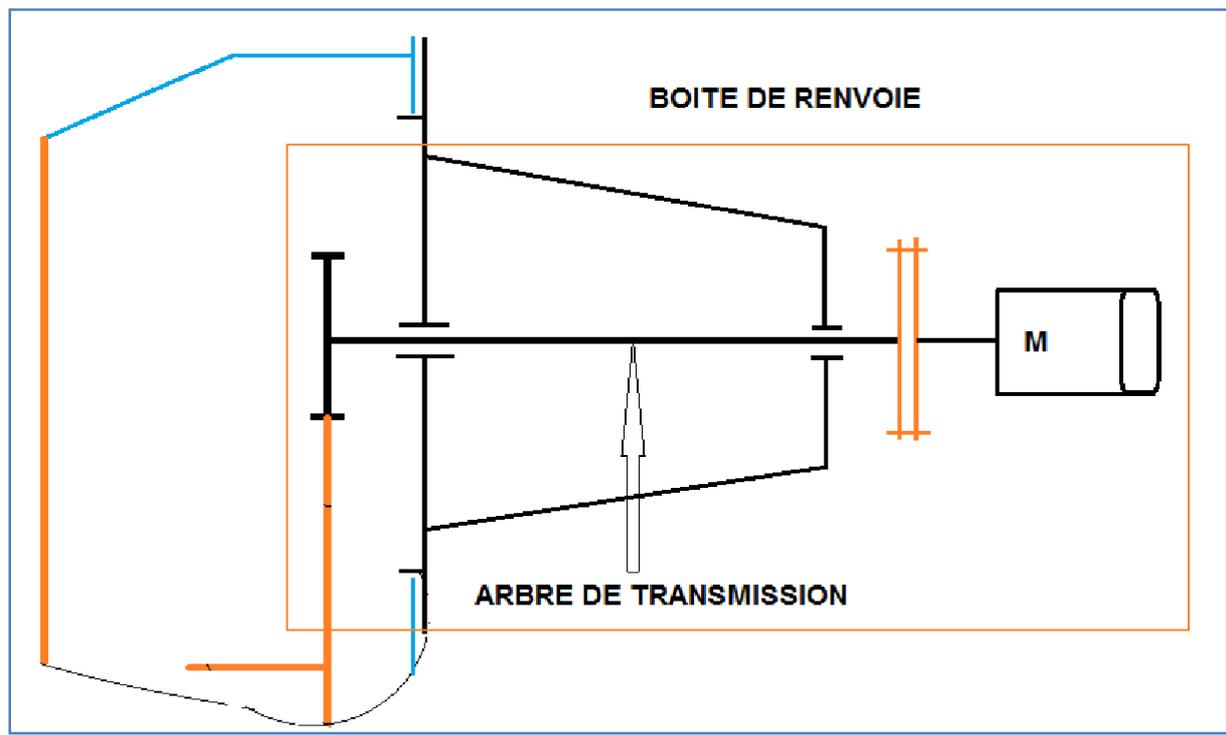
Le traitement s'effectue dans la plage 900 à 950 °C (cette température élevée favorise la diffusion). Les aciers utilisés possèdent un faible % C et peu d'éléments d'addition (XC18, 20MC16). [5]

Données de départ

Il s'agit de proposer une nouvelle tête de renvoie pour la boîte de réduction. Il faut concevoir le carter de la boîte de renvoie et l'arbre de transmission.

Diamètre d'ajustement du montage de la tête $\text{Ø}80f6$

Entraxe pignon arbre avec roue du réducteur $a=160\text{mm}$

Schéma de principe de la tête de renvoie

Dans le chapitre suivant nous présentons les dessins de détails des pièces à réaliser

Dessin du moyeu

Dessin du plateau

Dessin de l'entretoise

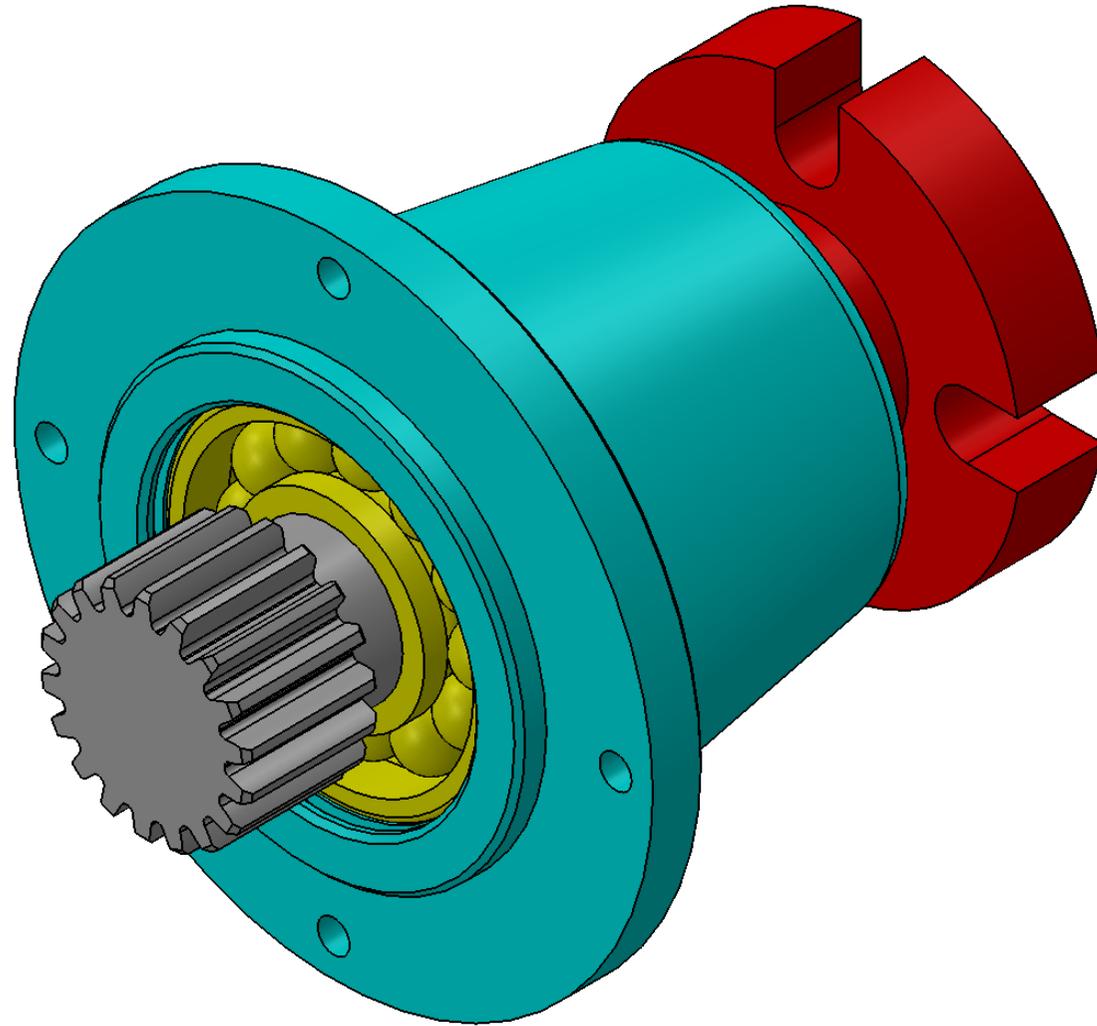
Dessin de l'arbre de transmission

Choix des roulements, des anneaux élastiques et de la clavette selon la norme ISO on utilisant la base de données SOLIDWORKS.

CHAPITRE II

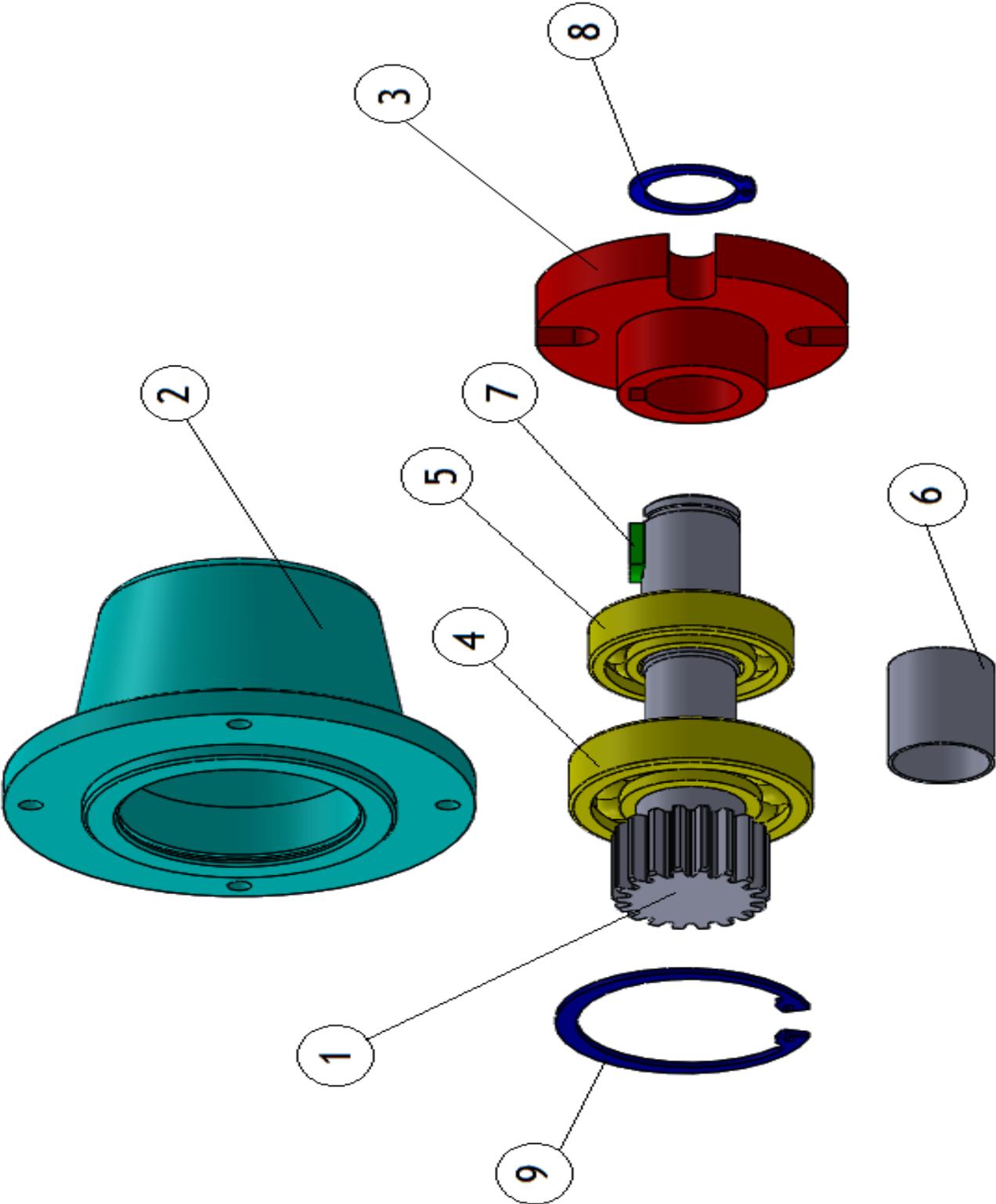
DAO

Des pièces d'assemblage



ECHELLE : 1:1	TITRE : Tête de transfert	MATERIAU : 42 Cr Mo 4
AUTEUR : Djafri Chaima	NOM DE PLAN : Assemblage	UBMA
A4		DATE : Juin 2021

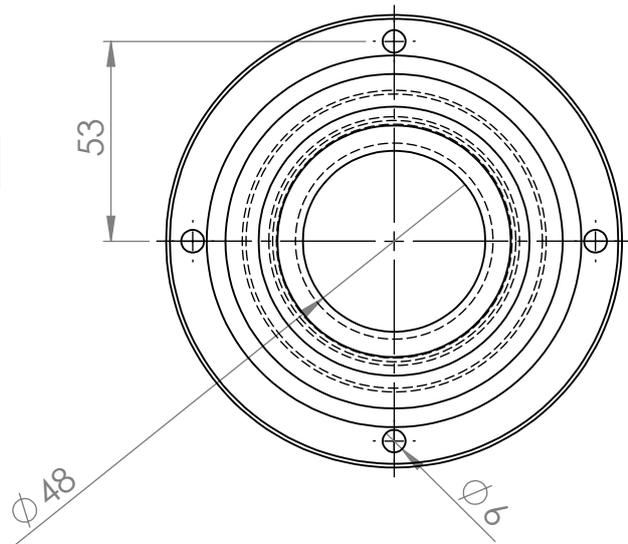
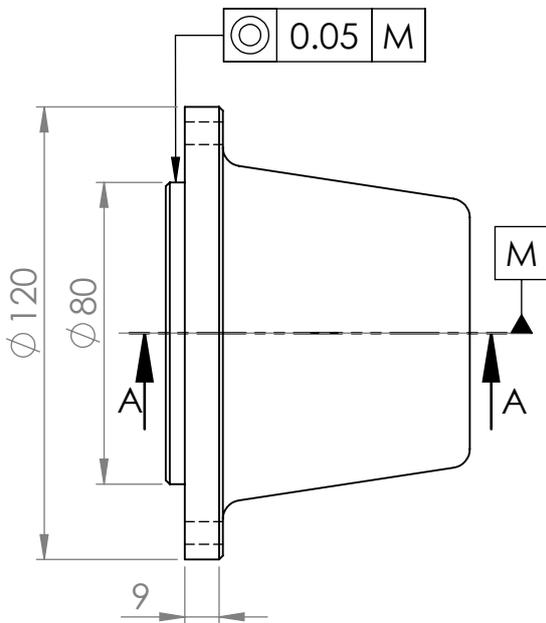
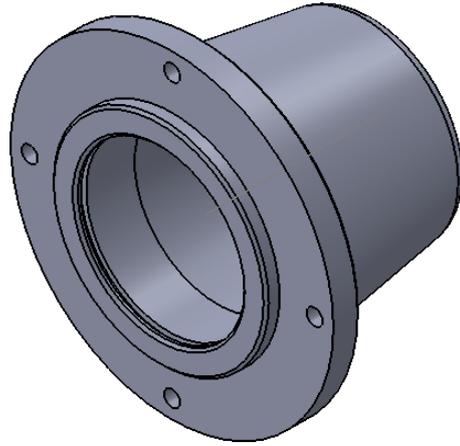
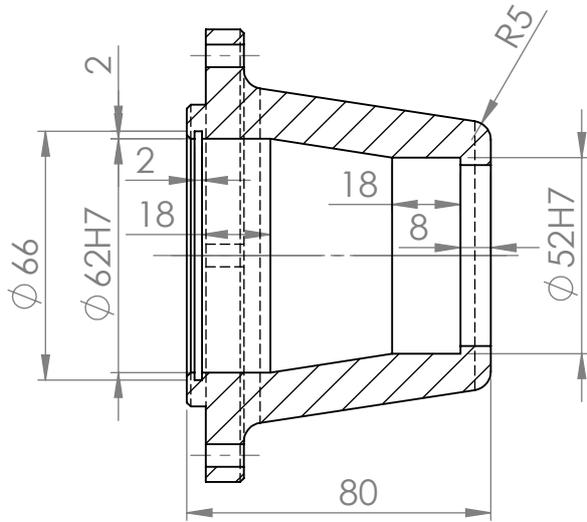
Vue éclatée de l'ensemble



Nomenclature des pièces de l'ensemble :

1	9	Circlips interne		Commerce
1	8	Circlips externe		Commerce
1	7	Clavette		—
1	6	Entretoise		—
1	5	Roulement droite		Commerce
1	4	Roulement gauche		Commerce
1	3	Plateau		—
1	2	Moyeu		—
1	1	Arbre de transmission	42 Cr Mo 4	—
N°	Repère	Désignation	Matière	Observations

COUPE A-A



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

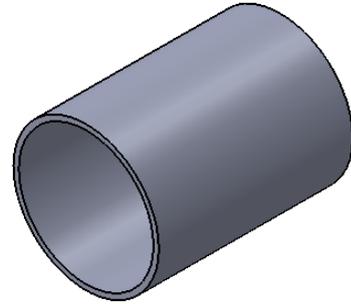
CASSER LES
ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

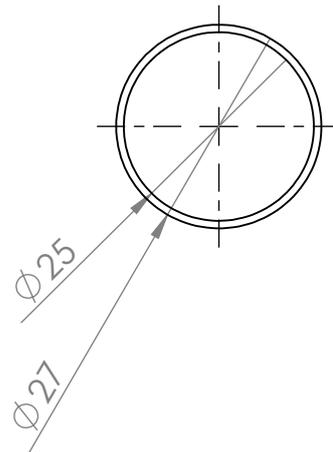
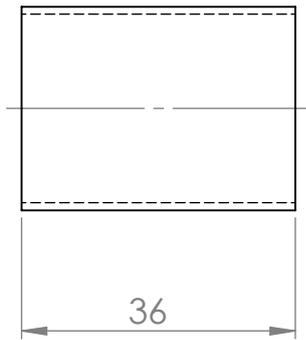
REVISION

NOM	SIGNATURE	DATE		
AUTEUR Djafri chaima		juin 2021		
VERIF.				
APPR.				
FAB.				
QUAL.				
MATERIAU: 42 Cr Mo 4				
MASSE:				

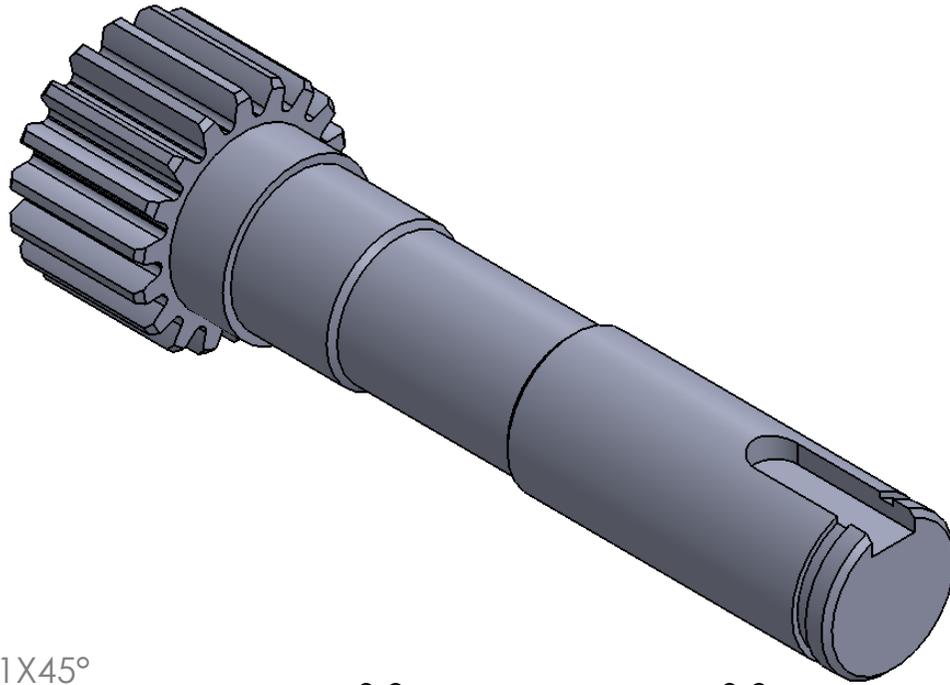
TITRE:	No. DE PLAN	
tête de transfert	Moyeu 2	A4
ECHELLE: 1:1		FEUILLE 1 SUR 1



IT général=0.2mm



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE: tête de transfert			
AUTEUR		Djafri chaima		juin 2021					
VERIF.									
APPR.									
FAB.									
QUAL.				MATERIAU: 42 Cr Mo 4		No. DE PLAN		Entretoise 6	
								A4	
				MASSE:		ECHELLE:1:1		FEUILLE 1 SUR 1	

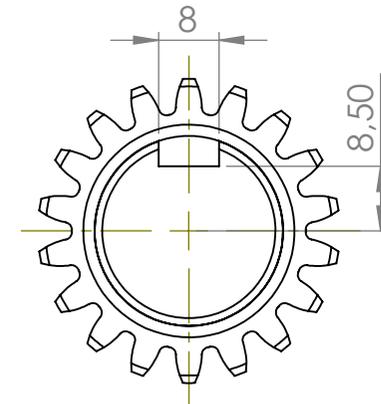
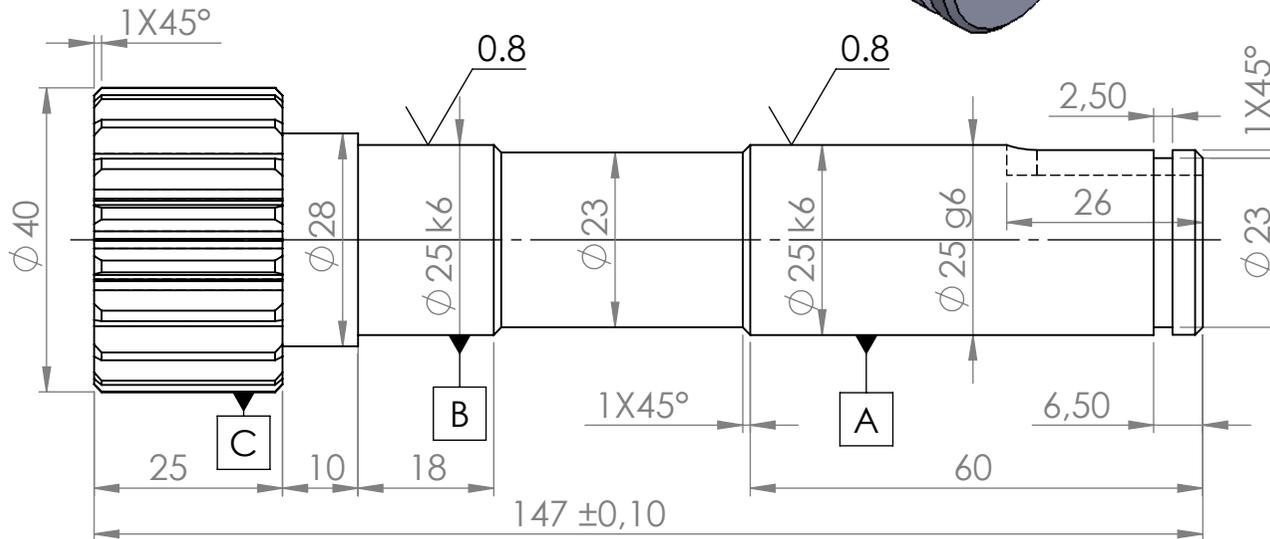


m=2 ; Z=18
Dext = 40 mm
Dp = 36 mm
Di= 31 mm

B C \odot 0.05 A

C // 0.05 A

Tolérance générale : IT= 0.2 mm
Rugisité Ra = 1.6 μ m sauf indication



ECHELLE: 1:1	TITRE : Tête de transfert	MATERIAU: 42 Cr Mo 4
AUTEUR : Djafri Chaima	NOM DE PLAN : Arbre de transmission	UBMA
A4		DATE: Juin 2021

CHAPITRE III

Etude

De la gamme de

Fabrication

III.1. Etude de la gamme d'usinage sur machines conventionnelle

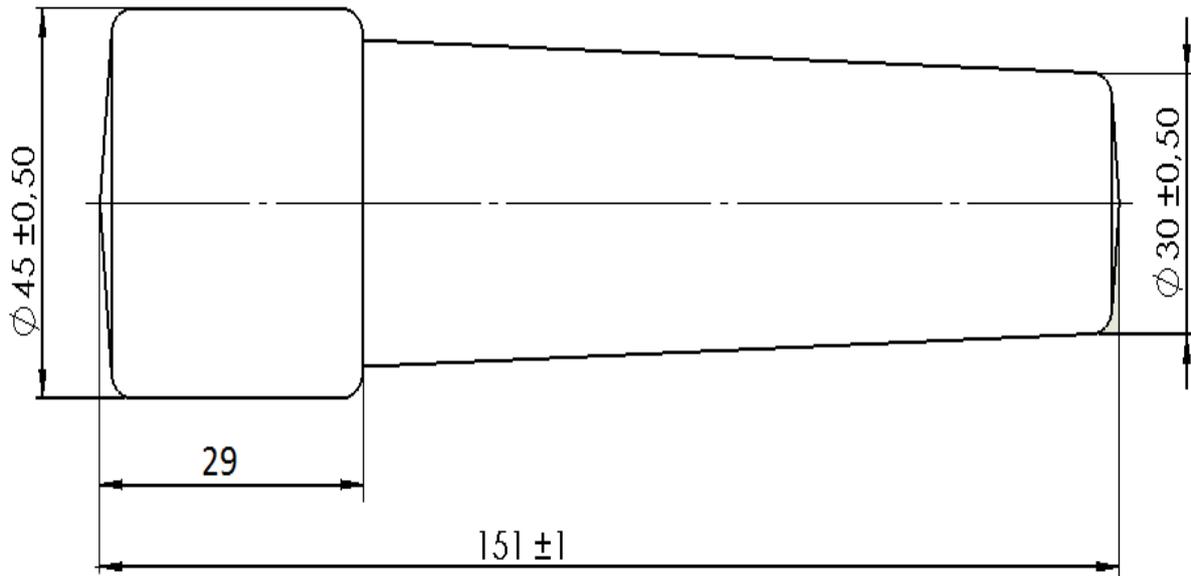
III.1.1. Gamme d'usinage type des arbres de transmission :

Le tableau ci dessous illustre le routage d'usinage général type nécessaire pour la fabrication des arbres de transmission.

PHASES	DESIGNATION DE PHASE	OBSERVATION
100	Contrôle du brut	
200	Dressage centrage	Selon la nature et la précision de l'arbre
300	Tournage	
400	Fraisage	
500	Taillage denture/cannelures	
600	Traitements thermiques	
700	Rectification des portées et de la denture	Selon la destination et la précision de l'arbre
800	Contrôle finale	Dessin de définition de la pièce

III.1.2. Contrat de phase conventionnelle :

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .100.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:	
	PIECE: arbre de transmission		1 / 1
	MATIERE: 42 Cr Mo 4		
CONTROLE	PROGRAMME:		
DESIGNATION: s/phase 110 CONTROLE DU BRUT DE FORGE			



Dépouille de 5°

Conicité de 2°

S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc (m/min)	f/fz (mm/t r)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
Contrôle de brute Vérification : de longueur L= 151 ± 1 et L=29±1 De diamètre Ø30 ±0.5 et Ø45 ±0.5	Règle Pied à coulisse					

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .200.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:				
	PIECE: arbre de transmission	1 / 1				
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
Dresseuse-centreuse	PROGRAMME:					
DESIGNATION: Dressage et centrage des bouts						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc (m/min)	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
201 : Dressage la 1 ^{re} et la 2 ^{eme} face	deux fraises de Ø 50 mm.	80 100	0.2 0.05 mm/dents	510 637	1.5 0.5	252
202 : Centrage de la 1 ^{re} et la 2 ^{eme} face.	deux forets de centrage de diamètre Ø 10 mm à une profondeur 10 mm.	60	0.1	1910		6.6

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .300.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:				
	PIECE: arbre de transmission	1 / 2				
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
Tour //	PROGRAMME:					
DESIGNATION: Tournage /Montage entre pointes avec entraineuse à griffe						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc (m/min)	f/fz (mm/t r)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
301 : Chariotage au $\varnothing 28 \times L= 120$.	Outil de chariotage (1)	130	0.1	1380	1	53
302 : Mise en longueur L=25 $\varnothing 45$.		150	0.05	1592	0.5	10
303 : Chariotage au $\varnothing 25 \times L= 112$.						136
304 : Chariotage au $\varnothing 40 \times L= 25$.						45
305 : Réalisation du profil en plongée X=1 et Z=1						15

Cm=60 à L ₂ =32						
306 : Gorge Cm1= Ø23 Cm2 = 4 et Co=2.5	Outil a gorge	60	0.05	764	1	6
307 : Réaliser trois chanfreins 1× 45°	Outil pour chanfrein (3)	130	0.05	1655	1	3

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N°.400.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:				
	PIECE: arbre de transmission	1 / 1				
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
	Fraiseuse	PROGRAMME:				
DESIGNATION: Fraisage de la rainure						
<p>Mc : mouvement de coupe Ma : mouvement d'avance</p>						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc (m/min)	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
401 : Fraisage de la rainure Cm ₁ = 21 Cm ₂ = 26	Fraise cylindrique deux tailles Ø8 mm	60	0.05	2388	0.5	96

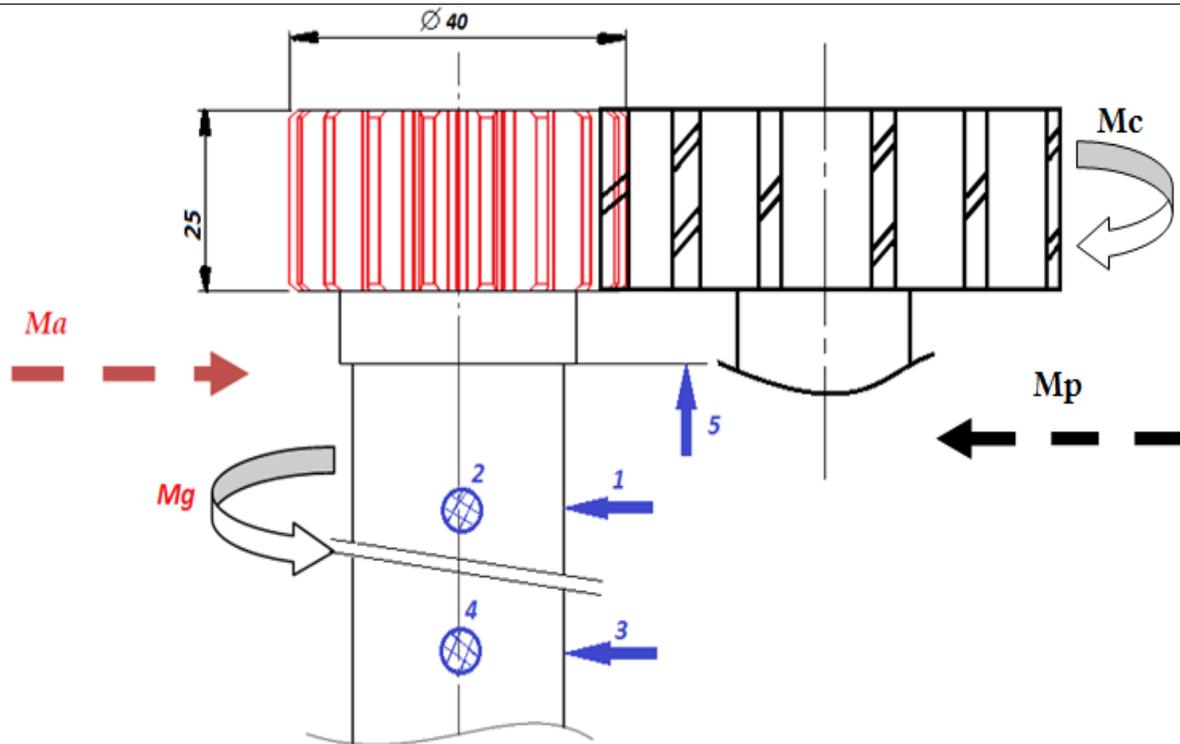
CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .500.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:				
	PIECE: arbre de transmission					
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
Tailleuse/Fraise-mère	PROGRAMME:					
DESIGNATION: Taillage de la denture						
<p> M_c : mouvement de coupe M_d : mouvement de descente M_g : mouvement de génération M_a : mouvement d'avance </p>						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	V_c (m/min)	f/f_z (mm/tr)	N (tr/min)	A_p (mm)	T_m (s)
501 : Taillage par génération de la denture $Z=18$; $m=2$; $\varnothing 40$; $D_p=36$; $D_{int} = 31$	Fraise-mère $\varnothing 60$ $m=2$ en ARS	60	0.1	318	1 0.5	821

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .600.	ENSEMBLE: tête de transfert		DATE:			
	PIECE: arbre de transmission		<div style="text-align: center;"> / </div>		<div style="text-align: center;"> 1 2 </div>	
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
Traitements thermiques	PROGRAMME:					
DESIGNATION: Trempe et Revenu						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	V _c (m/min)	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	A _p (mm)	T _m (s)
Trempe à une température T= 850 °C avec refroidissement à l'huile. Revenu à base température T=200°C avec refroidissement à l'air.						

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .700.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:				
	PIECE: arbre de transmission	1 / 1				
	MATIERE: 42 Cr Mo 4					
Rectifieuse cylindrique	PROGRAMME:					
DESIGNATION: Rectification des portées						
S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
Rectification Ø25 ; L=18 Rectification Ø25 ; L=53.5 Vitesse de la pièce Vp= 20 m/min Tm : dépend de la vitesse de balayage de la pièce et du nombre de passes $T_m = L_c \times n_b / f \times V_b$ Où : Lc : course de la meule Vb : vitesse de balayage nb : nombre de passage	Meule cylindrique D=180mm d=25 mm b=30 mm	$V_m = 50 \text{ m/s}$ $V_p = 20 \text{ m/min}$ $V_b = 10 \text{ m/min}$	0.05	$N_{meule} = 5$ 310 $N_{pièce} = 254$	—	—

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .800.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:	
	PIECE: arbre de transmission	1 / 1	
	MATIERE: 42 Cr Mo 4		
Rectification shaving	PROGRAMME:		

DESIGNATION: rectification de la denture par shaving

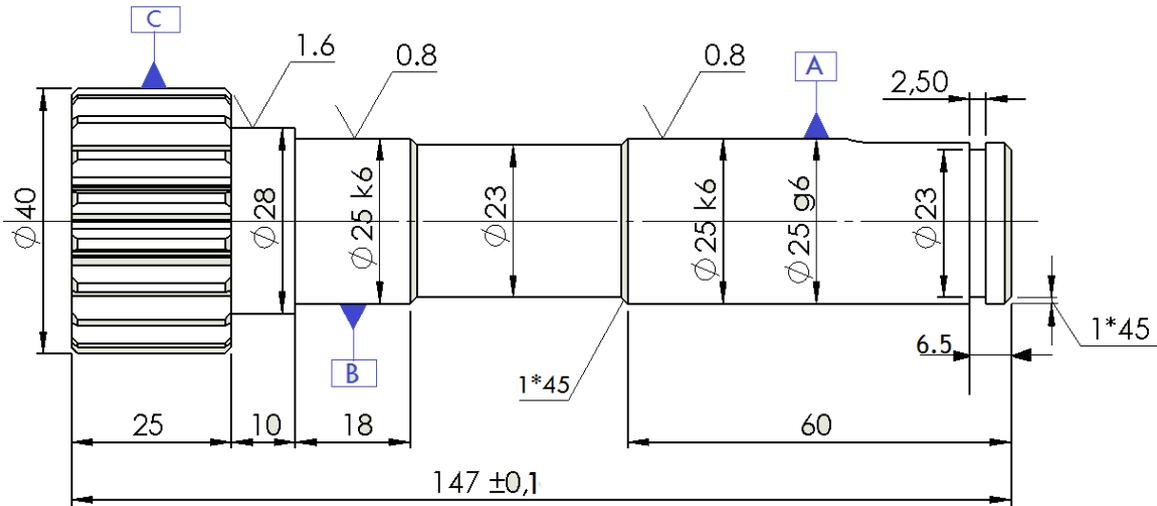


- Mc : mouvement de coupe
- Fp : mouvement de pénétration
- Mg : mouvement de génération
- Ma : mouvement d'avance

S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc(m/min)	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
Rectification de la denture	Outil shaving Ø 60 m=2 en ARS	50	/	Np= 400 Noutil =267	/	600

CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL PHASE N° .900.	ENSEMBLE: tête de transfert	DATE:
	PIECE: arbre de transmission	1 / 1
	MATIERE: 42 Cr Mo 4	
Contrôle	PROGRAMME:	

DESIGNATION: Contrôle final



B;C 0.05 A IT Générale = 0.2
 C 0.05 A

S/Phases et OPERATIONS	OUTILS	Vc (m/min)	f/fz (mm/tr)	N (tr/min)	Ap (mm)	Tm (s)
Contrôle finale Vérification des cotes de la pièce	- Réglet - Pied à coulisse - Palmer - Jauge de profondeur - calibre à mâchoire - Rugosimètre					

III.1.3. Détermination des conditions de coupe :**III.1.3.1. La fréquence de rotation :**

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

Phase 200 : dressage centrage**201 : dressage****Ebauche :** $V_c = 80 \text{ m/min}$ Ø50 de la fraise donc $D=50\text{mm}$

$$N = \frac{1000 \times 80}{\pi \times 50} = 510 \text{ tr/min}$$

Finition : $V_c=100 \text{ m/min}$; $D = 50\text{mm}$

$$N = \frac{1000 \times 100}{\pi \times 50} = 637 \text{ tr/min}$$

202 : centrage $V_c= 60 \text{ m/min}$; Ø10 du foret donc $D=10\text{mm}$

$$N = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 10} = 1910 \text{ tr/min}$$

Phase 300 : Tournage**Ebauche :** $V_c = 130 \text{ m/min}$; Ø30

$$N = \frac{1000 \times 130}{\pi \times 30} = 1380 \text{ tr/min}$$

Finition :

$$V_c = 150 \text{ m/min ; } \varnothing 25$$

$$N = \frac{1000 \times 150}{\pi \times 30} = 1592 \text{ tr/min}$$

306 : Usinage de la gorge

$$V_c = 60 \text{ m/min ; } \varnothing 25$$

$$N = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 25} = 764 \text{ tr/min}$$

307 : Chanfreinage

$$V_c = 130 \text{ m/min ; } \varnothing 25$$

$$N = \frac{1000 \times 130}{\pi \times 25} = 1655 \text{ tr/min}$$

Phase 400: Fraisage de la rainure

$$V_c = 60 \text{ m/min ; } \varnothing 8$$

$$N = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 8} = 2388 \text{ tr/min}$$

Phase 500 : Taillage de la denture

$$N = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 60} = 318 \text{ tr/min}$$

III.1.3.2. Le temps machine :

$$Tm = Lc / A \quad \text{Avec} \quad A = N \times F(Fz)$$

E : Une opération d'ébauche

f : une opération de finition

Phase 200 : Dressage centrage**201 : 1E + 1f dressage**

$$A_E = N_E \times F(z)_E = 510 \times 0.2 = 102 \text{ mm/min.}$$

$$A_f = N_f \times F(z)_f = 637 \times 0.05 = 31.85 \text{ mm/min}$$

$$Lc = 50 + 50 + 2 = 102 \text{ mm}$$

$$TmE = \frac{102}{102} = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$Tmf = \frac{102}{31.85} = 3.2 \text{ min} = 192 \text{ s}$$

$$Tm = 60 + 192 = 252 \text{ s}$$

202: 1f Centrage

$$A = 1910 \times 0.1 = 191 \text{ mm/min}$$

$$Lc = 10 + 2 = 22 \text{ m}$$

$$Tm = \frac{22}{191} = 0.11 \text{ min} = 6.6 \text{ s}$$

Phase 300 : tournage

$$A_E = N_E \times F = 1380 \times 0.1 = 138 \text{ mm/min}$$

$$A_f = N_f \times F = 1592 \times 0.05 = 79.6 \text{ mm/min}$$

301: 1E chariotage

$$L_c = 120 + 2 = 122 \text{ mm}$$

$$T_m = \frac{122}{138} = 0.88 \text{ min} = 53 \text{ s}$$

302: 2E Mise en longueur

$$L_c = 8.5 + 2 = 10.5 \text{ mm}$$

$$T_m = \frac{10.5}{138} \times 2 = 0.15 \text{ min} = 10 \text{ s}$$

303: 1E + 1f Chariotage

$$L_c = 112 + 2 = 114 \text{ mm}$$

$$T_{mE} = \frac{114}{138} = 0.82 \text{ min} = 50 \text{ s}$$

$$T_{mf} = \frac{114}{79.6} = 1.43 \text{ min} = 86 \text{ s}$$

$$T_m = 50 + 86 = 136 \text{ s}$$

304: 2E+1f chariotage

$$L_c = 25 + 2 = 27 \text{ mm}$$

$$T_{mE} = \frac{27}{138} \times 2 = 0.39 \text{ min} = 24 \text{ s}$$

$$T_{mf} = \frac{27}{79.6} = 0.33 \text{ min} = 21 \text{ s}$$

$$T_m = 24 + 21 = 45 \text{ s}$$

305 : 1E Réalisation du profil en plongée

$$L_c = 32 + 2 = 34 \text{ mm}$$

$$Tm = \frac{34}{138} = 0.25 \text{ min} = 15 \text{ s}$$

306: 1f La gorge

$$Lc = 4 \text{ mm}$$

$$A = 764 \times 0.05 = 38.2 \text{ mm/min}$$

$$Tm = \frac{4}{38.2} = 0.10 \text{ min} = 6 \text{ s}$$

307: 1f Chanfreinage

$$Lc = 4 \text{ mm}$$

$$A = 1655 \times 0.05 = 82.75 \text{ mm/min}$$

$$Tm = \frac{4}{82.75} = 0.05 \text{ min} = 3 \text{ s}$$

Phase 400: Fraisage de la rainure**401: 8f**

$$A = 2388 \times 0.05 = 119.4 \text{ mm/min}$$

$$Lc = 22 + 2 = 24 \text{ mm}$$

$$Tm = \frac{24}{119.4} \times 8 = 1.6 \text{ min} = 96 \text{ s}$$

Phase 500: Taillage de la denture**501: 4E+1f**

$$A = 318 \times 0.1 = 31.8 \text{ mm/min}$$

$$Lc = 25 + 60 + 2 = 87 \text{ mm}$$

$$Tm = \frac{87}{31.8} \times 5 = 13.6 \text{ min} = 821 \text{ s}$$

III.2. Etude de la gamme d'usinage sur tour a CN

III.2.1. captures document SINUMERIK :

CYCLE 95 Cycle de chariotage

CYCLE95 (NPP,MID,FALZ,FALX,FAL,FF1,FF2,FF3,VARI,DT,DAM,VRT)

NPP	Nom du sous-programme de contour	Name Part Program
MID	Profondeur de pénétration maximale sans signe	Maximum Infeed Depth
FALZ	Surépaisseur de finition en Z sans signe	Finishing ALLOWance Z
FALX	Surépaisseur de finition en X sans signe	Finishing ALLOWance X
FAL	Surépaisseur de finition parallèle au contour, sans signe	Finishing ALLOWance
FF1	Avance pour dégrossissage sans dépouille	
FF2	Avance pour dégrossissage - Plongée dans la dépouille	
FF3	Avance pour finition	
VARI	Mode d'usinage 1..12	VARIante

POSITION DES CENTAINES :

0: mit retrait sur contour:
 Il n'y a pas de coins restants, car il y a retrait avec chevauchement sur le contour. Ceci veut dire qu'il y a retrait sur plusieurs points d'intersection.

2: sans retrait sur contour
 Il y a toujours retrait jusqu'au point d'intersection de dégrossissage précédent et il y a ensuite dégagement. Ce faisant, il peut y avoir des coins restants selon le rapport entre rayon d'outil et profondeur de pénétration (MID).

DT Temporalisation pour bris de copeaux lors du dégrossissage

DAM Longueur de course après laquelle chaque opération de dégrossissage est interrompue pour le bris de copeaux.

VRT(*) Course de dégagement depuis le contour lors du dégrossissage sans signe

Fonction :

Avec le cycle de chariotage, il y a usinage d'un contour, mémorisé dans un sous-programme.

Le contour peut être usiné à l'extérieur ou à l'intérieur, longitudinalement ou transversalement.

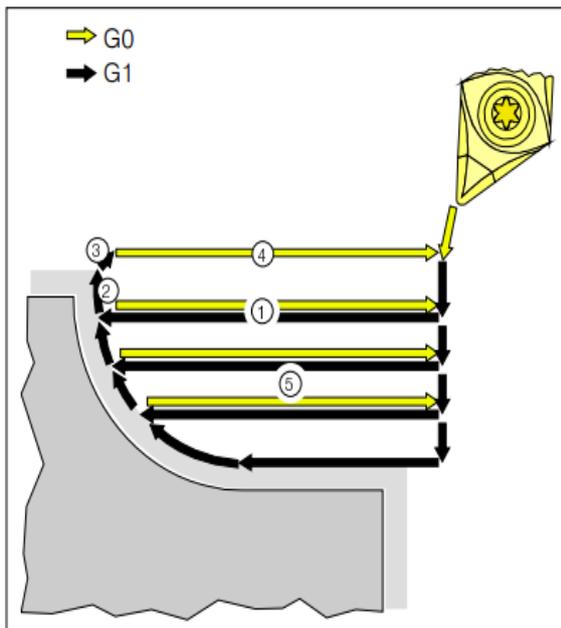
Le contour peut être dégrossi, fini ou entièrement usiné.

Position de l'outil avant le cycle :

La dernière position avec l'appel du cycle doit être accostée avec G40 (correction du rayon d'outil HORS).

Usinage extérieur : Avant l'appel du cycle, l'outil doit se trouver en-dehors du plus grand diamètre dans le sous-programme de contour.

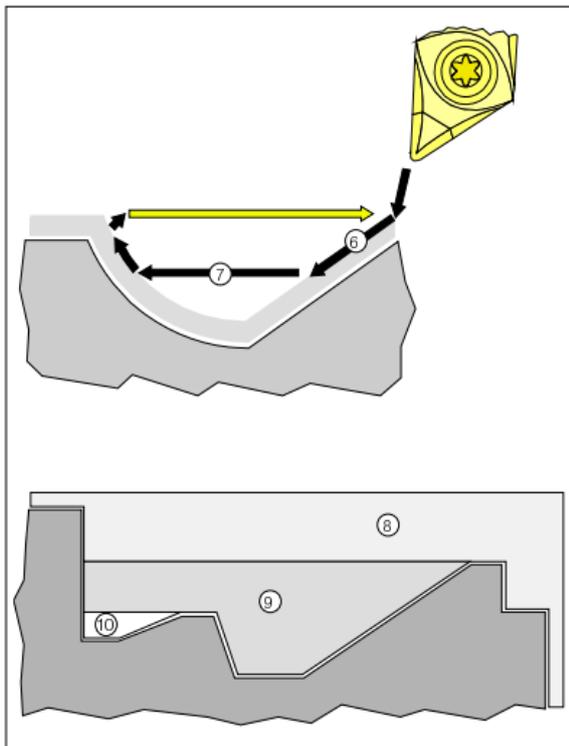
Usinage intérieur : Avant l'appel du cycle, l'outil doit se trouver à l'intérieur du plus petit diamètre dans le sous-programme de contour.



Déroulement :

Dégrossissage sans éléments de dépouille

- Les passes de dégrossissage sont effectuées avec G1 et l'avance FF1.
- Les passes de dégrossissage sont effectuées parallèlement à l'axe jusqu'à la surépaisseur de finition (1) et ensuite parallèlement au contour (2).
- Après chaque de dégrossissage, il y a dégagement en X et Z du rayon du tranchant + 1 mm (3) et retrait avec G0 (4).
- Cette opération est répétée jusqu'à ce que la profondeur totale soit atteinte (jusqu'à la surépaisseur de finition) (5).
Les profondeurs de pénétration sont divisées de manière régulière de manière à être inférieures/égales au paramètre programmé MID.



Dégrossissage des éléments de dépouille

- L'approche à la dépouille (6) est effectuée parallèlement à l'axe avec G1 et avec avance d'approche FF2.
- Les passes de dégrossissage parallèles à l'axe dans la zone de la dépouille (7) sont faites avec G1 et l'avance FF1.
- Ordre de l'usinage de dégrossissage :
 - Dégrossissage sans dépouille (8)
 - Dégrossissage 1ère dépouille (9)
 - Dégrossissage 2ème dépouille (10) etc.

Finition

- Le point de départ du contour est accosté simultanément dans les deux axes.
- La finition est effectuée le long du contour avec G1, G2, G3 et avec l'avance FF3.
- Le retrait est effectué avec G0

NPP

Sous ce paramètre, vous indiquez le nom du sous-programme de contour. Le nom doit être entre guillemets, par ex. "CONT1".

MID

Profondeur maximale de pénétration pour le dégrossissage.

La profondeur totale de dégrossissage est répartie régulièrement en plusieurs avances individuelles. Ces avances individuelles sont plus petites/égales au paramètre MID.

Exemple :

Profondeur totale = 19 mm, MID = 4 mm

-> il y a 5 avances de 3,8 mm chacune.

FALZ, FALX, FAL

Surépaisseur de finition pour usinage de dégrossissage

FALZ Surépaisseur de contour en Z

FALX Surépaisseur de contour en X

FAL Surépaisseur parallèle au contour

Vous pouvez programmer les trois paramètres (les valeurs sont ensuite additionnées), mais ce n'est pas recommandé.

Programmez soit des valeurs pour FALZ et FALX et 0 pour FAL ou inversement.

Si aucune surépaisseur de finition n'est programmée, il y a usinage jusqu'au contour final lors du dégrossissage.

FF1, FF2, FF3

Valeurs d'avance pour les différents usinages :

FF1 Dégrossissage

FF2 Dégrossissage - Plongée dans dépouille

FF3 Finition.

VARI

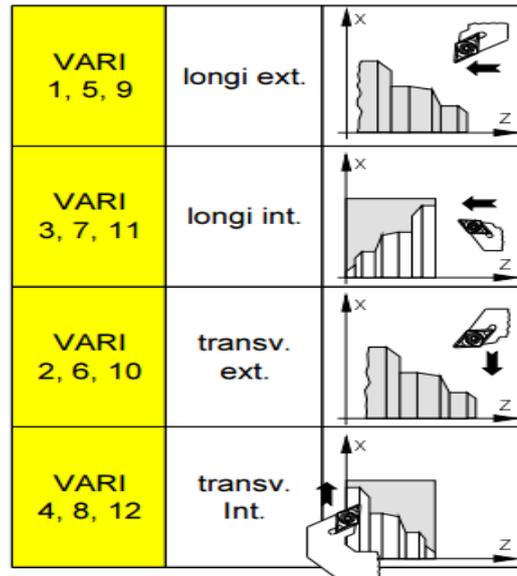
Avec VARI, la nature de l'usinage (dégrossissage, finition, complet), la direction de l'usinage (longitudinal ou transversal) et le côté d'usinage (intérieur ou extérieur) sont définis.

POSITION DES CENTAINES:

0: avec retrait sur contour

2: sans retrait sur contour

VARI	longi/ transv.	ext./int.	Mode d'usinage
1	longi	extérieur	Dégrossissage
2	transv.	extérieur	Dégrossissage
3	longi	intérieur	Dégrossissage
4	transv.	intérieur	Dégrossissage
5	longi	extérieur	Finition
6	transv.	extérieur	Finition
7	longi	intérieur	Finition
8	transv.	intérieur	Finition
9	longi	extérieur	Usinage complet
10	transv.	extérieur	Usinage complet
11	longi	intérieur	Usinage complet
12	transv.	intérieur	Usinage complet



DT, DAM

Avec ces paramètres, on peut interrompre le mouvement parallèle à l'axe lors du dégrossissage pour briser le copeau.

DT Temporisation

DAM Déplacement après lequel la passe doit être interrompue

Si DAM=0 est programmé, il n'y a pas d'interruption; la temporisation n'est pas effectuée.

VRT (course de dégagement)

Avec VRT=0 (paramètre non programmé), le retrait est d'1 mm.

Sous-programme de contour

- Le contour est indiqué dans le sous-programme de contour comme suite des ordres G1, G2 et G3. L'indication de chanfreins et de rayons est autorisée.
- Le sous-programme de contour doit comprendre au moins 3 blocs avec des mouvements dans les deux axes.
- Le point de départ du contour est la première position définie dans le sous-programme.
- Les ordres G17, G18, G19, G41 et G42 ainsi que des Frames ne sont pas autorisés dans le sous-programme.
- Lors du dégrossissage, seuls les mouvements contenus dans le sous-programme sont pris en compte (seul le contour est traité).
- Lors de la finition, les fonctions auxiliaires contenues dans le sous-programme sont aussi exécutées.



Pour le tournage transversal sur le contour intérieur, il faut utiliser la sélection "**transversal-extérieur**"!

La commande considère "**transversal-intérieur**" comme un cycle dans lequel l'usinage est effectué sur la face **arrière** (fixée) radialement en direction +X et axialement en direction +Z.

III.2.2. Programmation sur SINUMERIK 840D

III.2.2.1. Capture programme principale « MPF » :

```
Editeur de ARBRETRANSMISSION.MPF
G54LF
T1 D1 M6LF
S1380 F0.1 M04LF
G0 X46 Z2LF
G1 Z1LF
X-1LF
X46LF
Z0LF
X-1LF
X46LF
CYCLE95("contour",1,0.5,0.5,0,0.1,0.1,0.05,9,0,0,0)LF
G0 X60 Z60LF
T2 D1 M6LF
S200 F0.05 M04LF
G0 X26 Z-6.5LF
G1 X23 LF
X26LF
G0 X60 Z60LF
M30LF
```

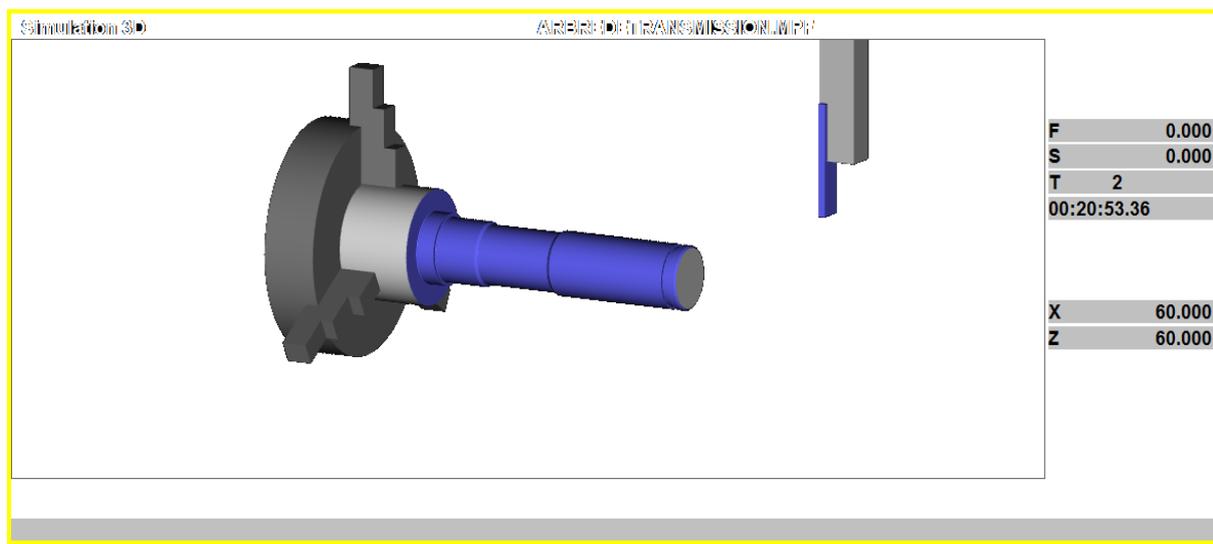
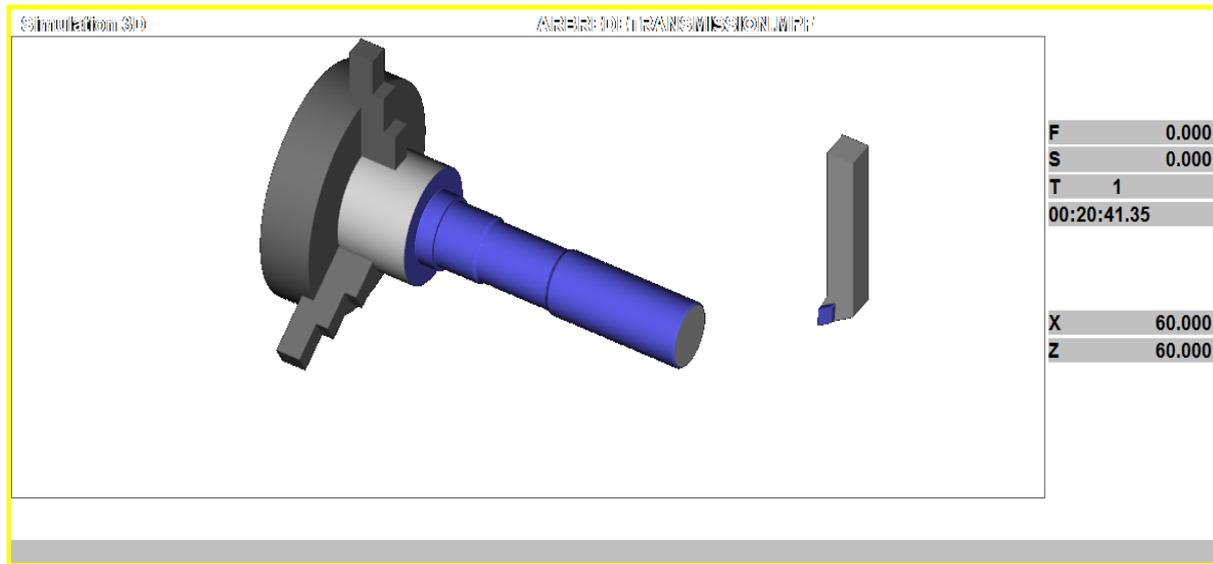
III.2.2.2. Capture sous programme « SPF » :

```
Editeur de CONTOUR.SPF
G1 X23 Z0LF
X25 Z-1LF
Z-60LF
X23 Z-61LF
Z-93LF
X25 Z-94LF
Z-112LF
X28LF
Z-120LF
X46LF
M17LF
LF
```

III.2.2.3. Capture simulation du sous programme :



III.2.2.4. Capture simulation finale du programme :



III.2.3. Programmation sur site avec SHOP TURN

III.2.3.1. Définition de la forme de brut :

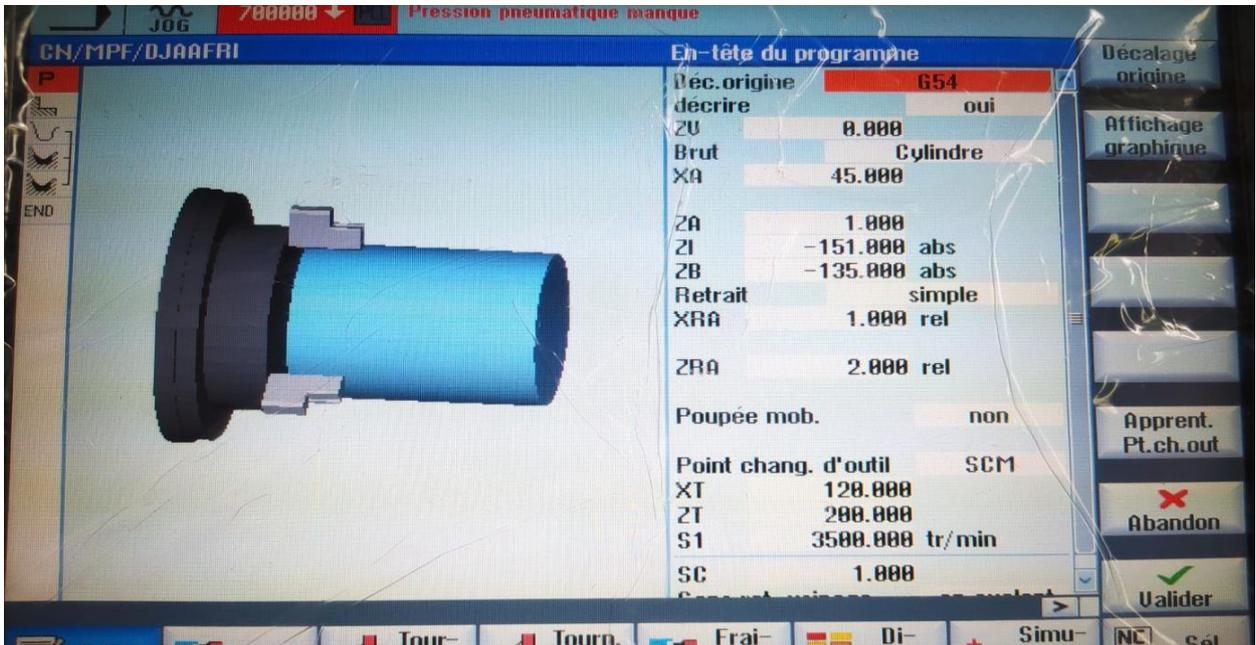


Figure.III.1. Fenêtre shop turne définition de brut

III.2.3.2. Dressage de face :

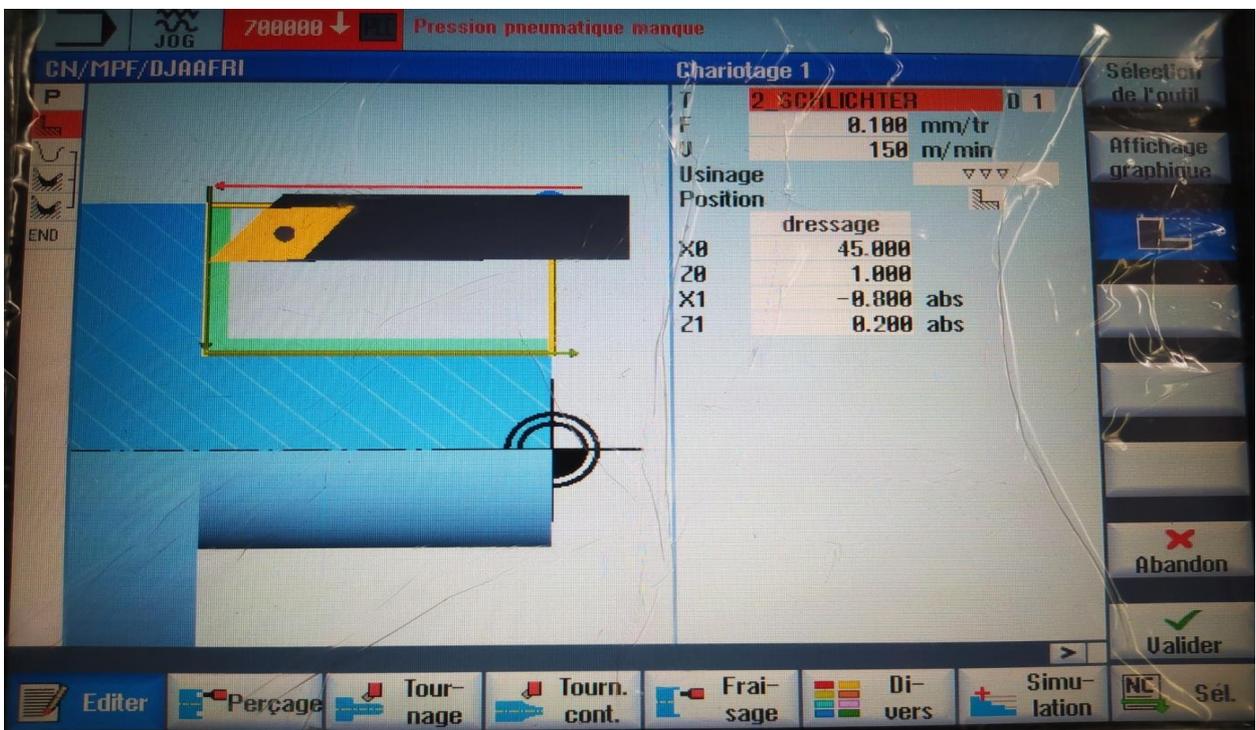


Figure.III.2. Les paramètres de dressage

III.2.3.3. Définition du contour de l'arbre :

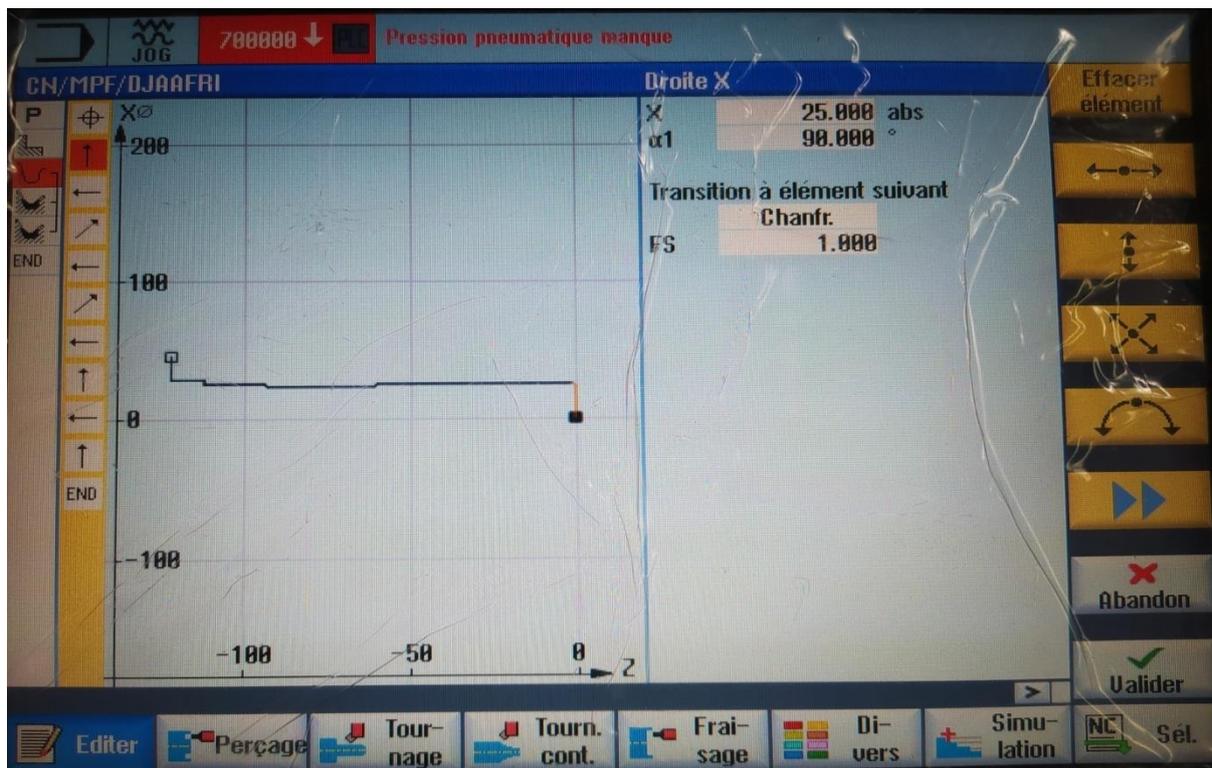


Figure.III.3. Définition du chanfrein

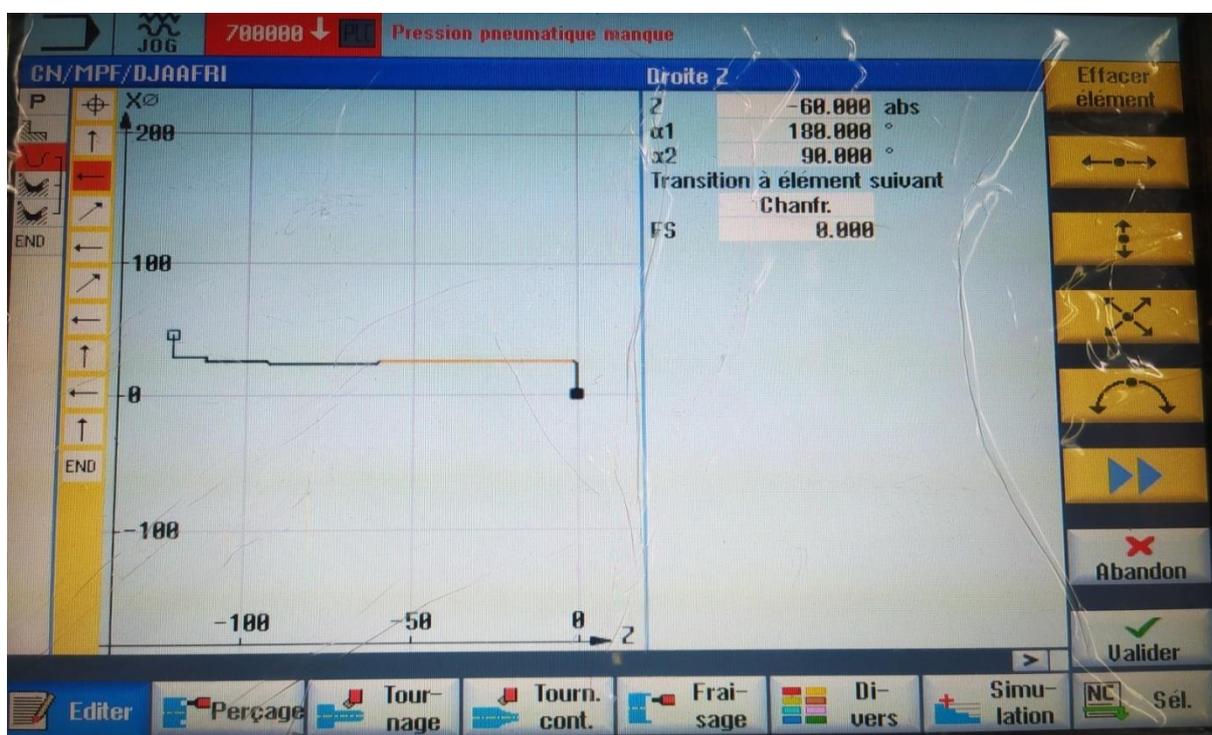


Figure.III.4. Chariotage Ø25

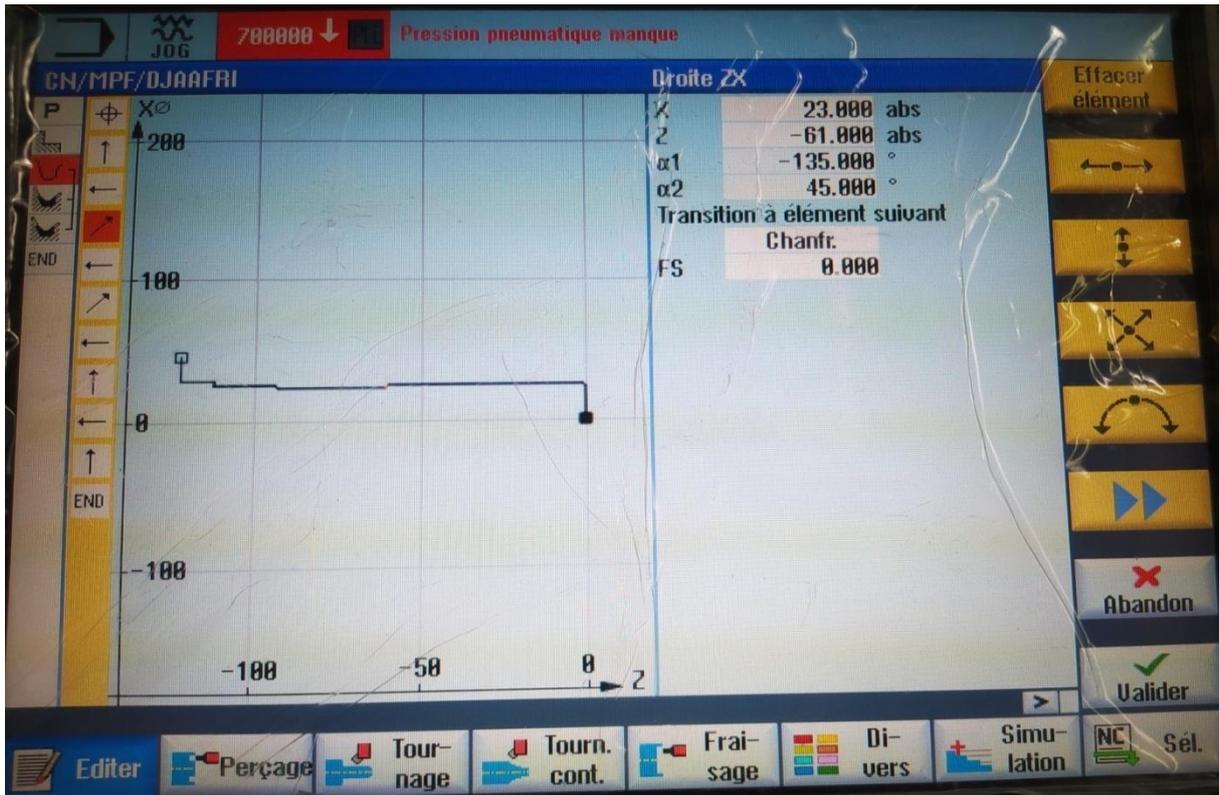


Figure.III.5. Engagement chanfrein 1×45°

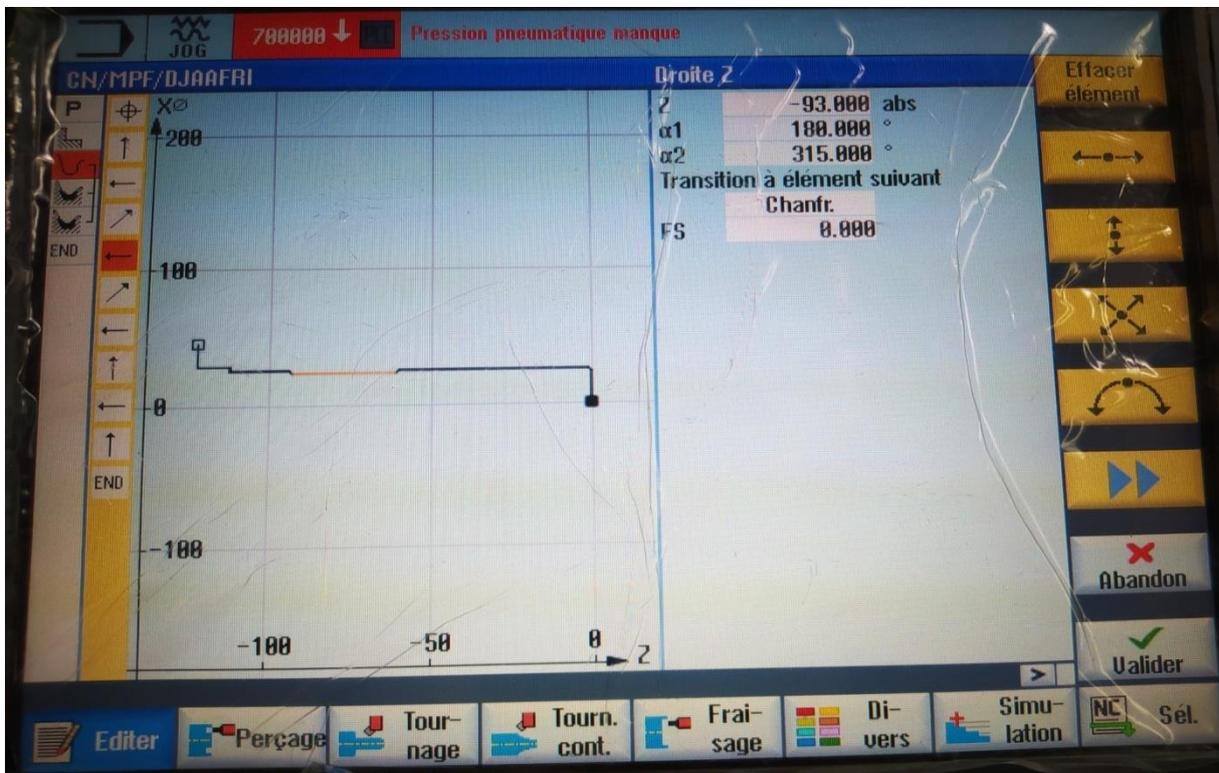


Figure.III.6. Chariotage Ø23

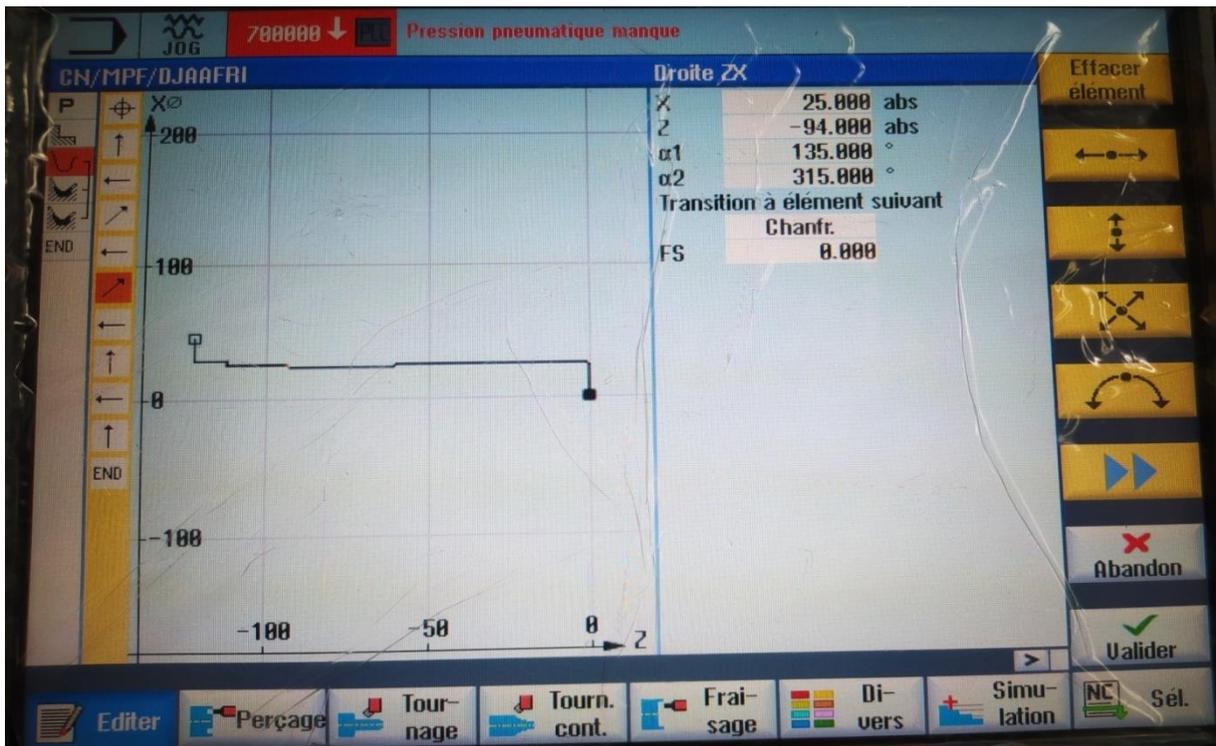


Figure.III.7. Dégagement chanfrein 1×45°

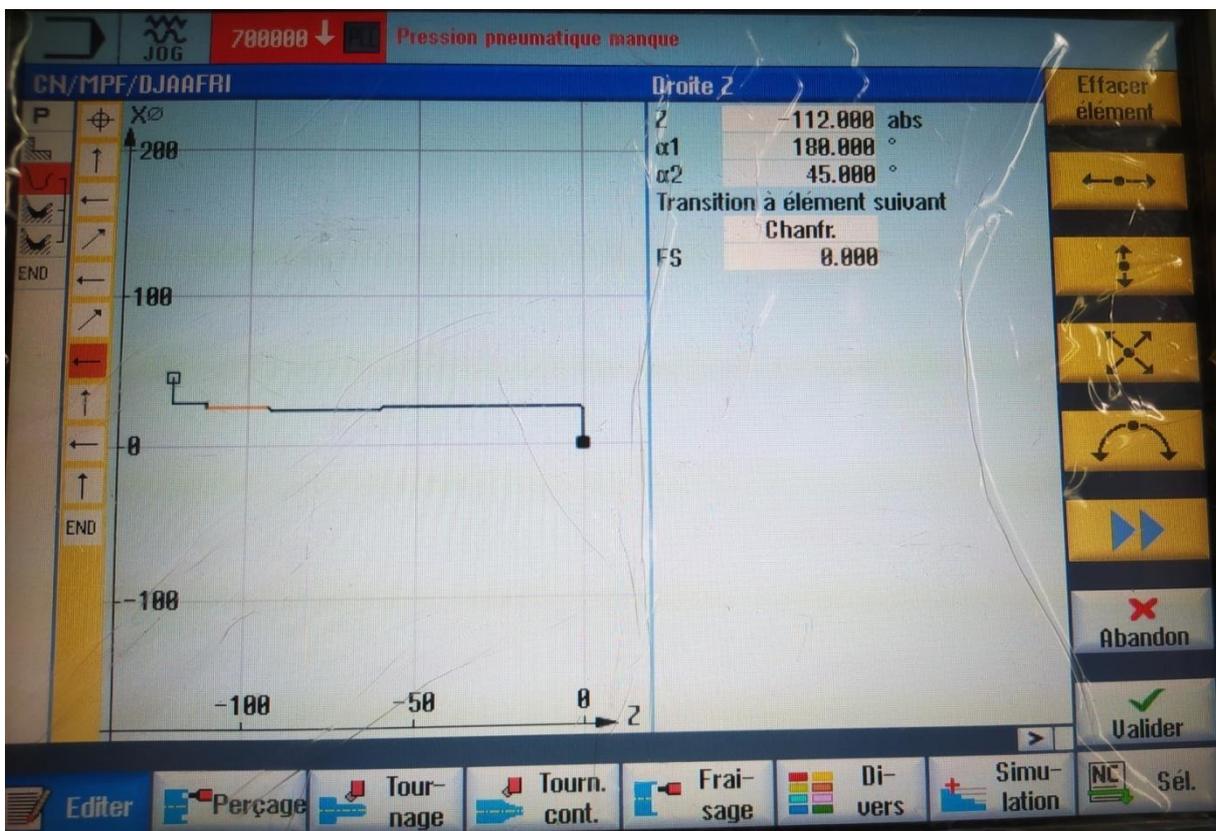


Figure.III.8. Chariotage Ø25

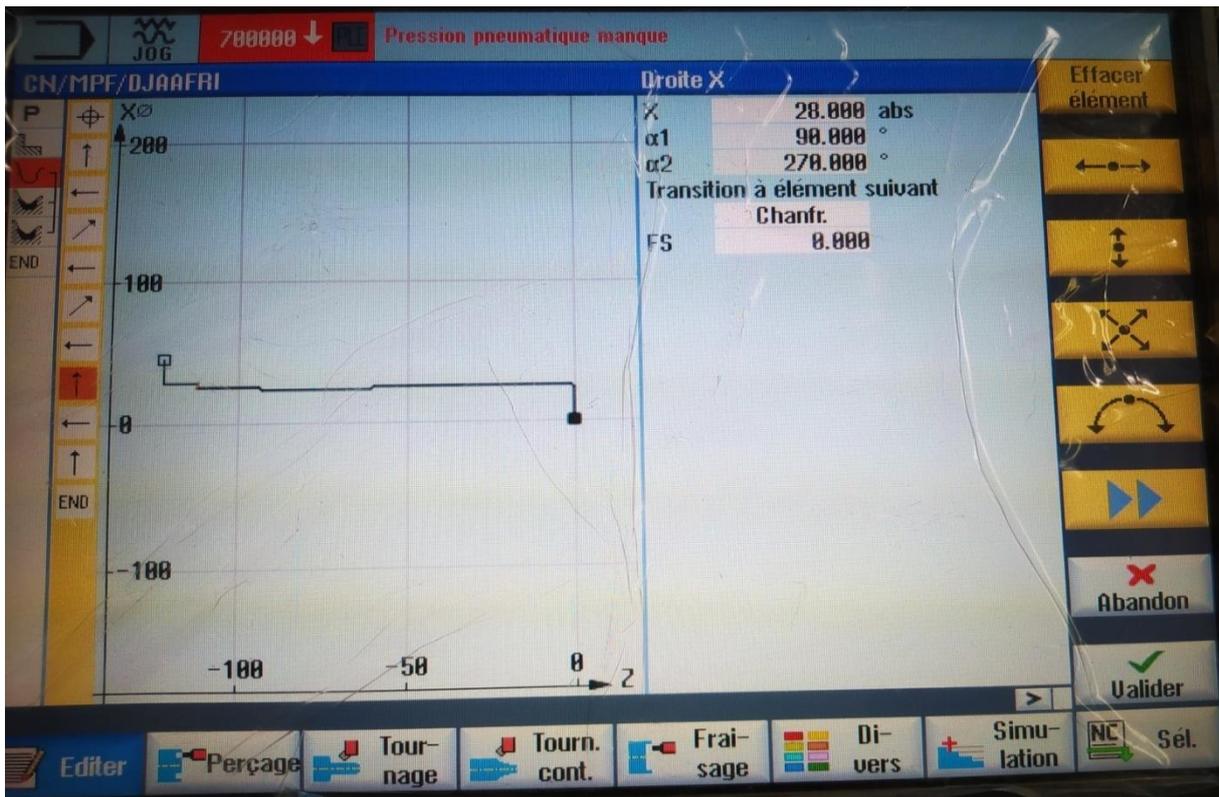


Figure.III.9. Epaulement Ø28

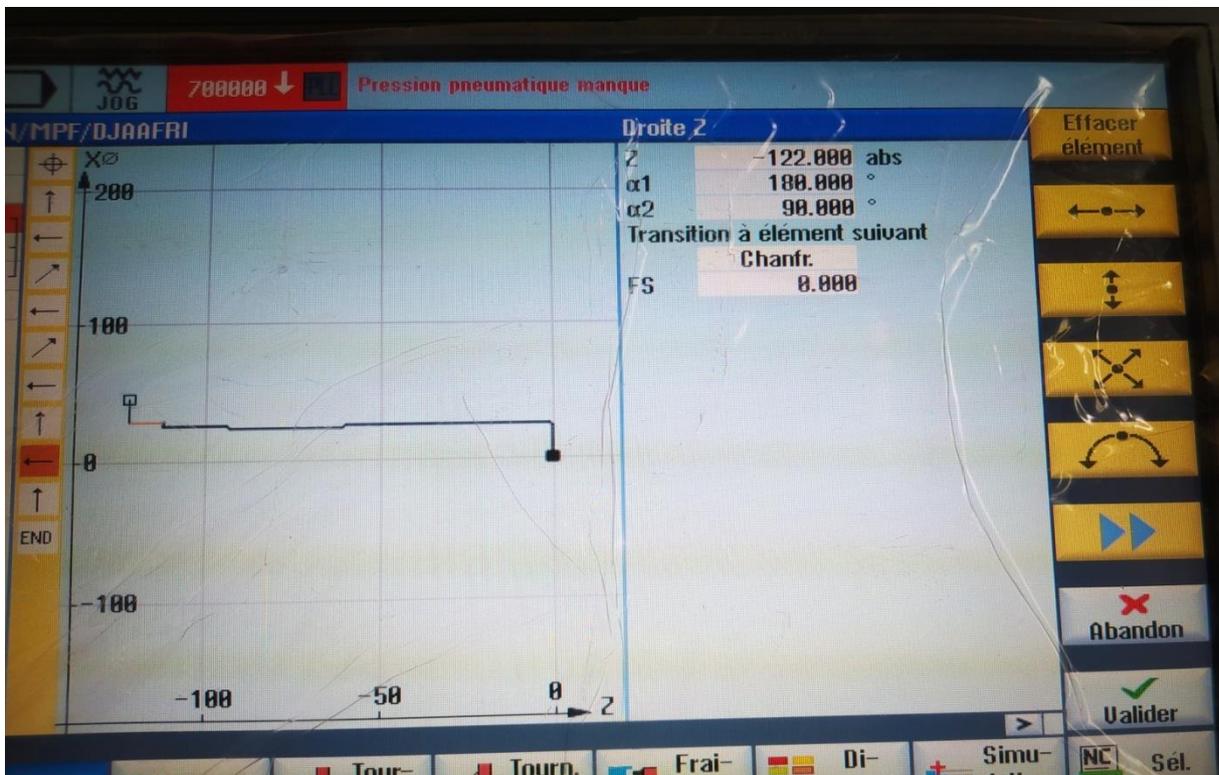


Figure.III.10. Chariotage Ø28

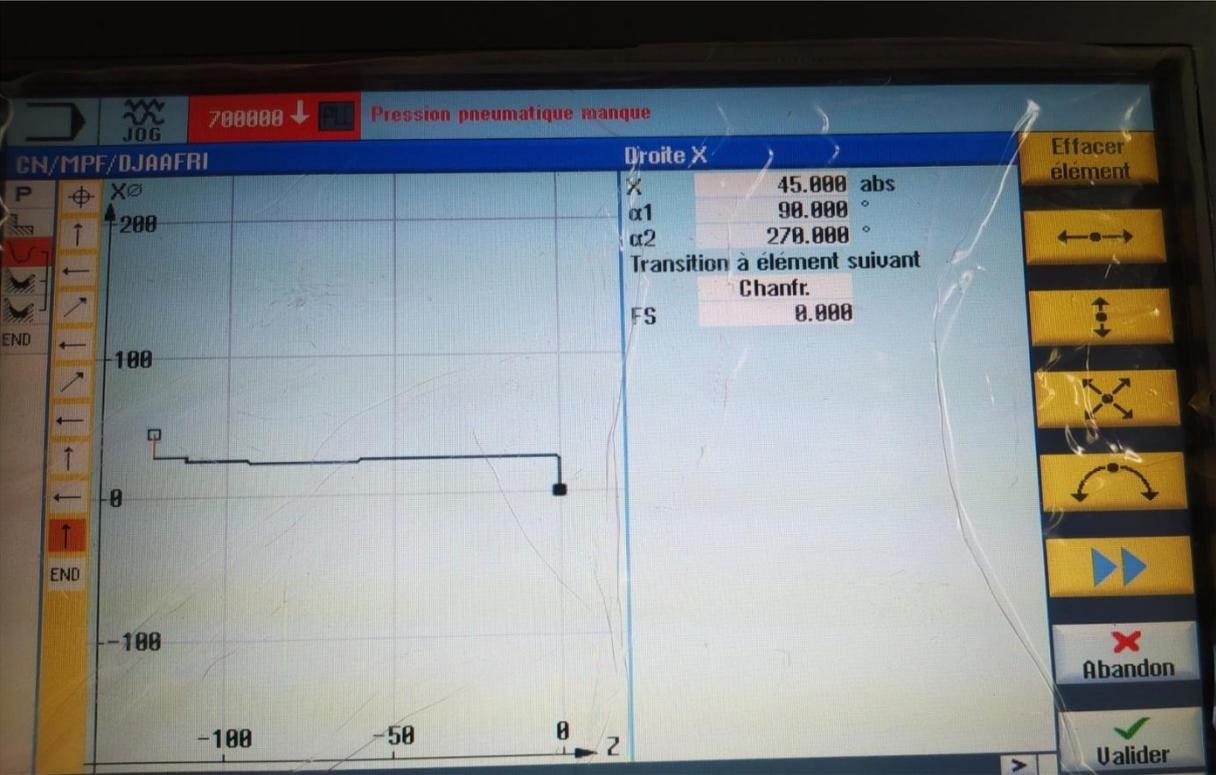


Figure.III.11. Epaulement Ø45

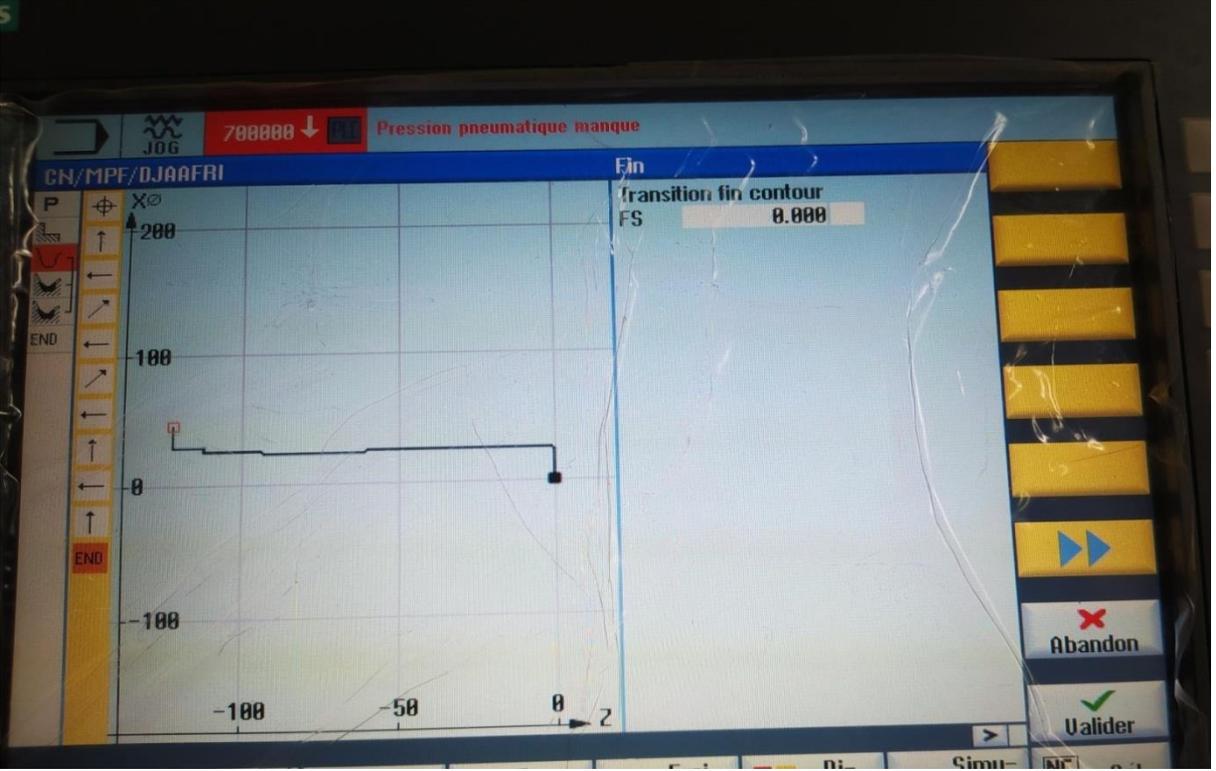


Figure.III.12. Fin de contour

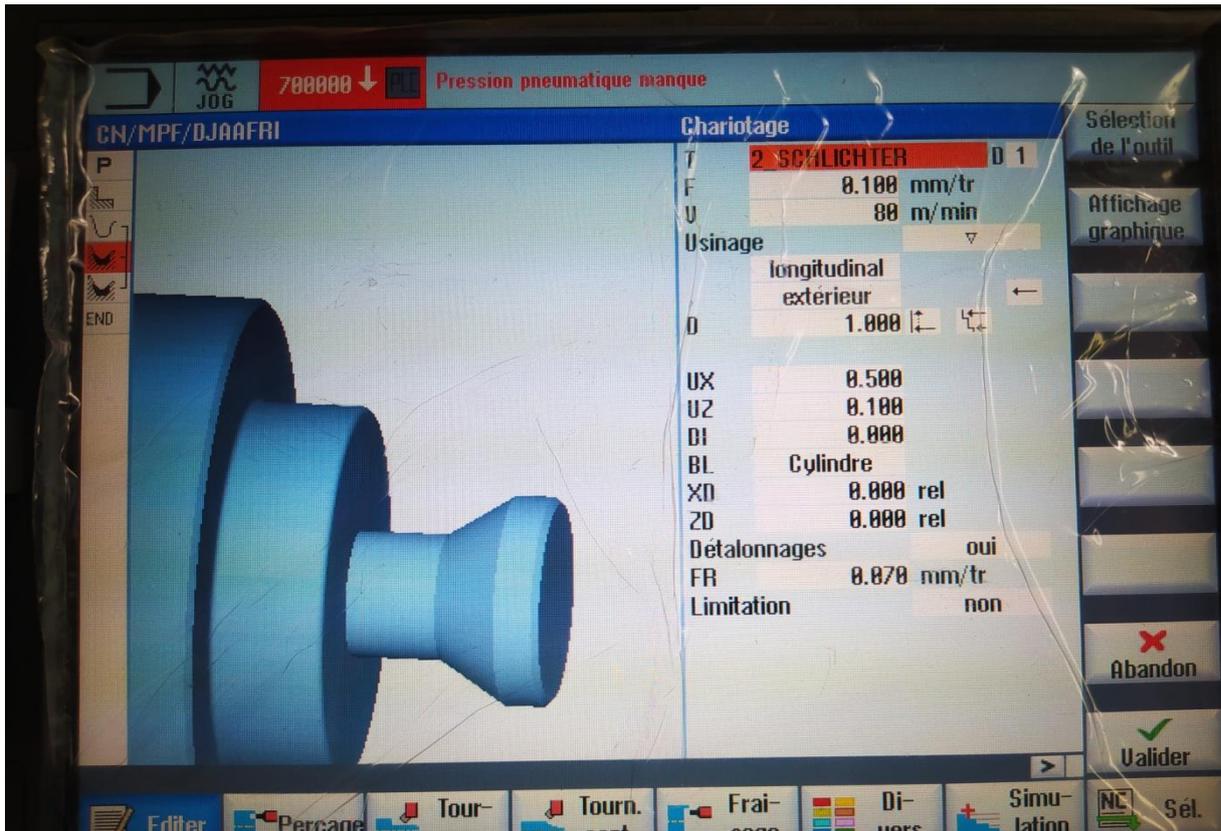


Figure.III.13. Détermination des paramètres ébauche

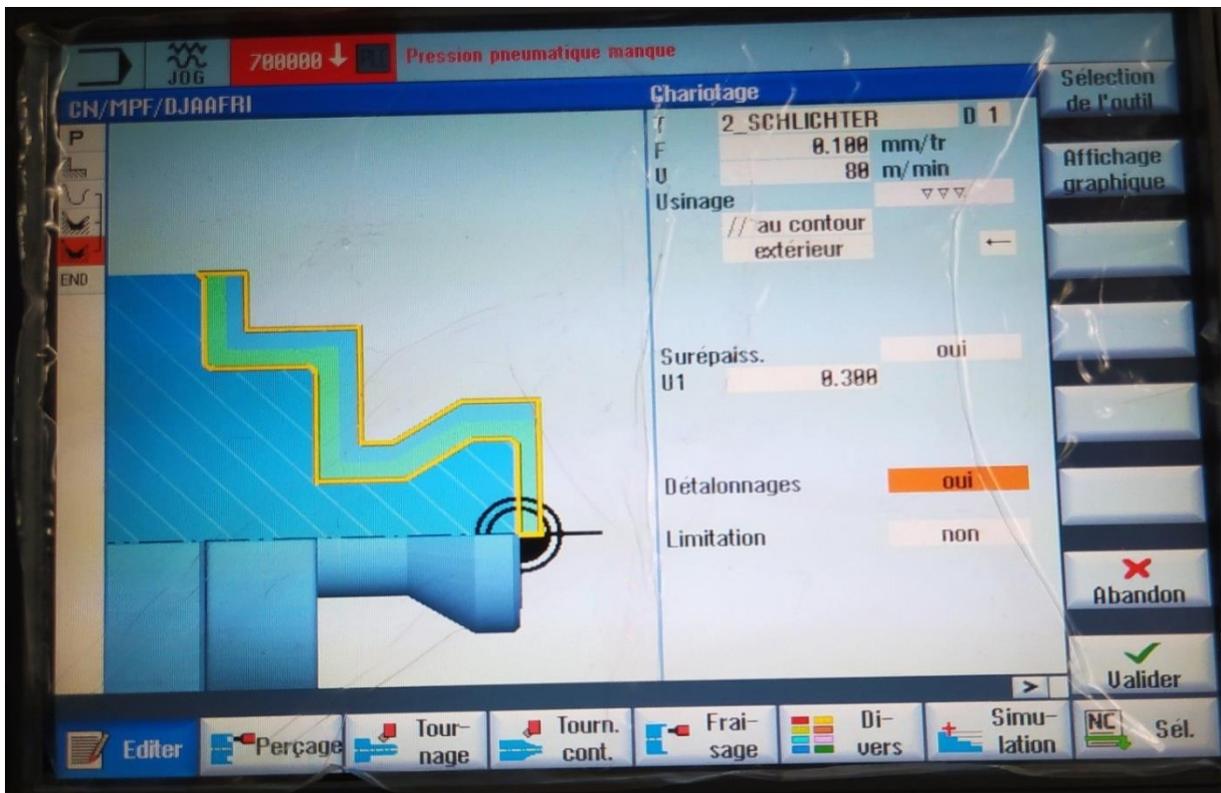


Figure.III.14. Détermination des paramètres finition

III.2.3.4. Réalisation de la gorge :

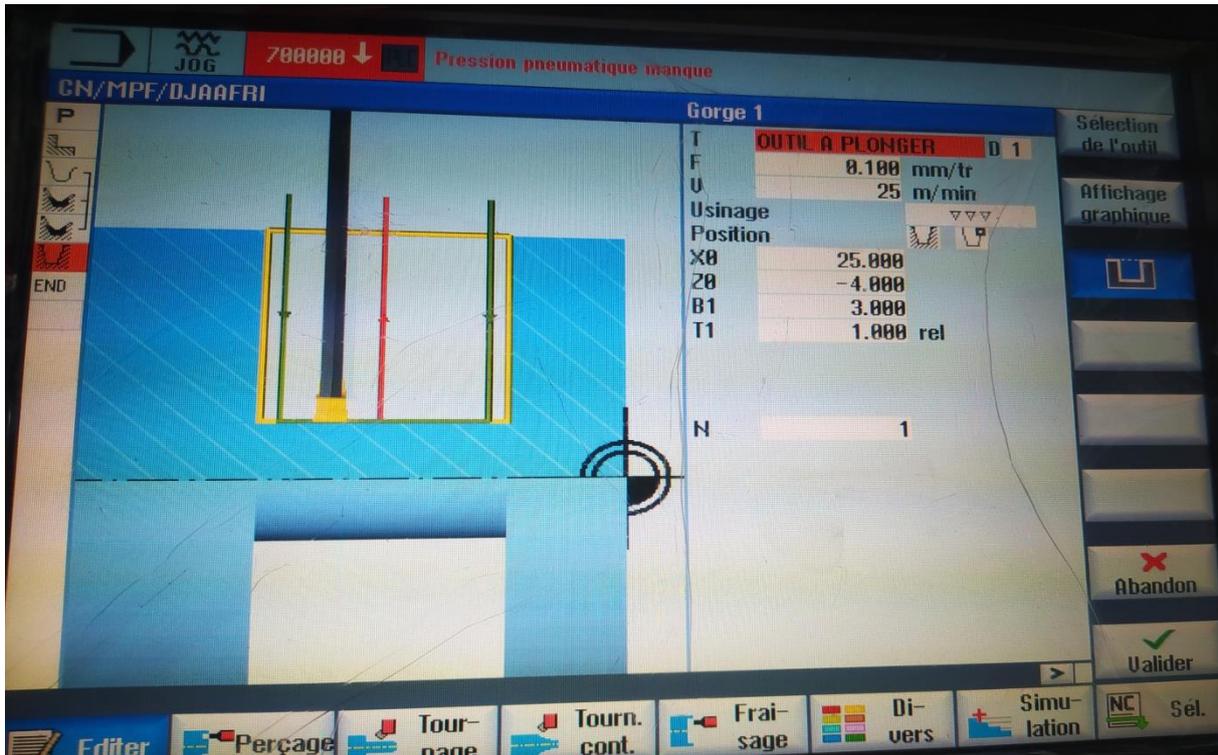


Figure.III.15. Réalisation d'une gorge

III.2.3.5. Simulation d'usinage :

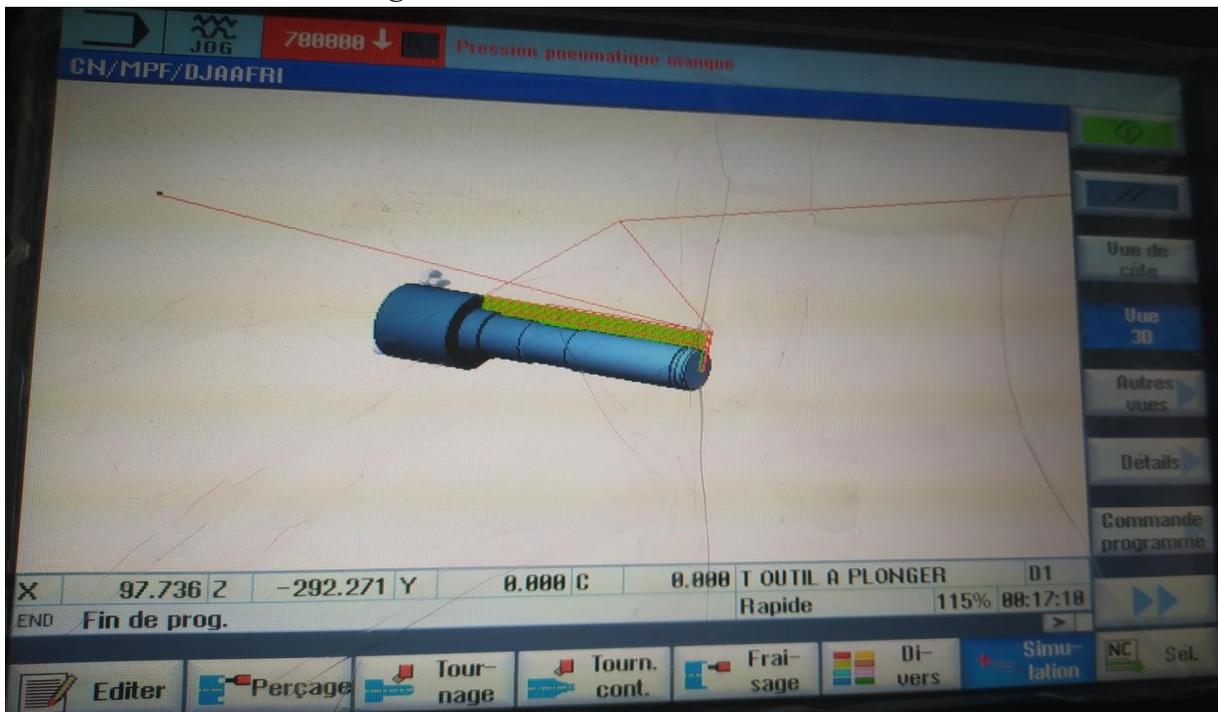


Figure.III.16. Simulation d'usinage

Conclusion de l'étude

Nous avons fait l'étude de la gamme d'usinage de l'arbre de transmission selon deux méthodes

1. La méthode conventionnelle classique qui permet de garantir les exigences techniques imposées.
2. L'usinage sur machine outil à commande numérique avec cycles développés.

Comparaison des deux méthodes.

Méthodes conventionnelle

Méthode sur machine outil à CN

PHASES	DESIGNATION DE PHASE
100	Contrôle du brut
200	Dressage centrage
300	Tournage
400	Fraisage
500	Taillage denture/cannelures
600	Traitements thermiques
700	Rectification des portées et de la denture
800	Contrôle finale

PHASES	DESIGNATION DE PHASE
100	Contrôle du brut
200	Dressage centrage
	Tournage
	Fraisage
	Taillage denture/cannelures
300	Traitements thermiques
400	Rectification des portées et de la denture
500	Contrôle finale

Avantage de la commande numérique

- Gain en nombre de phases
- Précision dimensionnelle
- Gain de temps
- Fabrication plus sécurisée

CHAPITRE IV

Partie

Réalisation

IV.1. Partie réalisation :

Pour la partie réalisation nous proposons une pièce brute en alliage d'aluminium pour vérifier les formes usinées et confirmer la faisabilité sur les pièces en Acier 42CrMo4.



Figure IV.1 Photo de la pièce brute



Figure IV.2 Tour à CN « EMCO TURN E25 »



Figure IV.3 Partie opérative

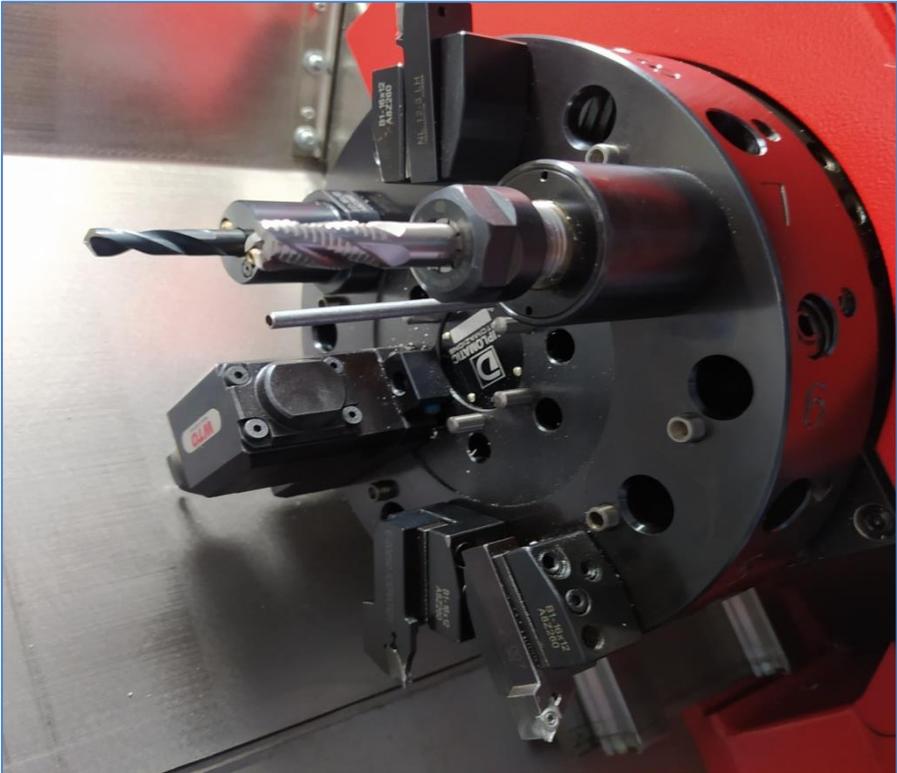


Figure IV.4 Photo de la tourelle porte outil

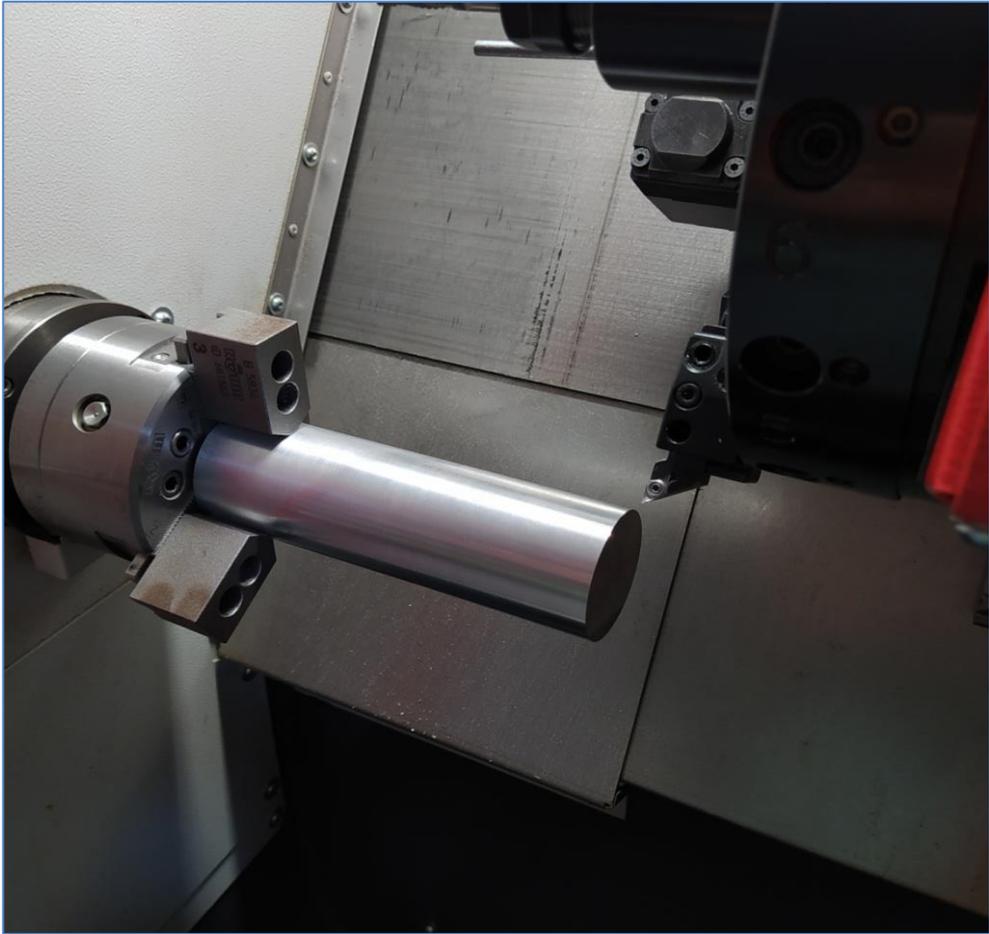


Figure IV.5 Photo du montage de la pièce sur le tour



Figure IV.6.a. Outil de contournage



Figure IV.6 b. Outil à gorge

Conclusion générale :

A la fin de ce travail effectué dans le cadre de la formation du master, nous pouvons donner les conclusions suivantes :

- Le sujet que nous avons traité nous a permis de revoir plusieurs volets de cours acquis durant notre formation
- Le thème traité nous a conduits à une étude bibliographique sur le mécanisme de transmission, les matériaux employés pour la fabrication des arbres, les techniques de fabrication permettant l'obtention des formes requises.
- Pour conduire à bien notre travail nous avons modélisé par le logiciel de DAO en l'occurrence **SOLIDWORKS** les différents composants de la boîte de renvoi.
- La réalisation de la gamme d'usinage d'après la méthode conventionnelle et sur machine à CN nous a permis de voir avec détails l'importance et l'avantage de chaque méthode de fabrication.
- Notre mémoire basé sur un volet pratique a contribué considérablement au développement de plusieurs connaissances d'ordre pratique particulièrement l'utilisation de l'outil de la CFAO est la manipulation directe sur la machine à CN.
- Nous souhaitons que ce modeste travail soit encore enrichi par le développement de la partie taillage des engrenages et la possibilité de réaliser la denture sur le tour EMCO TURN E25.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1]<https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-mecanismes-de-transmission-du-mouvement-s1436>

[2]intro[https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_\(mécannique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_(m%C3%A9canique))

[3][https://www.maxicours.com/se/cours/caracteristiques-des-arbres-1/#:~:text=Pour%20les%20arbres%20de%20transmission,selon%20le%20code%20de%20désignation.&text=Ces%20types%20d%27acier%20utilisés,des%20aciers%20à%20trempabilité%20moyenne.](https://www.maxicours.com/se/cours/caracteristiques-des-arbres-1/#:~:text=Pour%20les%20arbres%20de%20transmission,selon%20le%20code%20de%20d%C3%A9signation.&text=Ces%20types%20d%27acier%20utilis%C3%A9s,des%20aciers%20%C3%A0%20trempabilit%C3%A9%20moyenne.)

[4] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_thermique_d%27un_métal](https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_thermique_d%27un_m%C3%A9tal)

[5]https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_thermique_superficiel#Traitement_thermochimique