

Remerciements

J'adresse mes remerciements à la société COMMECA TUNISIE et l'ensemble du personnel, pour m'avoir permis d'effectuer mon stage au sein de leur entreprise.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à tous les responsables de l'entreprise et en premier lieu mon encadrant **Mr. MESSADI** Mourad pour sa disponibilité, son accueil au sein de l'équipe et sa précieuse aide ainsi que ses interventions dans le but d'amélioration de mes connaissances dans le domaine professionnel.

Je profite de cette occasion pour exprimer ma reconnaissance à tous les enseignants et au corps administratif de l'institut supérieur des études technologiques de Nabeul.

Enfin, j'ai l'honneur d'exprimer mes vifs remerciements et gratitude à tous ceux qui m'ont apporté leurs soutiens pour élaborer et mener à bien mon stage et mon rapport dans les meilleures conditions possibles.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise COMMECA	2
1. Présentation de l'entreprise COMMECA.....	2
1.1. Présentation générale.....	2
1.2. Secteur d'activité et marché de l'entreprise.....	3
1.3. Compétences.	4
1.4. Historique de la société	4
1.5. Plan d'accès COMMECA TUNISIE	5
1.6. Organigramme hiérarchique de la société	5
1.7. La structure.....	6
Chapitre 2 : Activité de l'entreprise	7
1. Activités dans l'entreprise	7
1.1. Introduction	7
1.2. Unité méthode.....	7
1.3. Unité de débit	8
1.4. Unité d'outillage	9
1.5. Unité d'usinage	10
1.6. Tournage	10
1.6.1. Définition du tournage	10
1.6.2. Les différents types d'opérations	11
1.6.3. Parc de tournage.....	11
1.7. Fraisage	13
1.7.1. Définition de fraisage	13
1.7.2. Les différents types d'opérations	13
1.7.3. Parc de fraisage.....	13
1.8. Unité de perçage	15
1.9. Unité d'usinage par électroérosion à fil.....	16
1.10. Rectification	17
1.11. Unité de finition	18
1.11.1. Ebavurage	19
1.11.2. Tribofinition.....	19
1.11.3. Sablage.....	20
1.11.4. Gravure	20

1.12.	Unité de Contrôle qualité	21
1.13.	Unité d'export	22
1.14.	Conclusion	23
Chapitre 3 : Etude de cas		24
1.	Présentation du projet :	24
1.1.	Problématique :	24
•	Présentation du dessin de définition de la pièce.....	25
1.2.	Etude de l'existant :	26
1.2.1.	Conception de la pièce :	26
1.2.2.	Matériau utilisé :	26
1.2.3.	Méthode de fabrication :	26
1.2.4.	Dimensions :	26
1.2.5.	Tolérances :	26
1.2.6.	Les machines utilisées :	26
1.2.7.	Programme d'usinage :	26
1.2.8.	Finition de surface :	26
1.2.9.	Contrôle qualité :	26
1.2.10.	Analyse des coûts et de la faisabilité :	26
1.2.11.	Objectifs :	27
2.	Choix de la solution :	27
3.	Description du travail réalisé	27
3.1.	Gamme d'usinage	27
3.2.	Programmation par cycle	33
3.2.1.	Phase 70	33
3.2.2.	Phase 80	35
3.2.3.	Phase 90	37
3.2.4.	Phase 100	39
3.2.5.	Phase 110	41
3.2.6.	Phase 120	42
3.2.7.	Phase 130	44
Conclusion Générale		46

Liste des figures

Figure 1:L'évolution du capital de l'année 2008 à 2021.....	2
Figure 2:Organigramme de la société.....	5
Figure 3:Structure de la société.....	6
Figure 4:Unité Méthode.....	7
Figure 5:Unité de Débit.....	8
Figure 6 :Magasin d'outils.....	9
Figure 7 :Banc de réglage.....	10
Figure 8: Parc Tournage CN.....	12
Figure 9: Parc fraisage conventionnel.....	14
Figure 10: Parc de fraisage à commande numérique.....	15
Figure 11: Unité de perçage.....	16
Figure 12: Charmilles Robofil 290 AWT.....	17
Figure 13: Rectifieuse plane.....	17
Figure 14: Rectifieuse cylindrique.....	18
Figure 15: Unité de finition.....	18
Figure 16: Ebavurage d'une pièce.....	19
Figure 17: Machine vibrante.....	19
Figure 18: Cabine de sablage.....	20
Figure 19: Zone de Gravure.....	20
Figure 20: Unité de Contrôle qualité.....	21
Figure 21: Machine de contrôle tridimensionnelle MMT.....	21
Figure 22: Colonne de mesure.....	22
Figure 23: Unité d'export.....	23
Figure 24: dessin de définition de la pièce.....	25
Figure 25: montage de phase 70.....	34
Figure 26: montage de phase 80.....	36
Figure 27: montage de phase 90.....	38
Figure 28: montage de phase 100.....	40
Figure 29: montage de phase 110.....	42
Figure 30: montage de phase 120.....	43
Figure 31: montage de phase 130.....	45

Liste des tableaux

Tableau 1: Les tours conventionnelles	11
Tableau 2: Les tours à commande numériques	12
Tableau 3: Les fraiseuses conventionnelles	13
Tableau 4: Les fraiseuses à commande numériques	14
Tableau 5: Liste des perceuses et des taraudeuses	15
Tableau 6: Caractéristiques de la Charmilles Robofil 290 AWT	16

Introduction générale

Dans le cadre de la formation de perfectionnement de chaque étudiant, les cours théoriques sont complétés par l'analyse de cas pratiques, par des visites d'entreprises, et surtout par des stages en entreprises qui permettront à ses lauréats de confronter des situations réelles, de nouer des relations nouvelles et d'affronter des difficultés concrètes.

Dans ce sens, le cursus universitaire de l'institut supérieur des études technologiques a inséré dans son programme des stages de formations ayant pour principal but la familiarisation de l'étudiant avec le monde de l'industrie et de comprendre les enjeux dont il est question. Cependant, j'ai opté pour effectuer un stage d'initiation ou encore un stage d'observation au sein de la société COMMECA TUNISIE qui s'est déroulé du 10 janvier jusqu'au 04 février 2024.

L'objectif réel est d'avoir une vision globale sur la structure et les activités d'une société dans la fabrication mécanique et particulièrement spécialisé dans la mécanique de précision. Le présent rapport expose en deux parties les grands axes de cette expérience.

La première partie traite la présentation de COMMECA TUNISIE ainsi que la structure et l'organisation de cette société et la deuxième partie détermine les unités de production et les techniques de fabrication utilisées.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise COMMECA

1. Présentation de l'entreprise COMMECA

1.1. Présentation générale

COMMECA Anjou et COMMECA TUNISIE sont deux filiales du même groupe français « MECAPROFILE ».

COMMECA Anjou est une société française créée en 1981, bénéficie de 40 ans d'expertise en mécanique de précision.

COMMECA TUNISIE est une société tunisienne créée en 2006 sous la forme juridique SARL, implantée à Nabeul depuis 2010, s'est spécialisée également en mécanique de précision.

Comparatif chiffre d'affaire 2008-2021

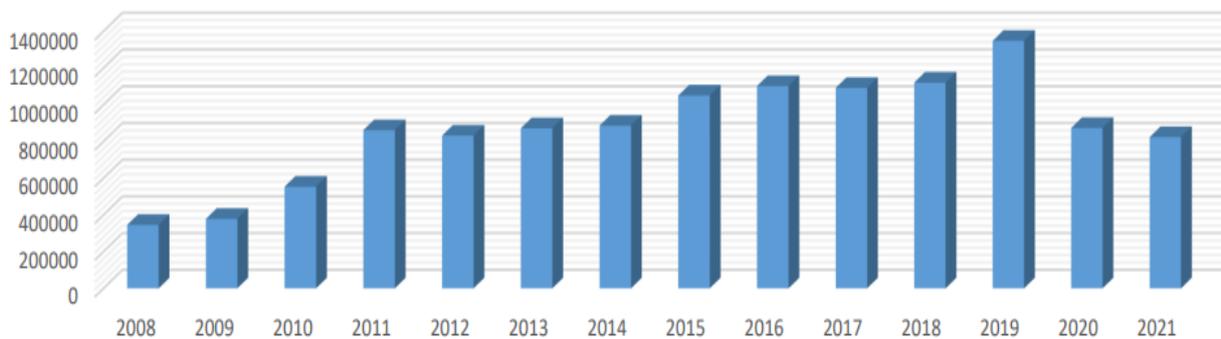


Figure 1: L'évolution du chiffre d'affaire de l'année 2008 à 2021

Avec un capital qui ne cesse pas d'augmenter et qui a atteint 469 000 dt en 2018 tout en réalisant plus que 3 000 000 dt comme chiffre d'affaires, disposant d'un atelier de 1400 m² et contenant un effectif de 36 personnes, COMMECA TUNISIE développe des compétences en usinage de précision comme le tournage numérique, le fraisage numérique et l'électroérosion. L'usine travaille sur tous métaux et tous plastiques usinables, de la pièce unitaire à la moyenne série.

Le groupe « MECAPROFILE » atteint les meilleurs niveaux de qualité et d'exigence par l'implication quotidienne de ses techniciens et sa maîtrise des processus de production, validée en France par les certifications ISO 9001 et EN 9100.

1.2. Secteur d'activité et marché de l'entreprise

La société COMMECA TUNISIE vise des différents secteurs d'activité et travail sur plusieurs marchés : aéronautique, défense, énergétique (pétrole, gaz, nucléaire), médicale, spatial ainsi que d'autres secteurs comme l'imprimerie

- **ENERGIE : 24%**

- SERIMAX (Groupe Vallourec) : Soudure orbitale sur pipeline

- POLYSOUDE : Machines de soudure orbitale

- PCM : Systèmes de pompage (Oil&Gas et Food)

- **FERROVIAIRE : 17%**

- PANDROL : construction de voies ferrées

- **SYSTÈME PNEUMATIQUE ET HYDRAULIQUE : 16%**

- DS DYNATEC /TXCOM : fabricant et commercialise des électrovannes et des vérins rotatifs.

- **IMPRIMERIE : 11%**

- CODIMAG : Machines d'impression d'étiquettes

- SRAMAG : Fabricant de solutions d'impression et façonnage pour étiquettes adhésives en laize étroite

- **AERONAUTIQUE : 10%**

- MEGGITT (Moteurs électriques, actionneurs électromécanique)

- **ELECTRONIQUE : 10%**

- EUROPLACER : Machines de pose de composants CMS

- **MEDICAL : 6%**

- WESTLINE : fabrication de systèmes complexes intégrant l'électronique, l'optronique, la mécatronique et l'ingénierie informatique

- MEDICAL INNOVATION

- **DIVERS : 6%**

- **1.3. Compétences.**

- Tournage numérique, fraisage numérique et électroérosion
 - Tournage et fraisage conventionnels,
 - Soudage
 - Assemblage de sous-ensembles mécaniques et montage d'ensembles complets

Utilisation d'une GPAO indépendante mais logiciel identique à la France Une rotation hebdomadaire entre COMMECA France et COMMECA Tunisie

Avec un effectif de 36 personnes, COMMECA Tunisie dispose :

- D'un atelier de 1400 m² climatisé
- D'un bâtiment supplémentaire de 750 m², équipé d'une salle dédiée au montage depuis mi-2019

- **1.4. Historique de la société**

Afin de développer au mieux sa place sur le marché ; COMMECA a eu une évolution qui se traduit par la création de nouveaux créneaux :

1981 : - Création de l'entreprise COMMECA.

1985 : - COMMECA s'installe en zone industrielle de Beaucozé. 800 m² de Bâtiments couverts. 30 personnes.

1990- 55 personnes. Extension à 1600 m². - Mise en service des méthodes et du montage.

1995 : - 60 personnes. Extension à 2500 m².

- Mise en service de l'outil de gestion de production (GCSP).

- Certification ISO 9001.

- Investissement de centres horizontaux UGV.

2000 : - 70 personnes. Mise en service du département électroérosion fil.

- Mise en service de Goélan Missler.

- Mise en service des centres 5 axes.

- Création du département médical.

2004 : - Mise en service d'une structure achats.

- Mise en production d'un atelier en Tunisie.

- Intégration d'un ingénieur chargé d'affaires secteur industriel et d'un ingénieur chargé d'affaires secteur médical.

2008 : - COMMECA Anjou 60 personnes. COMMECA Tunisie 40 personnes.

- Mise en place de la méthode Kaisen+5S.

- Intégration de compétence en câblage. Intégration de la gravure laser.

2019 : - Préparation de la Certification EN 9100

1.5. Plan d'accès COMMECA TUNISIE

Av. HEDI KHAFETCHA 8011, Nabeul Dar Chaâbane El Fehri

commecatunisie@topnet.tn

www.commecatunisie.com.tn

COMMECA TUNISIE a fait le choix de développer en interne ses compétences, de fidéliser son personnel et de parier sur la jeunesse de son effectif : avec une moyenne d'âge inférieure à 30 ans l'ensemble du personnel a progressé avec la société avec le soutien de COMMECA ANJOU.

1.6. Organigramme hiérarchique de la société

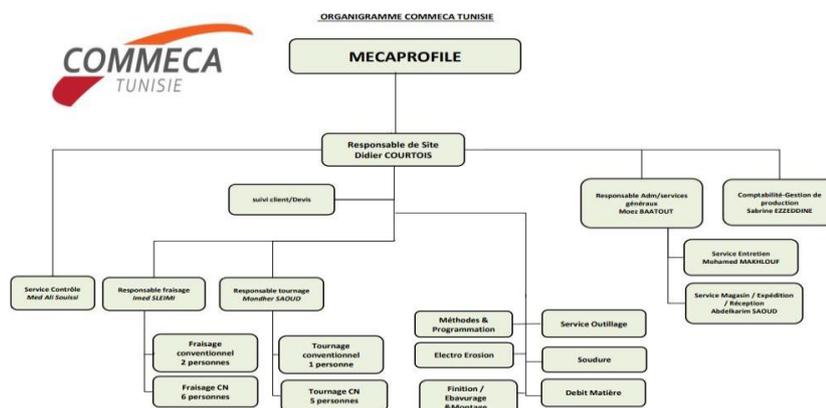


Figure 2: Organigramme de la société

1.7. La structure



Figure 3: Structure de la société

Chapitre 2 : Activité de l'entreprise

1. Activités dans l'entreprise

1.1. Introduction

Dans ce chapitre on va voir les activités de l'entreprise pendant un mois et l'ordre pour obtenir des pièces.

- Processus de fabrication

1.2. Unité méthode

Composée d'un ingénieur et un technicien Cette unité prend en charge deux tâches principales :

- La première, l'ingénieur commande la matière première généralement de la France en passant par la société mère COMMECA ANJOU. Dès que la matière arrive à l'usine, il donne un ordre vers l'unité de Débit qui consiste à commencer le découpage de la matière première en dimensions plus adéquates à l'usinage.
- La deuxième, c'est de préparer un dossier complet qui contient toutes les informations nécessaires pour la fabrication de la pièce à usiner : plan, gamme d'usinage, le programme, les outils et le montage nécessaires... la conception est faite par le logiciel SOLIDWORKS, pour le programme il est élaboré soit par le logiciel TOPSOLID, qui va être envoyé vers la machine ou par les techniciens ils mêmes qui met le programme dans la machine.



Figure 4: Unité Méthode

Cette unité définit aussi le type de montage et une liste des outils qui vont être utilisés, cette liste est passée chez l'unité d'outillage afin de préparer les outils nécessaires à la fabrication.

Tous autres paramètres concernent l'usinage comme le type de lubrifiant ou le temps d'usinage sont aussi fixés par la même unité. Ainsi qu'une liste des cotes précises qui il faut tenir compte lors de l'usinage est aussi préparé et passé chez le service contrôle qualité.

Après avoir fourni ce travail, l'unité méthode et programmation donne un ordre de fabrication (OF) vers les autres unités pour commencer l'usinage.

1.3. Unité de débit

Dans la société, il existe une grande partie de débitage comporte tous les types des matériaux (cuivre, inox, acier, etc.) avec plusieurs formes Cette partie contient des machines de cisailage scie à ruban horizontale et scie à ruban verticale, 2 machines de nettoyage et une machine de sablage.

Suit à un ordre envoyer par le bureau de méthode, dans unité de débit s'effectue le découpage de la matière selon ce qui est planifié auparavant. Cette opération consiste à découper les bars selon des longueurs visées selon les dimensions des barres d'acier livrées en matière première.

Les ouvriers sont responsables à organiser la matière, faire le cisailage des pièces brut pour assurer la préparation des pièces à l'usinage.

➤ Equipement

Le choix de la machine de découpage dépend de la section, dureté, matière première et les machines existant chez COMMECA.



Figure 5: Unité de Débit

1.4. Unité d'outillage

Cette unité contient tous les outils nécessaires pour toutes les opérations et aussi les montages de fraises pour chaque pièce. Les montages sont fabriqués dans COMMECA.

Les outils sont en acier rapide (ARS), en carbure ou à plaquettes, les plus utilisés sont en carbure et à plaquettes. Pour les fraises de diamètre inférieur à 5 il est recommandé qu'elles soient en carbure car il est plus dur.

Quand le dossier de fabrication arrive à cette unité, l'outillage doit être préparé pour l'opérateur qui va travailler l'article.

C'est le responsable d'outillage qui prépare l'outillage aussi il commande les outils et les plaquettes manquantes.



Figure 6 :Magasin d'outils

- Banc de réglage

Le banc de réglage sert à régler les rayons des grains d'alésage et aussi de calculer la tête des forêts.

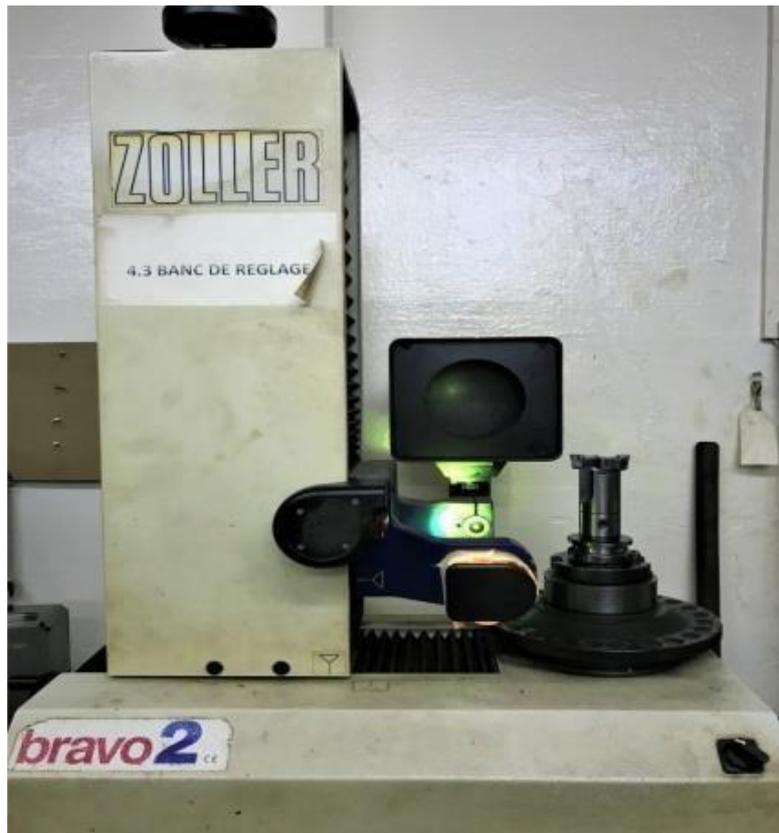


Figure 7 :Banc de réglage

1.5. Unité d'usinage

Cette unité se devise en plusieurs sous unités : tournage, fraisage, perçage, électroérosion...

Dans cette unité se réalise la fabrication des pièces c'est-à-dire la transformation d'une pièce brute à une pièce finie par un procédé de mise en forme appelé enlèvement de matière.

1.6. Tournage

1.6.1. Définition du tournage

C'est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de révolution à l'aide des outils différents chaque outil fait une opération. La pièce à usiner est fixée dans une pince, dans un mandrin, ou entre pointes.

Dans le tournage la pièce tourne selon l'axe Z et l'outil se déplace selon l'axe X.

L'axe Z est toujours l'axe de rotation de la broche qui correspond à l'axe de rotation du mandrin et de la pièce. X correspond à l'axe perpendiculaire à Z.

1.6.2. Les différents types d'opérations

- Dressage ébauche et finition
- Chariotage ébauche et finition
- Filetages extérieurs
- Filetages intérieurs
- Gorge frontale
- Alésage
- Tronçonnage
- Chanfreinage
-

1.6.3. Parc de tournage

L'unité de tournage au sein de la société est divisée en deux parties : tournage à commande numérique et le tournage conventionnel.

1.6.3.1. Tournage conventionnel

Les tours conventionnels sont généralement utilisés dans la phase d'ébauche puisqu'ils ne sont pas précis et aussi pour le but de diminuer le coût de la fabrication des pièces. La partie de tournage conventionnel contient deux tours avec les propriétés indiquées ci-dessous :

Nom machine	Course axe X (mm)	Course axe Z (mm)
Cholet	1000	400
Cazeneuve	1000	400

Tableau 1: Les tours conventionnelles

1.6.3.2. Tournage à commande numérique

Les tours à commandes numériques sont utilisées pour obtenir des pièces finis avec des cotes très précises. Cette société contient 10 tours numériques. Voici un tableau qui contient le nom des tours numériques et la longueur de course de ces axes :

Tours Numériques	Course selon X (mm)	Course selon Z (mm)
Quick Tech TT-42 (8 axes)	410	360
Haas SL-20T	213	572
Shenyang CAK3275	200	500
Shenyang CAK50135EI	240	1600
Eagle SML-30	246	770
Nakamura TMC20	150	200
Astral Daewoo	150	200
Leadwell T6	170	450
Leadwell F1	279	357
Nakamura TMC30	215	580

Tableau 2: Les tours à commande numériques



Figure 8: Parc Tournage CN

1.7. Fraisage

1.7.1. Définition de fraisage

Le fraisage est un procédé de fabrication où l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : la rotation de l'outil de coupe, d'une part, et l'avancée de la pièce à usiner d'autre part.

1.7.2. Les différents types d'opérations

- Surfaçage
- Rainurage
- Epaulement
- Rainurage en T
- Pointage
- Perçage non débouchant
- Perçage débouchant
-

1.7.3. Parc de fraisage

L'unité fraisage comme celle de tournage est aussi divisé en deux parties : fraisage à commande numérique et le fraisage conventionnel.

1.7.3.1. Fraisage conventionnel

La partie de fraisage conventionnel contient 2 machines utilisées généralement dans l'étape ébauche pour des raisons purement économiques.

Nom machine	Course selon X (mm)	Course selon Y (mm)	Course selon Z (mm)
KIHEUNG	900	300	300
Dufour	800	250	300

Tableau 3: Les fraiseuses conventionnelles



Figure 9: Parc fraissage conventionnel

1.7.3.2. Fraisage à commande numérique

Ce secteur de l'usine contient les fraiseuses et les centres d'usinages à commande numérique. Voici un tableau récapitulant l'ensemble de ces machines et leurs caractéristiques :

Centres d'usinage et fraiseuses Numériques	Course selon X (mm)	Course selon Y (mm)	Course selon Z (mm)
Haas VF-3SS (CU vertical)	1016	508	635
Leadwell VMC40	900	500	500
Leadwell V201	500	350	500
Cincinnati Arrow 500	510	510	510
Bridgeport interact 412	350	300	300
Mikron WF71	650	500	350
Cincinnati Dart 500	510	510	510
Feeler VMP 30	367	200	480
Hermle VWF851	500	450	350
Hermle VWF600	500	450	350

Tableau 4: Les fraiseuses à commande numériques



Figure 10: Parc de fraisage à commande numérique

1.8. Unité de perçage

Cette unité comme son nom l'indique est la zone où se fait la majorité des perçages des pièces, mais aussi où se fait l'opération de taraudage et la réalisation des chanfreins. Les pièces peuvent passées par cette unité que ce soit au début de leur usinage ou dans la fin, cela dépend de la pièce et la méthode de sa fabrication.

Cette unité est équipée de plusieurs types des perceuses et une machine pour le taraudage. Voici un tableau contenant toutes machines dans cette unité.

Type	Nature
Perceuse radial GSP 405	Perçage
Perceuse à colonne Brico dépôt	Perçage
Perceuse a colonne TITAN	Perçage
Perceuse a colonne Milacron PE 15	Perçage
Taraudeuse pneumatique Roscamat M2-M27	Taraudage

Tableau 5: Liste des perceuses et des taraudeuses



Figure 11: Unité de perçage

1.9. Unité d'usinage par électroérosion à fil

L'usinage par électroérosion est une technique procédant par fusion, vaporisation et éjection de la matière. L'énergie est apportée par des décharges électriques passant entre deux électrodes, la pièce et l'outil. Cette technique permet d'usiner tous types de matériaux (métaux, alliages, carbures, graphites, etc....) quelle que soit la dureté. Il existe trois types d'usinage par électroérosion :

- L'électroérosion par enfonçage
- L'électroérosion par fil
- Le perçage rapide

COMMECA TUNISIE dispose d'une machine électro-érosion par fil Charmilles Robofil 290AWT. Voici un tableau récapitulant les caractéristiques de cette machine :

Nature	Course selon X (mm)	Course selon Y(mm)	Course selon Z (mm)
Electro-érosion par fil	398	249	200

Tableau 6: Caractéristiques de la Charmilles Robofil 290 AWT

La technique est utilisée pour l'usinage de formes complexes, à condition qu'elles soient formées de surfaces réglées (génératrice rectiligne). En effet, le fil doit être tendu pour que l'on évite des débattements trop importants (le fil est, en fait, une corde vibrante soumise à des sollicitations électriques à haute fréquence).



Figure 12: Charmilles Robofil 290 AWT

1.10. Rectification

Afin d'améliorer l'état de surface des pièces mécaniques, nous procédons à des opérations de rectification. La rectification est souvent utilisée dans le but de préparer des surfaces frottantes, par exemple, la portée d'un arbre qui tournera dans un palier lisse ou dans un joint d'étanchéité. Elle peut également être utilisée pour donner un profil particulier à la pièce lorsque la meule a été au préalable usinée au profil complémentaire.



Figure 13: Rectifieuse plane



Figure 14: Rectifieuse cylindrique

1.11. Unité de finition

Après l'usinage, la pièce passe par l'unité finition, une étape indispensable pour garantir un produit fini nettoyé, ébavuré et qui répond aux exigences de finition demandées par les clients.



Figure 15: Unité de finition

1.11.1. Ebavurage

Après l'usinage, les pièces contiennent généralement quelques bavures qui doivent être enlevées pour avoir une pièce finie. Pour se faire, l'unité procède à l'ébavurage par l'utilisation des outils à main spéciaux qui facilitent l'enlèvement de la matière et les papiers abrasifs, on parle de l'ébavurage à main.



Figure 16: Ebavurage d'une pièce

1.11.2. Tribofinition

Dans des autres cas, on procède à la Tribofinition. Cette technique permet de modifier l'état de surface et les arêtes de pièces en métal, en matière synthétique, en céramique, en les immergeant dans un mélange abrasif mis en mouvement vibratoire, oscillatoire, ou rotatif dans une cuve ouverte ou fermée.



Figure 17: Machine vibrante

1.11.3. Sablage

Le sablage est une technique industrielle de nettoyage des grandes surfaces en utilisant un abrasif projeté à grande vitesse à l'aide d'air comprimé au travers d'une buse, sur le matériau à décaper. C'est également une technique de ravalement de façade.



Figure 18: Cabine de sablage

1.11.4. Gravure

Après la finition, dans certaine série de pièce le client demande qu'elle soit marquée. L'opération de marquage se fait grâce à une machine de gravure pneumatique semi-automatique (fixation de pièces manuelle).



Figure 19: Zone de Gravure

1.12. Unité de Contrôle qualité

L'objectif de la société est de fournir à ses clients une qualité européenne de produit. Pour cela COMMECA TUNISIE est dotée de :

- Une machine de contrôle tridimensionnelle MMT
- Une colonne de mesure
- Autres outils de contrôles (pied à coulisses, tampon, micromètre, comparateur, ...)



Figure 20: Unité de Contrôle qualité



Figure 21: Machine de contrôle tridimensionnelle MMT



Figure 22: Colonne de mesure

1.13. Unité d'export

Après les opérations de finition il est indispensable de protéger et d'emballer les pièces mécaniques pour éviter leur détérioration et leur dégradation lors de transport.

Pour la protection des pièces précises il est recommandé de les mettre dans des pochettes à bulles puis les arranger dans des cartons et écrire la référence et le nombre.

Le conditionnement s'effectue pour les pièces en acier par des produits de protection anticorrosif tel que l'ENSIS DW 1200.

Les pièces fabriquées en excès sont aussi stockées dans cette unité.



Figure 23: Unité d'export

1.14. Conclusion

C'est une société extrêmement diversifiée où le travail dans l'atelier est omniprésent. En tant que spécialiste dans la construction mécanique, « COMMECA TUNISIE » a besoin de plusieurs machines pour bien mener ses travaux et ses projets.

Chapitre 3 : Etude de cas

1. Présentation du projet :

1.1. Problématique :

Comment optimiser le processus d'usinage pour améliorer l'efficacité tout en maintenant la qualité et en réduisant les coûts de production ?

• Présentation du dessin de définition de la pièce

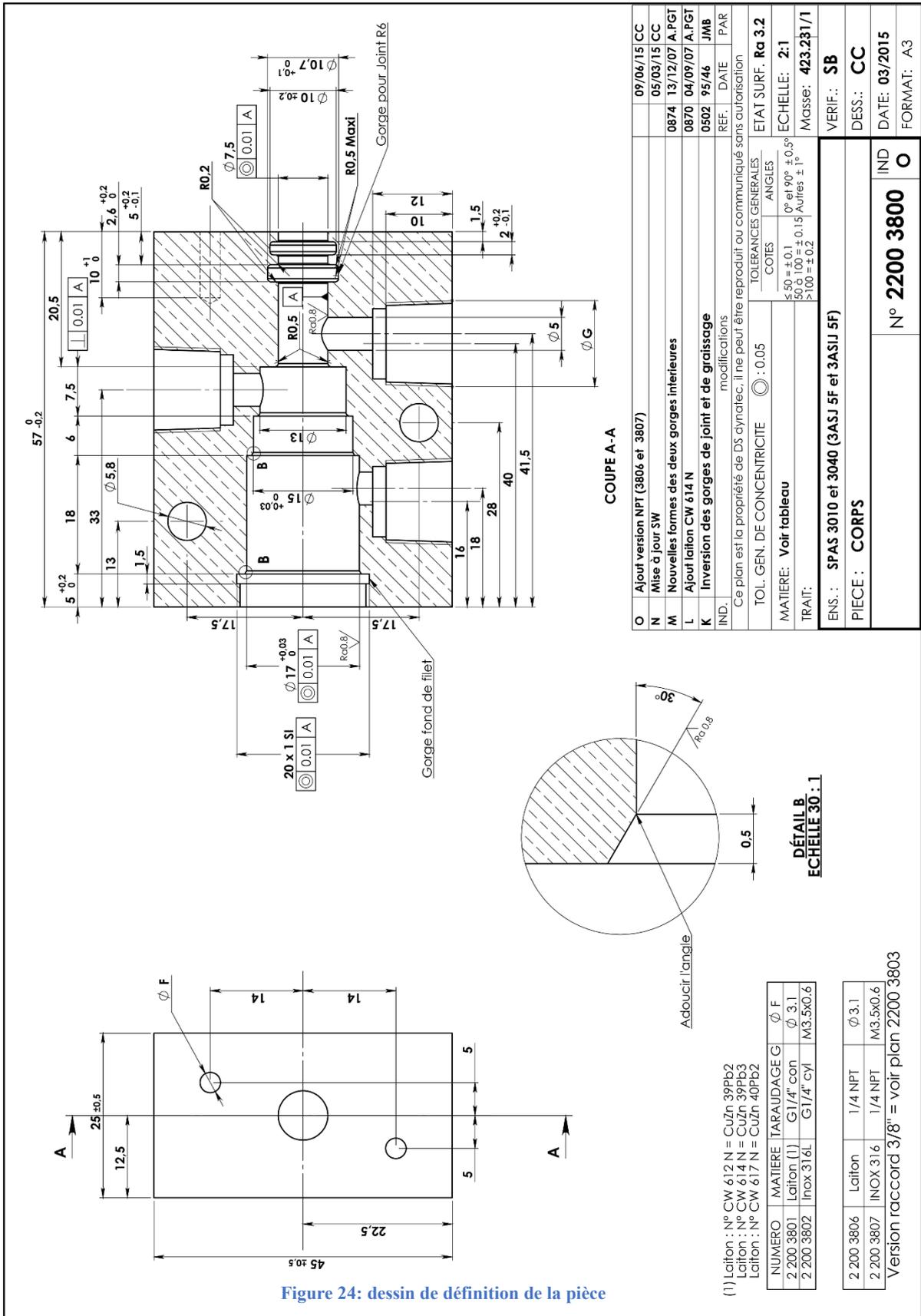


Figure 24: dessin de définition de la pièce

1.2. Etude de l'existant :

1.2.1. Conception de la pièce :

Examiner les plans ou les modèles de la pièce pour comprendre sa géométrie, ses fonctionnalités et son but.

1.2.2. Matériau utilisé :

Identifier le matériau de base de la pièce.

1.2.3. Méthode de fabrication :

Analyser comment la pièce a été fabriquée, notamment le processus d'usinage utilisé (tournage, fraisage, perçage, etc.).

1.2.4. Dimensions :

Mesurer précisément les dimensions de la pièce pour s'assurer qu'elle est conforme aux spécifications requises.

1.2.5. Tolérances :

Évaluer les tolérances dimensionnelles spécifiées pour la pièce et vérifier si elles sont respectées.

1.2.6. Les machines utilisées :

Choisir les machines à utiliser pour usiner la pièce

1.2.7. Programme d'usinage :

Créer les codes pour les machines numériques

1.2.8. Finition de surface :

Examiner la qualité de la finition de surface de la pièce, qui peut avoir un impact sur sa fonctionnalité et son esthétique.

1.2.9. Contrôle qualité :

Vérifier si la pièce a été soumise à des tests de contrôle qualité pour détecter d'éventuels défauts ou non-conformités.

1.2.10. Analyse des coûts et de la faisabilité :

Étudier les coûts associés à la fabrication de la pièce et évaluer sa faisabilité en termes de processus de fabrication, de matériaux et de ressources nécessaires.

1.2.11. Objectifs :

Le principal objectif de la conception de la pièce a réalisé est de créer une composante solide, fonctionnelle et sûre qui s'intègre efficacement dans un système mécanique ou structurel plus large.

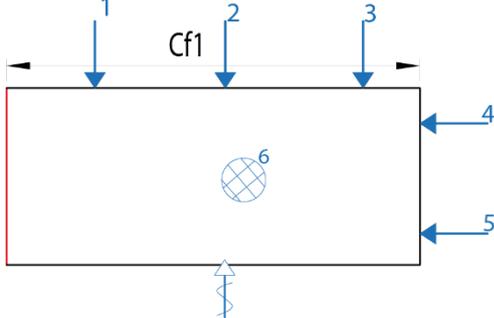
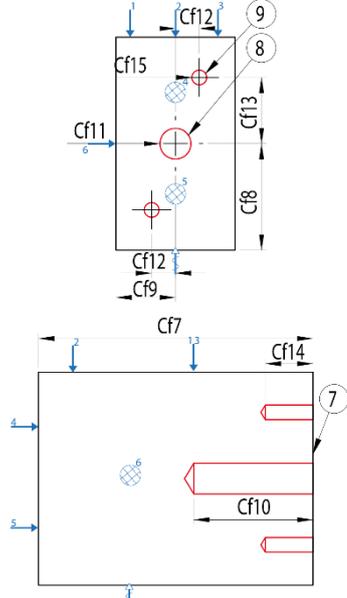
2. Choix de la solution :

Je me suis engagé à créer une gamme d'usinage et un montage spécialement conçus pour répondre aux besoins exigeants de l'industrie.

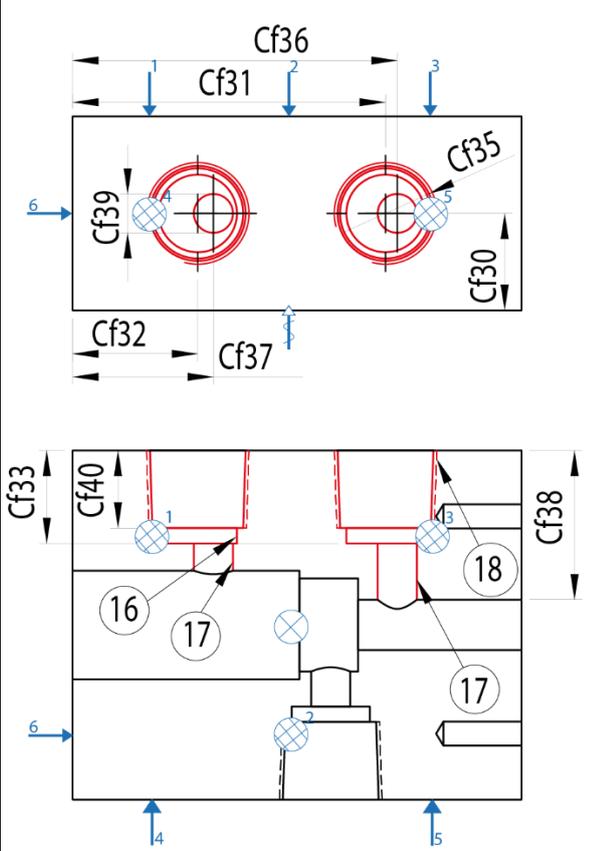
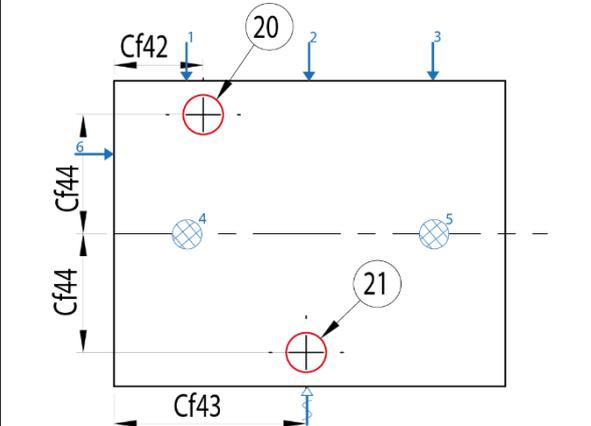
3. Description du travail réalisé

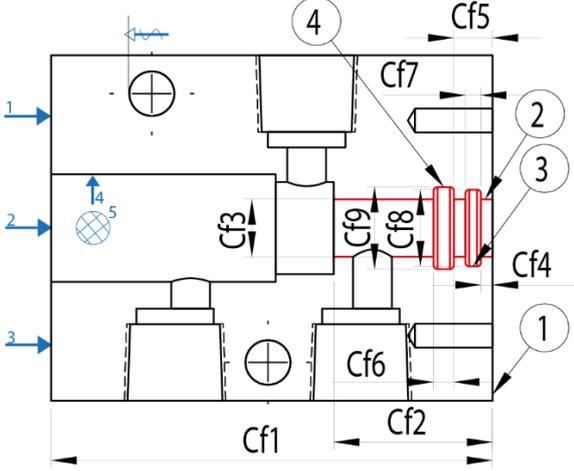
3.1. Gamme d'usinage

Ensemble: SPAS
 Elément: CORPS

N°	Désignation des phases/sous phases et opération	M,O	Outillage vérificateurs	Schéma des sous-phases
0	Contrôle de brut	PCN		
10	Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération : Surfaçage de 1 en cf1=58	FV	Fraise à surfacier PCN	
20 30 40 50 60	Même mise en position et même opération qui se refait sur les 5 autres surfaces de la pièce 2,3,4,5,6 afin d'obtenir les cotes 58 ; 45 ; 25	FV	Fraise à surfacier PCN	
70	Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération : 1) Surfaçage de 7 en cf7=57,7 2) Centrage 3) Perçage de 8 en cf8=22,5 cf9=12,5 cf10=25 cf11=Ø6,5 4) perçage de 9 en Cf12=5 Cf13=14 Cf14=10 Cf15=Ø3,1	FCN	Tourteau Ø63 Foret à pointer Ø8 Foret Ø6,5 Foret Ø3,1 PCN	

80	<p>Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération : 1) Surfaçage de 10 en Cf16=57,4 2) Centrage 3) Perçage de 11 en Cf17=36,5 Cf18=22,5 Cf19=12,5 Cf20=Ø11,5 4) Alésage ébauche de 11 en Cf17=36,5 Cf18=22,5 Cf19=12,5 Cf20=Ø12 5) Alésage de 12 en Cf20=23 Cf18=22,5 Cf19=12,5 Cf20=Ø13,8 6) Alésage finition de 12 en Cf20=29 Cf18=22,5 Cf19=12,5 Cf20=Ø14H7</p>	FCN	
90	<p>Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération: 1) Centrage 2) perçage de 13 en cf21=33 cf22=12,5 cf24=12 cf23=Ø10,5 3) Alésage conique de 13 en cf21=33 cf22=12,5 cf24=12 cf25=Ø11,4 4) Centrage 5) perçage de 14 en cf21=33 cf22=12,5 cf26=22 cf27=Ø5 6) taraudage conique de 15 en cf28=10</p>	FCN	

<p>100</p>	<p>Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération: 1)centrage 2)perçage de 16 en cf30=12,5 cf31=40cf32=16 cf33=12cf34=Ø10,5 3)Alésage conique de 16 en cf30=12,5 cf31=40cf32=16 cf33=12cf35=Ø11,4 4)centrage 5)perçage de 17 en cf36=41,5 cf37=18cf30=12,5 cf38=22cf39=Ø5 6)taradage conique de 18 en cf40=10</p>	<p>FCN</p> <p>Foret à pointer Ø12 Foret Ø10,5 Fraise conique Foret à pointer Ø6 Foret Ø5 Taraud conique 1/4"gazPCN</p>	 <p>The drawing shows a top view and a side view of a mechanical part. The top view features two circular features, each with concentric circles representing different diameters. Dimensions are indicated by arrows and labels: Cf36, Cf31, Cf35, Cf39, Cf32, Cf37, and Cf30. The side view shows a cross-section with features labeled 16, 17, and 18. Dimensions include Cf33, Cf40, Cf38, and Cf30. Blue arrows labeled 1 through 6 indicate the sequence of operations: 1 (centering), 2 (drilling), 3 (conical reaming), 4 (centering), 5 (drilling), and 6 (conical tapping).</p>
<p>110</p>	<p>Fraisage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Appui linéaire (4,5) Appui ponctuel (6) Opération: 1)centrage 2)perçage de 20 et 21 en cf42=13 cf43=28 cf44=17,5 cf45=Ø5,8</p>	<p>FCN</p> <p>Foret à pointer Ø10 Foret Ø5,8</p>	 <p>The drawing shows a top view of a mechanical part with two circular features labeled 20 and 21. Dimensions are indicated by arrows and labels: Cf42, Cf43, Cf44, and Cf45. Blue arrows labeled 1 through 6 indicate the sequence of operations: 1 (centering), 2 (drilling), 3 (drilling), 4 (centering), 5 (drilling), and 6 (centering).</p>

120	<p>Tournage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Centrage court (4,5) Serrage(6)</p> <p>Opération : 1) Dressage finition de 1 en $cf_1=57,2$ 2) Alésage ébauche de 2 en $cf_2=21$ $cf_3=7,3$ 3) Alésage finition de 2 en $cf_2=21$ $cf_3=7,5$ 4) Exécution de gorge intérieure de 3 en $cf_4=1,5$ $cf_7=2$ $cf_8=10$ 5) Exécution de gorge intérieure de 4 en $cf_5=5$ $cf_6=2,6$ $cf_9=10,7$</p>	TCN	<p>Outil à charioter $F_n r=0,2$ Outil à aléser E_b $r=0,2$ Outil à aléser F_n $r=0,2$ outil de gorge intérieure $E_p=2PCN$</p>  <p>The technical drawing shows a cross-section of a turned part with several features and dimensions. Dimensions are labeled as cf_1 through cf_9. Operation markers 1 through 5 are indicated with blue arrows and circles. Feature 1 is the outer diameter, feature 2 is the inner bore, feature 3 is a groove, and feature 4 is an internal groove. A surface texture symbol is shown on the inner bore surface.</p>
-----	--	-----	---

<p>130</p>	<p>Tournage Mise en position : Appui plan (1,2,3) Centrage court (4,5) Serrage (6) Opération : 1) Dressage finition de 5 en cf10=57 2) Alésage finition de 6 en cf11=26,5 cf12=13 3) Alésage ébauche de 7 en cf13=29 cf14=14,8 4) Alésage finition de 7 en cf13=29 cf15=15 5) Alésage ébauche de 8 en cf16=23 cf17=16,8 6) Alésage finition de 8 en cf16=23 cf18=17 7) Alésage finition de 9 en cf19=5 cf20=19 8) Exécution de gorge intérieure de 10 en cf21=20 cf22=1,5 9) Filtrage intérieur de 11 en cf19=5</p>	<p>TCN</p> <p>Outil à charioter Fn r=0,2 Outil à aléser Eb r=0,2 Outil à aléser Fn r=0,2 Outil de gorge intérieure Ep=1,5 outil filtrer intérieure pas=1PCN Tampon Ø15H7 Tampon Ø17H7 Micromètre 11-14 Tampon filtrée M20*100</p>	<p>The technical drawing shows a cylindrical part with various diameters and features. Dimensions are indicated by arrows and labeled as follows: Cf10 (total length), Cf11 (length of the first section), Cf13 (length of the second section), Cf22 (length of the third section), Cf12 (diameter of the first section), Cf14 (diameter of the second section), Cf17 (diameter of the third section), Cf20 (diameter of the fourth section), Cf21 (diameter of the fifth section), Cf16 (diameter of the sixth section), and Cf19 (diameter of the seventh section). Operation numbers 1 through 11 are indicated by circles and arrows pointing to specific features on the part.</p>
------------	---	--	---

3.2. Programmation par cycle

3.2.1. Phase 70

N10 G0 G52 Z200 N20 T1 D1 M6 (Surfaçage) N30 X0 Y0 Z1 N40 S2500 M3 M40 M8 N50 F200 N60 G1 Z-0.3 N70 G42 X0 Y-24 N80 G1 Y46 N90 G0 G40 G52 Z200 M5 M9 N100 T2 D2 M6 (Centrage) N110 S1500 M3 M40 M8 F200 N120 X0 Y0 Z1 N130 G1 Z-3 N140 G0 Z2 N150 X0 Y0 N160 G1 Z-3 N170 G0 Z2 N180 X-5 Y-14 N190 G1 Z-3 N200 G0 G52 Z200 M5 M9 N210 T3 D3 M6 (Perçage) N220 S1500 M3 M40 M8 N230 F100 N240 G0 Z2 X0 Y0 N250 G1 Z-28 N260 G0 G52 Z200 M5 M9 N270 T4 D4 M6 (Perçage) N280 S2500 M3 M40 M8 N290 F100 N300 G0 Z2 X0 Y0 N310 G1 Z-13.87 N320 G0 Z2 N 330 X-5 Y-14 N340 G1 Z-13.87 N350 G0 G52 Z200 M5 M9 N360 M2	
---	--

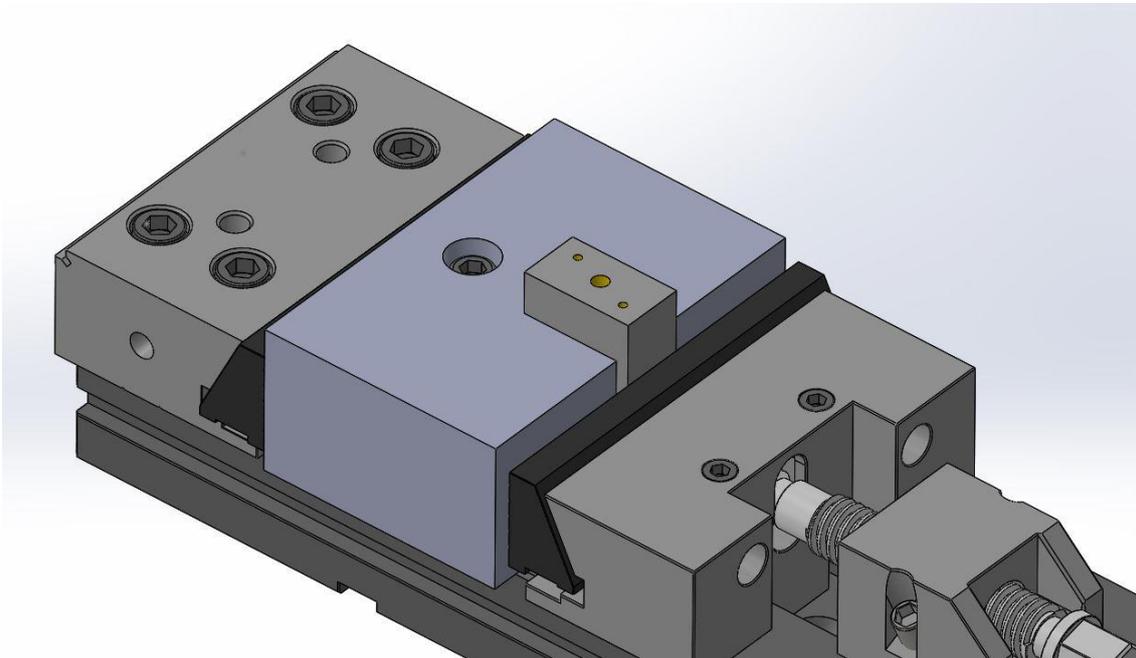
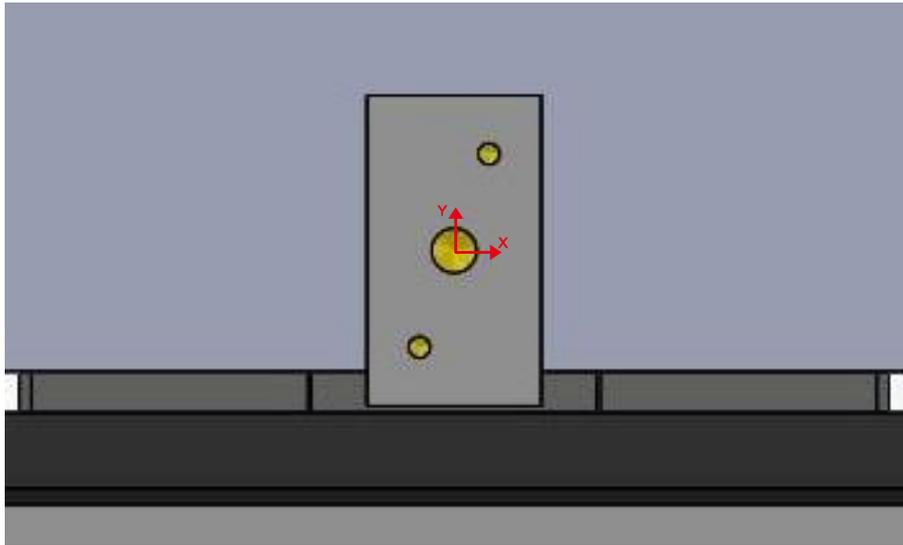


Figure 25: montage de phase 70

3.2.2. Phase 80

<p>N10 G0 G52 Z200 N20 T1 D1 M6 (Surfaçage) N30 X0 Y0 Z1 N40 S2500 M3 M40 M8 N50 F200 N60 G1 Z-0.3 N70 G42 X0 Y-24 N80 G1 Y46 N90 G0 G40 G52 Z200 M5 M9 (Centrage) N100 T2 D2 M6 N110 S1500 M3 M40 M8 F100 N120 X0 Y0 Z1 N130 G1 Z-3 N140 G0 G52 Z200 M5 M9 N150 T3 D3 M6 N160 S1000 M3 M40 M8 N170 F100 N180 G0 X0 Y0 Z2 N190 G1 Z-36.5 N200 G0 G52 Z200 M5 M9 N210 T4 D4 M6 (Perçage) N220 S2000 M3 M40 M8 N230 F150 N240 X0 Y0 Z2 N250 G1 Z-29 N260 G0 G52 Z200 M5 M9 N270 T5 D5 M6 N280 S800 M3 M40 M8 F60 N290 G0 X0 Y0 Z2 N300 G1 Z-29 N310 G0 G52 Z200 M5 M9 N320 T6 D6 M6 (Alésage) N330 S800 M3 M40 M8 F30 N340 X0 Y0 Z2 N350 G1 Z-29 N360 G0 G52 Z200 M5 M9 N370 M2</p>	
---	--

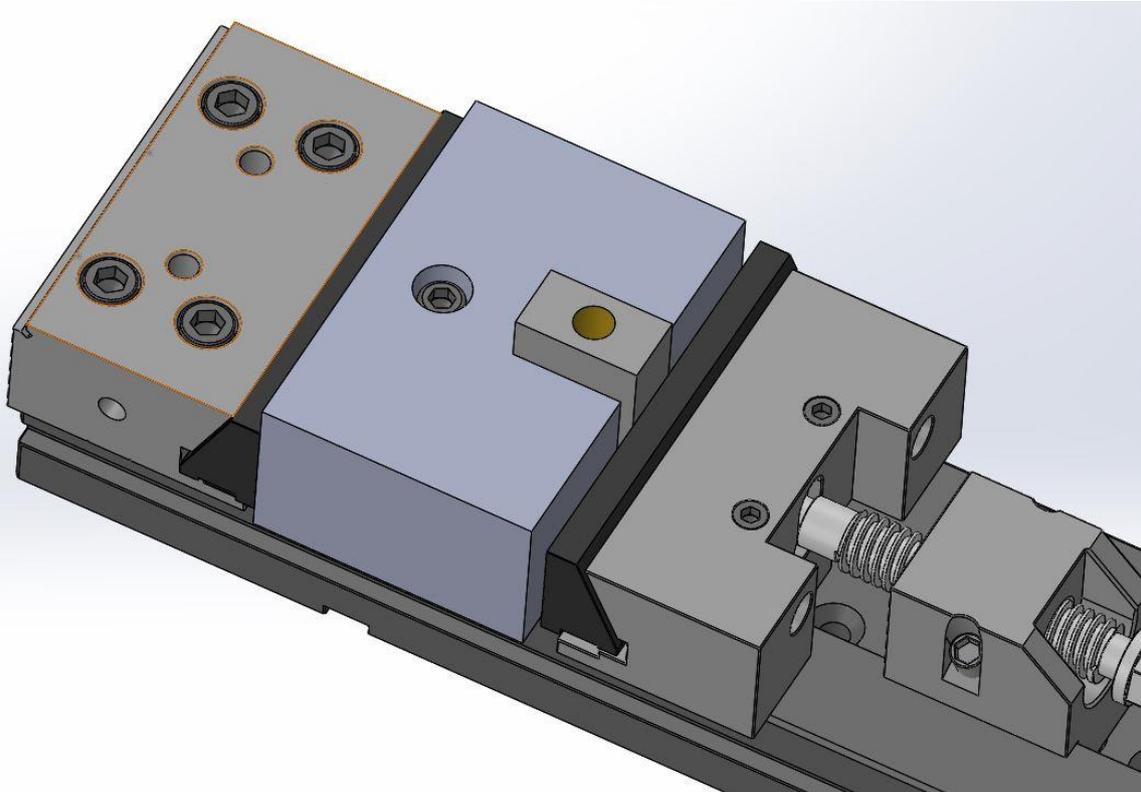
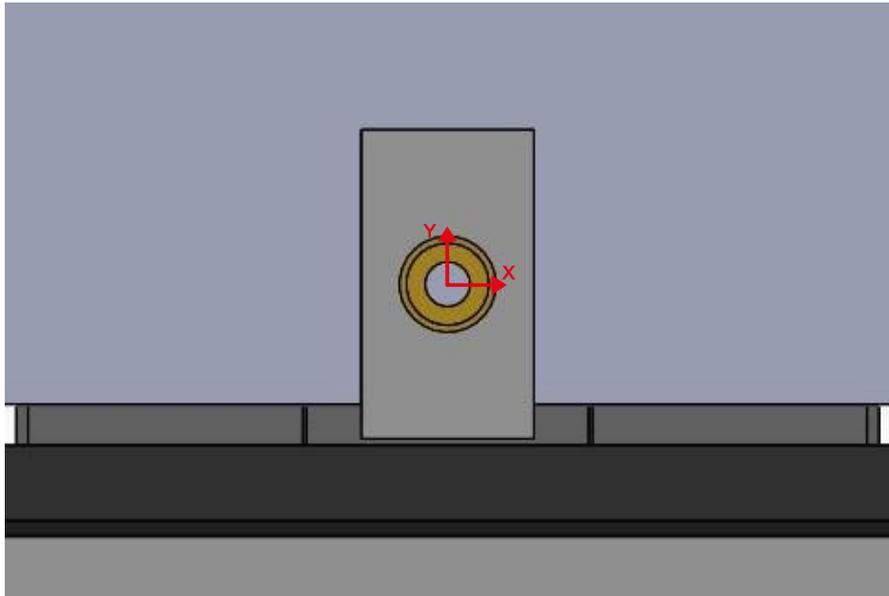


Figure 26: montage de phase 80

3.2.3. Phase 90

<p>N10 G0 G52 Z200 N20 T1 D1 M6 (Centrage) N30 X33 Y0 Z1 N40 S2000 M3 M40 M8 N50 F150 N60 G1 Z-3 N70 G0 G52 Z200 M5 M9 N80 T2 D2 M6 (Perçage) N90 S1000 M3 M40 M8 N100 F100 N110 X33 Y0 Z1 N120 G1 Z-12 N130 G0 G52 Z200 M5 M9 N140 T3 D3 M6 (Alésage conique) N150 S2000 M3 M40 M8 F80 N160 X33 Y0 Z1 N170 G1 Z-12 N180 G0 G52 Z200 M5 M9 N190 T4 D4 M6 (Centrage) N200 S2000 M3 M40 M8 F150 N210 X33 Y0 N211 G0 Z-10 N220 G1 Z-15 N230 G0 G52 Z200 M5 M9 N240 T5 D5 M6 (Perçage) N250 S2000 M3 M40 M8 F120 N260 X33 Y0 N270 G0 Z10 N280 G1 Z22 N290 G0 G52 Z200 M5 M9 N300 T6 D6 M6 (Taraudage conique) N310 S150 M3 M40 M8 F200.4 N320 X33 Y0 Z2 N330 G1 Z-10 N340 M5 N350 S150 M4 F200.4 N360 G1 Z2 N370 G0 G52 Z200 M5 M9 N380 M2</p>	
--	--

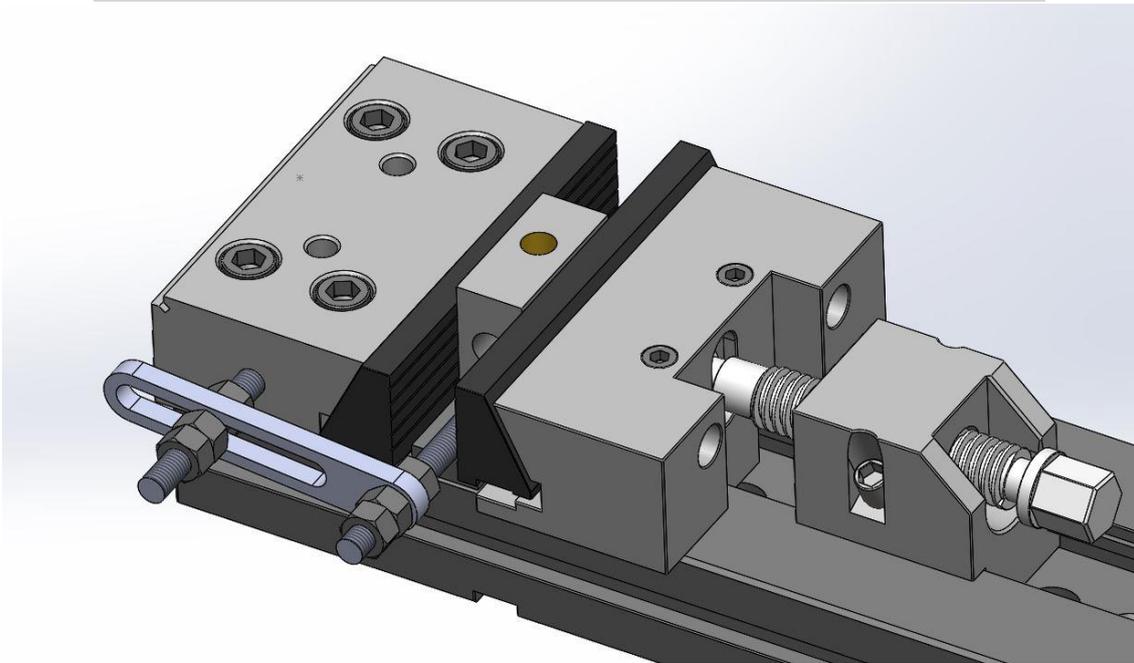
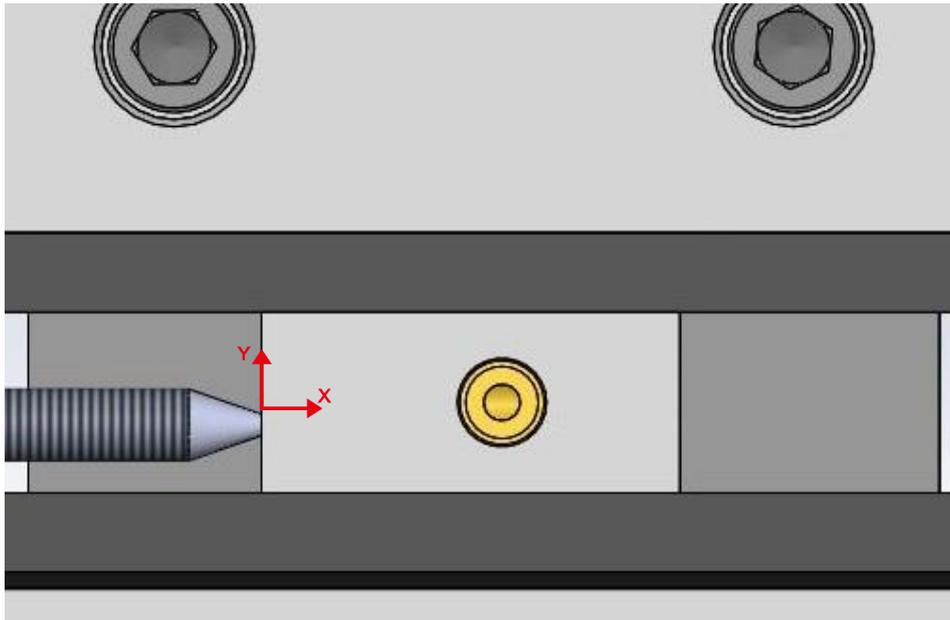


Figure 27: montage de phase 90

3.2.4. Phase 100

<p>N10 G0 G52 Z200 N20 T1 D1 M6 (Centrage) N30 X40 Y0 Z1 N40 S2000 M3 M40 M8 N50 F150 N60 G1 Z-3 N70 G0 Z1 N80 X16 N90 G1 Z-3 N100 G0 G52 Z200 M5 M9 N110 T2 D2 M6 (Perçage) N120 S1000 M3 M40 M8 N130 F100 N140 X40 Y0 Z1 N150 G1 Z-12 N160 G0 Z1 N170 X16 N180 G1 Z-12 N190 G0 G52 Z200 M5 M9 N200 T3 D3 M6 (Alésage conique) N210 S2000 M3 M40 M8 F80 N220 X40 Y0 Z1 N230 G1 Z-12 N240 G0 Z1 N250 X16 N260 G1 Z-12 N270 G0 G52 Z200 M5 M9 N280 T4 D4 M6 (Centrage) N290 S2000 M3 M40 M8 F150 N300 X41.5 Y0 N310 G0 Z-10 N320 G1 Z-15 N330 G0 Z1 N340 X18 N350 Z-10 N360 Z-15 N370 G0 G52 Z200 M5 M9 N440 X18 N450 Z-10 N460 G1 Z-22 N470 G0 G52 Z200 M5 M9</p>	<p>N380 T5 D5 M6 (Perçage) N390 S2000 M3 M40 M8 F120 N400 X41.5 Y0 N410 G0 Z10 N420 G1 Z-22 N430 G0 Z1 N440 X18 N450 Z-10 N460 G1 Z-22 N470 G0 G52 Z200 M5 M9 N480 T6 D6 M6 (Taroudage conique) N490 S150 M3 M40 M8 F200.4 N500 X40 Y0 Z2 N510 G1 Z-10 N520 M5 N530 S150 M4 F200.4 N540 G1 Z2 N550 M5 N560 S150 M3 F200.4 N570 G0 X16 N580 G1 Z-10 N590 M5 N600 S150 M4 F200.4 N610 G1 Z2 N620 G0 G52 Z200 M5 M9 N630 M2</p>
---	---

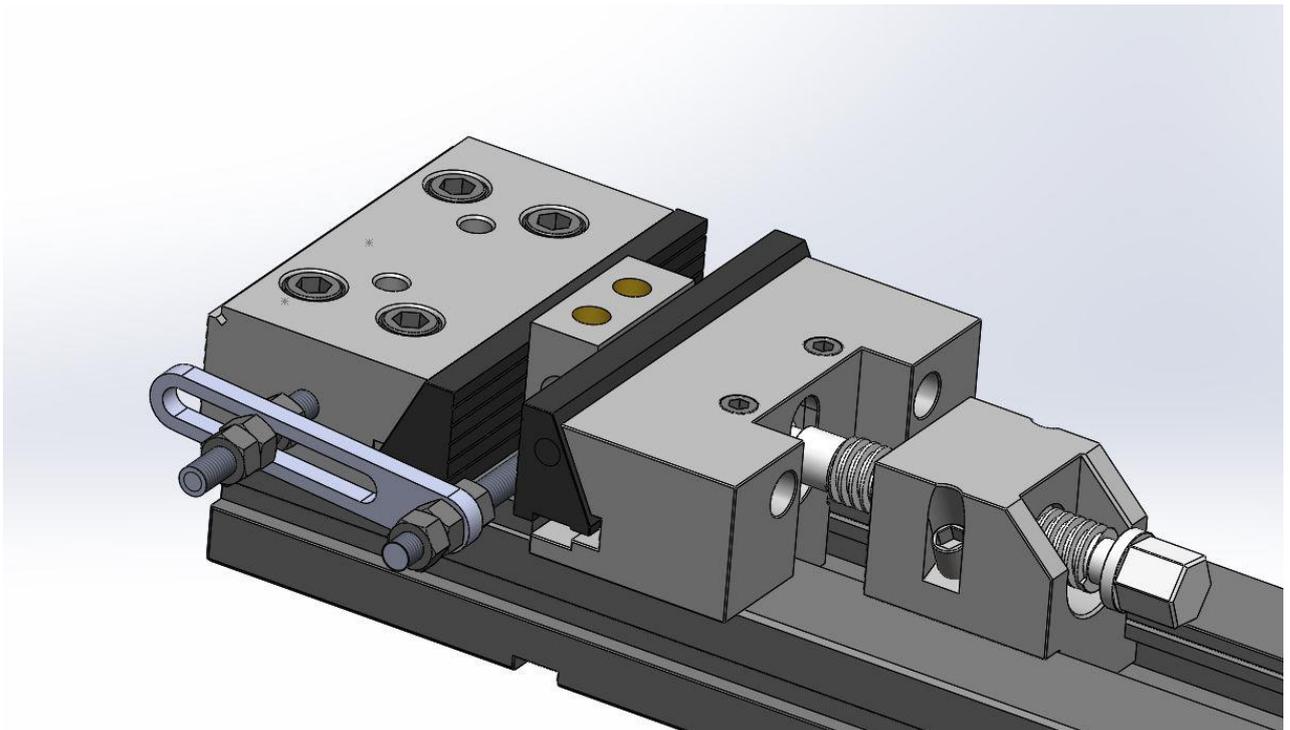
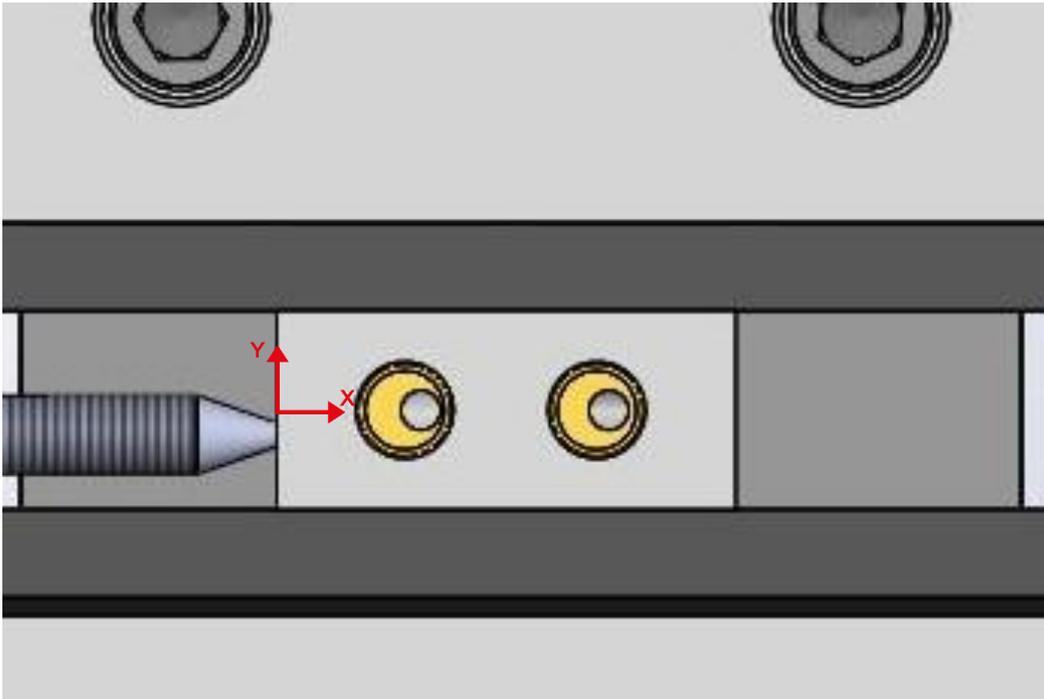
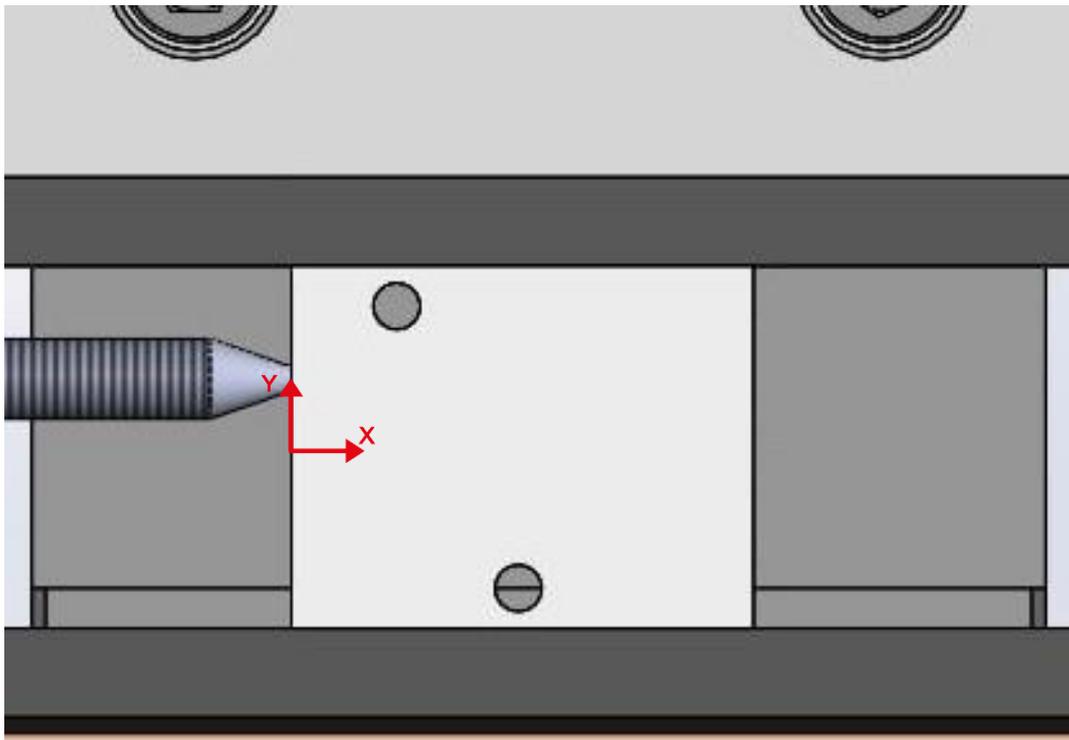


Figure 28: montage de phase 100

3.2.5. Phase 110

<pre>N10 G0 G52 Z200 N20 T1 D1 M6 (Centrage) N30 X13 Y17.5 Z2 N40 S2500 M3 M40 M8 F150 N50 G1 Z-3 N60 G0 Z2 N70 X28 Y-17.5 N80 G1 Z-3 N90 G0 G52 Z200 M5 M9 N100 T2 D2 M6 (Centrage) N110 X13 Y17.5 Z2 N120 G1 Z-28 N130 G0 Z2 N140 X28 Y-17.5 N150 G1 Z-28 N160 G0 G52 Z200 M5 M9 N170 M2</pre>	
--	--



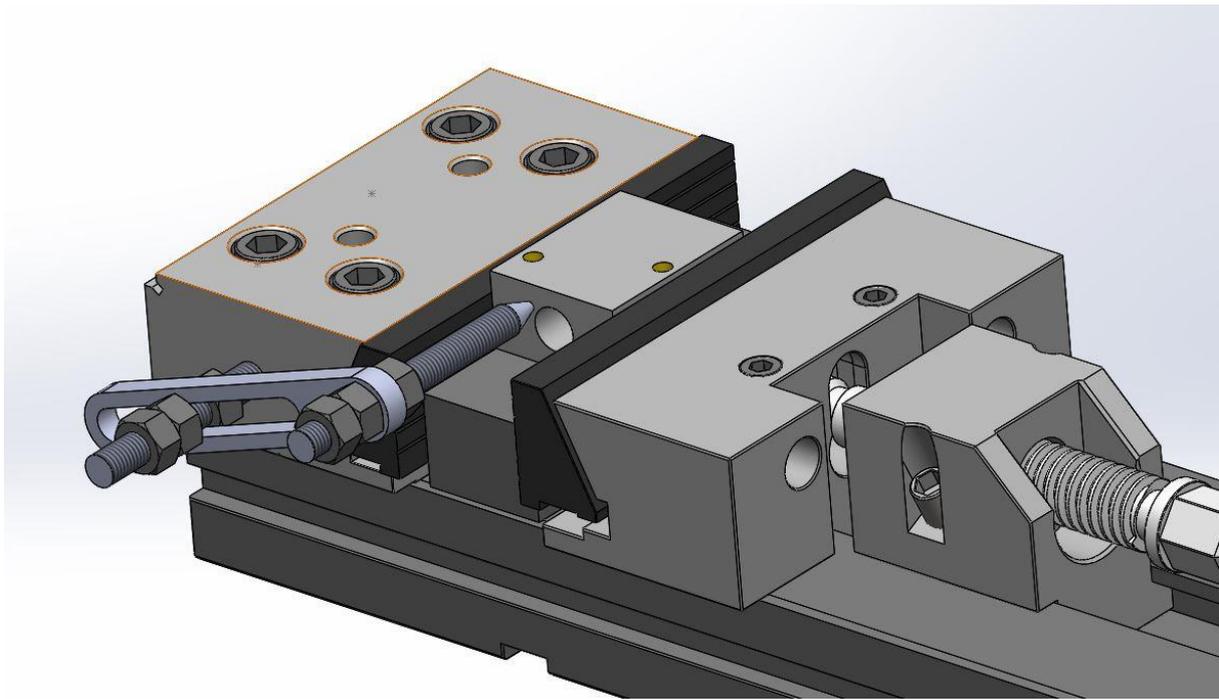


Figure 29: montage de phase 110

3.2.6. Phase 120

N10 G0 G52 X0 Z0	N210 M6 T3 D3
N20 M6 T1 D1	(Extrusion gorge)
(Dressage finition)	N220 Z1 X7.5
N30 G92 S3000	N230 G96 S47 G95 F0.02
N40 G42 X30 Z1	N240 G1 Z-21
N50 G97 S1000 M3 M41 M8	N250 G0 X7
N60 G96 S150 G95 F0.06	N260 Z0
N70 G1 Z-0.2	N270 G0 G40 X100 Z100
N80 X0	N280 G97 S****
N90 G0 G40 X100 Z100	N290 G52 X0 Z0
N100 G97 S1000	N300 M6 T4 D4
N110 G52 X0 Z0	(Extrusion gorge)
N120 M6 T2 D2	N310 X7 Z1
(Alésage)	N320 G96 S47 G95 F0.02
N130 Z1 X7.4	N330 G1 Z-3.7
N140 G96 S100 G95 F0.02	N3311 X10
N150 G1 Z-21	N340 X7
N160 G0 X7	N350 Z-7.8
N170 Z1	N360 X10.7
N180 G0 G40 X100 Z100	N370 X7
N190 G97 S1000	N380 Z-6.7
N200 G52 X0 Z0	N390 X10.7
	N400 X7
	N410 Z1
	N420 G0 G40 X100 Z100
	N430 G52 X0 Z0 M9
	N440 M2

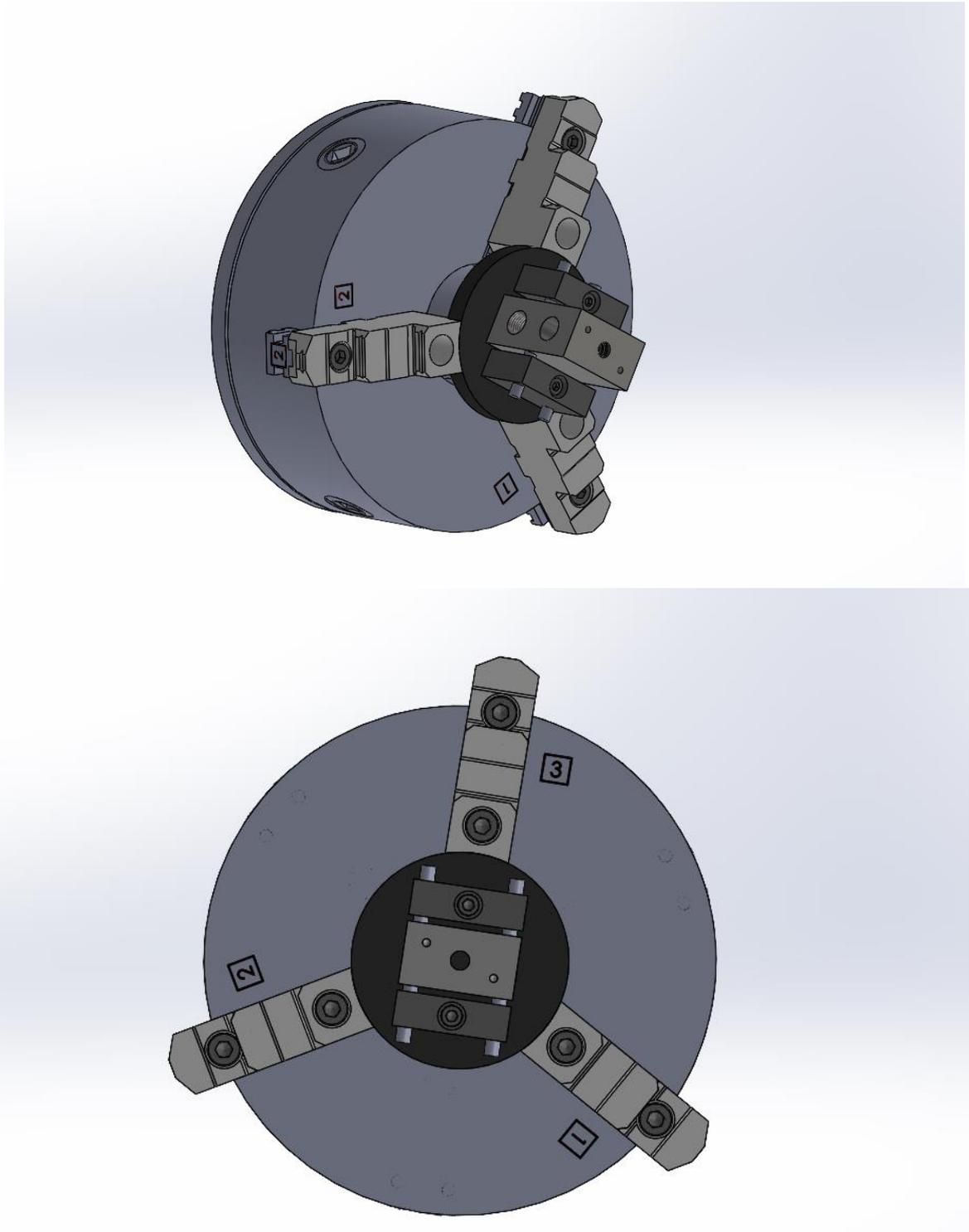


Figure 30: montage de phase 120

3.2.7. Phase 130

N10 G0 G52 X0 Z0	N320 M6 T4 D4
N20 M6 T1 D1	(Extrusion gorge)
(Dressage finition)	N330 Z1 X19
N30 G92 S3000	N340 G96 S47 G95 F0.02
N40 G42 X30 Z1	N350 G1 Z5.2
N50 G97 S1000 M3 M41 M8	N360 X16.71
N60 G96 S150 G95 F0.06	N361 X17 Z-5.7
N70 G1 Z-0.2	N370 Z-23.2
N80 X0	N380 X14.71
N90 G0 G40 X100 Z100	N381 X15 Z-23.7
N100 G97 S1000	N390 Z-29.2
N110 G52 X0 Z0	N400 X12
N120 M6 T2 D2	N410 G0 Z1
(Alésage)	N420 G0 G40 X100 Z100
N130 Z1 X13	N430 G97 S1000
N140 G96 S100 G95 F0.02	N440 G52 X0 Z0
N150 G1 Z-36.7	N450 M6 T5 D5
N160 G0 X12	(Filetage intérieure)
N170 Z1	N460 X18 Z1
N180 G0 G40 X100 Z100	N470 G96 S20 G95 F0.2
N190 G97 S****	N480 G1 Z-5.2
N200 G52 X0 Z0	N490 X20
N210 M6 T3 D3	N500 X18
(Alésage)	N510 G0 Z1
N220 Z1 X16.8	N520 G0 G40 X100 Z100
N230 G96 S50 G95 F0.01	N530 G52 X0 Z0 M9
N240 G1 Z-23.2	N540 M2
N250 X14.8	
N260 Z-29.2	
N270 X12	
N280 G0 Z1	
N290 G0 G40 X100 Z100	
N300 G97 S1000	
N310 G52 X0 Z0	

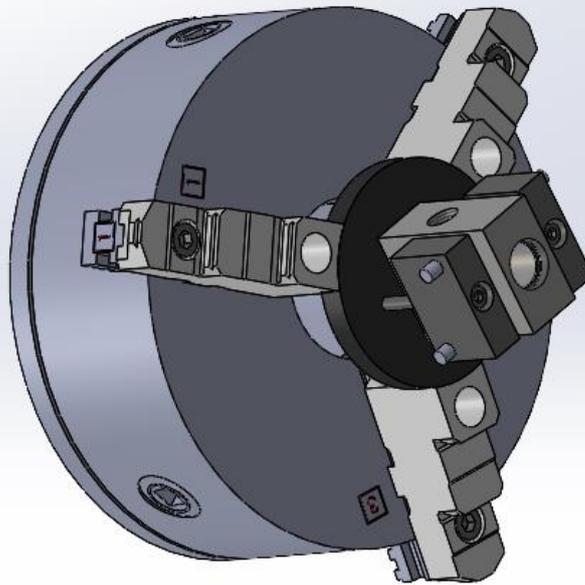
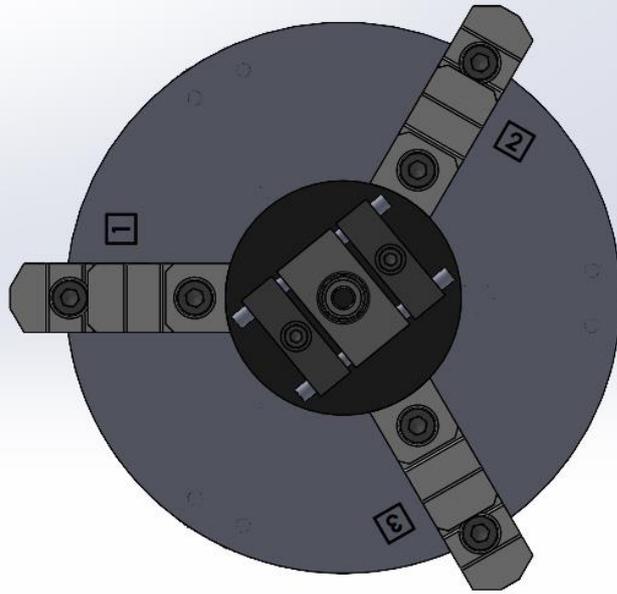


Figure 31: montage de phase 130

Conclusion Générale

Mon passage par ce stage chez COMMECA Tunisie a représenté une étape importante dans ma formation. En effet, il constitue une transition de la vie académique vers le domaine professionnel. J'ai eu l'occasion de bien progresser et de développer mon savoir être et savoir-faire. Ce stage m'a offert l'opportunité d'enrichir mes connaissances, de mettre en pratique mes acquis théoriques et d'avoir un échange d'informations et d'opinions avec les techniciens et l'encadreur. Cette période s'est déroulée dans de bonnes conditions de travail (ordre, interaction avec l'équipe de travail, respect ...) ainsi que dans une ambiance chaleureuse et agréable.