



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur

et de la Recherche scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

Faculté de Technologie

Mémoire de Fin d'Étude

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique



Thème

**La conception assistée par ordinateur (CAO)
pour machine CNC à 3 axe**

Réalisé par :

- ✓ Guechachata Moradj
- ✓ Hassani Samir
- ✓ Khadraoui abdelghafour

Encadré par :

* Dr. Meziane Assia

Devant le jury composé de :	
Ms : Mansouri Khaled	Président
Mme : Largat Solaf	Examineur
Mme : Meziane Assia	Encadreur

Soutenu en Juin 2023

Remerciements

Je remercie « Dieu » le tout -puissant, l'omnipotent, le clairvoyant et le miséricordieux avec tous ses noms que je vénère.

*Mes profonds remerciements s'adressent également à Monsieur le directeur de recherche **Dr Meziane Assia** pour son direction, ses orientations, ses précieux conseils, son simplicité et son patience pour réaliser ce modeste travail.*

Toute l'appréciation va au comité d'arbitrage qui a supervisé la discussion de notre modeste travail.

À cet égard, nous ne manquons pas non plus de remercier chaleureusement toute la famille de l'enseignement supérieur de l'Université Echahid Hamma Lakhdar, y compris les professeurs, les administrateurs et les autres étudiants qui nous ont accompagnés pendant les étapes de l'étude et qui ont tenu à fournir nous avec une éducation suffisante et élevée pour la spécialisation que nous avons choisie.

Comme je suis l'étudiant Guechachta Moradj, je tiens à remercier tout particulièrement le respecté Mr. Ben Zine Toufik, chef Division techniques gaz, direction de la distribution de l'électricité et du gaz el-oued, qui a toujours été un soutien moral et encourageant tout au long des trois années d'études, que Dieu le mette dans la balance de ses bonnes actions.

Merci à tous du fond du nos cœurs.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à :

A nos chers parents pour leur soutien durant notre parcours scolaire, à nos frères et sœurs ainsi que nos familles.

Et à ceux qui partagent nos bonheur et tous les amis et à l'ensemble des étudiants de la promotion 2022/2023.

A tous ce qui nous chaleureusement encouragé à

finir ce mémoire de Master.

ملخص:

خلال العقدين الماضيين، شهدت الصناعة الميكانيكية تطورات كبيرة وسريعة من حيث الدقة وسرعة الإنتاج من أجل توفير الوقت وتحقيق أرباح كبيرة. لذلك كان لابد من تحديث الآلات الصناعية بإدخال التكنولوجيا الرقمية الحديثة في جميع مراحل التصنيع وهنا جاءت أدوات الآلة التي يتم التحكم فيها عدديًا. في هذه المناقشة، أجرينا دراسة بسيطة لتصميم CAD بمساعدة الكمبيوتر للآلة ثلاثية المحاور - مع مراعاة أقل تكاليف تنفيذها - ومراجعة بعض البرامج لعمل هذا التصميم. في هذا الصدد، قمنا بتنفيذ هذا المشروع بأحد برامج CAD (Solidworks) الذي يعطي القدرة على التصميم بالإضافة إلى جميع مراحل التصنيع للحصول على منتج نهائي متوافق مع المعايير المطلوبة. الكلمات المفتاحية: أنظمة CAO، FAO، محاكاة CNC، برنامج CAO، رموز G

Résumé:

Au cours des deux dernières décennies, l'industrie mécanique a fait de grands et rapides progrès dans la précision et la vitesse de production pour gagner du temps et réaliser de gros profits.

Il était donc nécessaire de moderniser les machines industrielles et d'introduire la technologie numérique moderne à toutes les étapes de la production, et voici les machines-outils à commande numérique.

Dans cette discussion, nous avons fait une étude simple d'une conception CAO assistée par ordinateur de la machine à trois axes - en tenant compte des coûts les plus bas de sa mise en œuvre - et avons passé en revue certains logiciels pour réaliser cette conception.

À cet égard, , Nous avons mis en œuvre ce projet avec l'un des programmes de CAO (Solidworks), ce qui donne la possibilité de concevoir en plus de toutes les étapes de fabrication pour obtenir un produit final compatible avec les normes requises,

Mots clé : systèmes CFAO, CAO, FAO, Programmation CNC, Logiciel CAO, Code-G.

Abstract :-

In the past two decades, the mechanical industry has seen great and rapid development in precision and production speed in order to save time and make great profits.

Therefore, industrial machinery had to be modernized by introducing modern digital technology in all stages of manufacturing, and here come CNC machine tools.

In this discussion, we have made a simple study of a computer-aided CAD design of the three-axis machine - taking into account the lowest costs of its implementation - and have reviewed some software to achieve this design .

In this regard, , We have implemented this project with one of the CAD programs (Solidworks), which gives the possibility of designing in addition to all the manufacturing stages to obtain a final product compatible with the required standards.

Keywords: CAD/CAM systems, CAD, CAM, CNC Programming, CAD software, G-Code.

Liste de figure

Figure 1: Machine CNC Fraiseuse	6
Figure 2: Machine CNC Table Traçante.....	7
Figure 3: Machine CNC Découpage laser	7
Figure 4: Machine CNC Cintreuse	8
Figure 5.Fonctionnement en boucle ouvert	9
Figure 6.Commande en boucle fermée	9
Figure 7.Chargement d'un programme	10
Figure 8.Structure générale de machine programmé	19
Figure 9.Figure 9 Implantation des axes	20
Figure 10.Définition des axes dans une MOCN (fraiseuse horizontale)	21
Figure 11: Définition des axes dans une MOCN (fraiseuse verticale)	21
Figure 12: Définition des axes dans une MOCN (tour)	22
Figure 13: Règle des trois doigts	22
Figure 14 : Système de guidage.....	40
Figure : 15 Système de transmission de mouvement.....	40
Figure 16. Le moteur pas à pas	41
Figure 17. Ecou de fixation.....	41
Figure 18 : Système de Accouplement	42
Figure 19 : La broche de fraisage	42
Figure 20.centre de gravité table avant	44
Figure 21.centre de gravité table arriere	44
Figure 22.les dimension de la machine.....	45
Figure 23 Machine CNC fraiseuse 3 Axe	46
Figure24 : Composants CNC	47

Figure25 : Composants CNC	48
Figure26 : Axe de guidage	50
Figure27 : Ecou de fixation.....	51
Figure28 : Bague de fixation.....	52
Figure29: Vis spirale X.....	53
Figure30 : Tube rectangulaire	54
Figure31: Fand support moteur3	55
Figure32: Support moteur2	56
Figure33: Bauge guidageM2	57
Figure34 : Roulement cylindre.....	58
Figure35 : Roulement cylindrique.....	59
Figure36: Support horizontal.	60
Figure37: Axe de guidageY.	61
Figure38: Bague centrage vis Y.	62
Figure39: Bague centrage bronze axe X.	63
Figure40: Axe gudage axe M3.	64
Figure41 : Vis spirale axe Z	65
Figure42: Boulon de fixation.	66
Figure43: Ecou branze M3.....	67
Figure44: Vis spiral axe X.	68
Figure45: Cylindre support M2.....	69
Figure46: Ecou vis Y.....	70
Figure47: Table de CNC.....	71
Figure48: Coin de M3.....	72
Figure49: Boulon fixation de raccord.....	73
Figure50: Assemblage moteur pas a pas.....	74

Liste de figure

Figure51: Le spindle	75
Figure52: Socle de machine	76

Liste de Tableaux

Table 1.liste de numiration machine CNC.....	49
--	----

Sommaire

Remerciements	I
Dédicace.....	II
Liste de figure.....	III
Liste de Tableaux.....	IV
Introduction General:	VI

Chapitre I Généralité sur les machines-outils à commande numérique

1. Introduction :	2
2. Historique :	2
3. Nécessite de la CN :	3
3.1. Flexibilité :	3
3.2. Sécurité :	4
4. Définition de la commande numérique :	4
5. Comparaison de la MO à commande numérique avec les machines classiques :	5
5.1. Par rapport à la structure et les caractéristiques :	5
5.2. Par rapport aux caractéristiques principales :	5
5.3. Par rapport à la commande :	6
6. Domaine d'application de la CNC :	6
6.1. Machine travaillant par :	6
6.1.1. Enlèvement de métal :	6
6.1.2. Contrôle :	7
6.1.3. Machine à découper :	7
6.1.4. Machines travaillant par déformation :	8

7.	Classification des machines CNC :.....	8
7.1.	Classification selon la nature de déplacement :	8
7.2.	Classification des CNC selon le mode de fonctionnement :.....	9
7.2.1.	Fonctionnement en boucle ouvert :	9
7.2.2.	Fonctionnement en boucle fermé :	9
8.	Programmation :	9
9.	Chargement d'un programme :	10
10.	Conclusion :	10

Chapitre II : conception assistée par ordinateur (CAO)

1.	Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
2.	Historique de CAO :	17
3.	Définition de la CFAO :	17
4.	La FAO :	18
5.	Les différentes étapes de la fabrication assistée par ordinateur :	18
6.	La CAO :	19
7.	Repérage des axes :	19
7.1.	Définition et implantation des axes :	19
7.1.1.	Technologie sur MO traditionnelle (axes) :	20
7.1.2.	Technologie sur MOCN (axes):	20
7.2.	Règle des trois doigts :	22
8.	Propriétés de conception assistée par ordinateur :	23
9.	8-Format d'enregistrement de fichier avec CAO :	23
10.	Quelques Domaines d'utilisation de CAO :	24
10.1.	Mécanique :	24
10.2.	Electronique :	24
10.3.	Electrotechnique :	25

10.4.	Odontologie :	25
11.	Les avantages et les inconvénients de CAO (conception assistée par ordinateur) :	26
11.1.	Les avantages de CAO :	26
11.2.	Les inconvénients de CAO :	26
12.	Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre III : conception d'une machine fraiseuse CNC a trois axes X Y Z

1.	Introduction:	39
2.	Cahier de charge:	39
3.	Système de guidage:	39
4.	2-système de transmission	40
.5	Système de mouvement :	40
5.1.	Le moteur:	40
6.	Système de fixation	41
7.	Accouplement:	Erreur ! Signet non défini.
8.	la broche:	42
.9	La conception de Solidworks s'effectue en trois étapes:	43
9.1.	La première étape:	43
9.2.	la deuxième étape:	43
9.3.	Troisième étape:	43
9.4.	Calcul du centre de gravité de CNC:	43
9.5.	Centre de gravité de la masse:	44

Introduction General:

L'automatisation des machines industrielles permet : d'améliorer la qualité des produits, de simplifier le travail humain et d'améliorer la vitesse de production. Les machines automatisées comprennent les machines CNC (Computer Numerical Control Machines).

La CAO comprend tous les programmes et techniques de modélisation que vous pouvez utiliser pour concevoir des modèles et des produits. La CAO permet également de simuler des produits puis de les tester virtuellement avant leur fabrication. Par conséquent, il est facile de transférer les informations vers la fabrication assistée par ordinateur (FAO). Il existe parfois un programme de CAO (Dessin Assisté par Ordinateur), mais ces outils ne permettent que de créer des plans. Le développement de calculateurs. Autonomes suffisamment puissants implique des fonctions très lourdes en calcul numérique :

- Modélisation numérique.
- Simulation mécanique et calcul des matériaux.
- Représentation graphique,
- dessin de plan .
- Manipulation d'objets 3D .
- Gestion de grands assemblages.

L'objectif de ce mémoire est l'étude de la conception assistée par ordinateur (CAO) pour créer des dessins 2D et des modèles numériques 3D. En créant ces modèles, les utilisateurs peuvent itérer et modifier les conceptions pour répondre à l'intention de conception. Cela améliore la qualité de l'ensemble du projet. Nous présentons le contenu de ce mémoire en trois chapitres, répartis comme suit :

- ❖ Dans le premier chapitre nous avons présenté une recherche bibliographique sur les machines-outils à commande numérique.
- ❖ Le deuxième chapitre consacré à l'étude la conception assistée par ordinateur (CAO).
- ❖ Troisième chapitre nous avons étudié une conception d'une machine fraiseuse CNC à trois axes X Y Z.
- ❖ Finalement, notre travail sera terminé par une conclusion générale résumant les principaux résultats obtenus et quelques perspectives.

Chapitre I

Généralité sur les machines-outils à commande numérique

1. Introduction :

Dans le domaine de la fabrication mécanique, le terme « commande » désigne l'ensemble des matériels et logiciels ayant pour fonction de donner les instructions de mouvements à tous les éléments d'une machine-outil :

- ✓ L'outil (ou les outils) d'usinage équipant la machine,
- ✓ Les tables ou palettes où sont fixées les pièces,
- ✓ Les systèmes de magasinage et de changement d'outil,
- ✓ Les dispositifs de changement des pièces,
- ✓ Les mécanismes connexes, pour le contrôle ou la sécurité, l'évacuation des copeaux ... [1].

2. Historique :

L'introduction des techniques NC en Europe ne date que les années cinquante. À l'époque, personne ne soupçonnait la révolution que cela allait entraîner dans la construction des machines-outils et dans la production. C'était le début d'une histoire fascinante dans la technique. Mais les débuts furent très difficiles [2].

- ✓ Les facteurs suivants freinaient d'abord le développement :
- ✓ Des commandes et une programmation des machines trop compliquées,
- ✓ Nécessitant de grands investissements (achat de machines, formation des collaborateurs, développement, mise en service et entretien),
- ✓ Futur incertain concernant le développement des techniques.

Le pas décisif dans le développement est venu en 1972. C'était le passage des techniques NC vers le CNC. La puissance des nouveaux processeurs était de 32 Ko et la fréquence d'horloge de 16kHz. Mais, à côté de leurs dérangements fréquents, le manque de puissance de ces ordinateurs restait le problème principal [3].

- ✓ Les développements suivants ont apporté des améliorations sur :
- ✓ Les mémoires RAM,
- ✓ Les moniteurs en couleur,
- ✓ Les systèmes de mesure de chemin,
- ✓ Les systèmes de production flexibles,
- ✓ Les moteurs linéaires,
- ✓ Les systèmes de programmation,
- ✓ Les systèmes de FAO,

- ✓ Le développement des ordinateurs.

Aujourd'hui, les machines CNC permettent une production économique et rentable. Le contrôle des coûts reste une préoccupation importante. La diminution des quantités des séries et le raccourcissement de la longévité des produits finaux demandent des déroulements de production de plus en plus flexibles. Les dates clés dans le développement NC [4] :

1954	première machine NC produite industriellement,
1958	développement du premier langage de programmation symbolique,
1965	premier changement d'outils automatique,
1969	première installation DNC,
1972	première machine CNC avec microprocesseur intégré,
1984	première machine CNC avec aide à la programmation graphique,
1994	boucllement de la chaîne de processus entre CAO, FAO et CNC,
2000	des interfaces par Internet permettent un échange de données au niveau mondial et un diagnostic de défauts intelligent.

3. Nécessite de la CN :

3.1. Flexibilité :

Puisqu'elles sont pilotées à partir d'un programme, les MOCN peuvent usiner des pièces différentes aussi facilement que l'on charge un nouveau programme. Une fois vérifié puis exécuté pour la première série, ce programme peut être facilement rappelé lorsque la même série se représente. Une MOCN se caractérise en outre par des temps de réglage très courts qui répondent parfaitement aux impératifs de la production en flux tendus. La grande souplesse d'utilisation de la CN entraîne une quantité non négligeable d'autres avantages [5] :

- ✓ Changement aisé du programme d'usinage des pièces .
- ✓ Réduction des coûts de fabrication .
- ✓ Réduction des outillages et suppression des gabarits .
- ✓ Diminution du nombre des outils spéciaux et des outils de forme .
- ✓ Réduction des temps de préparation et de réglage du poste de travail (la plupart des réglages, en particulier des outils, étant effectués hors machine) .
- ✓ Prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) .

- ✓ Définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage .
 - ✓ Réduction du nombre de prises de pièces du fait de l'universalité de la machine .
 - ✓ Diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
 - ✓ Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes.
- ✓ Contrôle automatique des outils et des dimensions de pièces avec prise en compte par la CN des corrections à effectuer [6].

3.2. Sécurité :

La CN a beaucoup contribué à améliorer la sécurité des machines :

- ✓ En premier lieu, elle connaît très précisément l'enveloppe de travail dans laquelle doivent évoluer les outils (possibilité de mémorisation des courses maximales des organes mobiles).
- ✓ Ensuite, parce qu'elle permet une simulation graphique hors usinage des programmes nouvellement créés pour vérification et détection des risques éventuels de collision.
- ✓ Enfin, parce qu'en exerçant une surveillance permanente de l'usinage en cours, elle peut décider d'en interrompre le déroulement et d'alerter l'opérateur en cas d'incident.
- ✓ Il est par ailleurs admis que le niveau de performances très élevé atteint par les MOCN conduit les constructeurs à prévoir des dispositifs de protection très élaborés (contre les projections de copeaux ou de liquide d'arrosage, notamment) qui ne s'imposent pas nécessairement sur une MO conventionnelle [7].

4. Définition de la commande numérique :

La commande numérique est un mode de commande dans lequel les valeurs désirées d'une variable commandée sont définies selon un code numérique (la machine-outil constitue le principal domaine d'application de la commande numérique). C'est une somme d'automatismes dans laquelle les ordres de mouvement ou de déplacement, la vitesse de ces déplacements et leur précision, sont donnés à partir d'informations numériques. Ces informations sont codées sur des supports tels que : rubans perforés, cassettes ou disquettes magnétiques ou simplement sauvegardés en « mémoire » dans le cas des dernières générations de commandes numériques à calculateur intégré (CNC).

L'ensemble de ces informations de pilotage des machines - outil(MO) est élaboré sous forme de programme à exécution séquentielle.

Les temps de réponse de telles commandes avoisinant la dizaine de microsecondes, il sera tout naturellement possible d'espérer piloter la machine suivant des trajectoires plus ou moins complexes, en vitesse et position [8].

5. Comparaison de la MO à commande numérique avec les machines classiques :

Afin de comparer les MO à commande numérique avec celles classiques, on doit fixer des critères [9] :

5.1. Par rapport à la structure et les caractéristiques :

- ✓ Les fonctions remplies sont les mêmes qu'une MO conventionnelle.
- ✓ Positionner et maintenir la pièce.
- ✓ Positionner et maintenir l'outil.
- ✓ Assurer les mouvements relatifs entre l'outil et la pièce.
- ✓ La qualité mécanique générale de ces machines est de beaucoup supérieure aux MO conventionnelles.
- ✓ Motorisation plus puissante.
- ✓ Chaîne cinématique plus simple et plus robuste à variation continue, capable d'encaisser des accélérations et des décélérations importantes.
- ✓ Commande des chariots par vis à billes avec rattrapage automatique du jeu.
- ✓ Glissières sans frottements utilisant des galets, des billes, lubrification hydrostatique et des garnitures rapportées .
- ✓ Bâtis largement dimensionnées, très rigides avec un excellent amortissement.

5.2. Par rapport aux caractéristiques principales :

- ✓ Puissance et vitesse élevées.
- ✓ Robuste et bonne résistance à l'usure.
- ✓ Déplacement rapide, précis, accélérations et décélérations très élevées.
- ✓ Spécifications métrologiques très serrées.
- ✓ Frottements et jeux très faibles.
- ✓ Peu de vibrations.
- ✓ Faible échauffement.

5.3. Par rapport à la commande :

✓ Commande souple : le DCN a la possibilité de mémoriser les instructions de commande et les informations relatives à la pièce et de les utiliser autant de fois. Par contre, la commande des machines conventionnelles est rigide assurée par des mécanismes mécanique tels que les baladeurs, les cames, les embrayages, etc.

6. Domaine d'application de la CNC :

✓ La CNC est appliquée dans diverses familles. Dans chaque famille, les méthodes de montage et de travail sont totalement différentes, mais elles se rejoignent sur le principe de programmation,

✓ La grande majorité des machines utilisant un langage ISO. La notion de commande numérique

✓ S'étend aussi au domaine de la chaudronnerie : découpage plasma, presse plieuse [10].

6.1. Machine travaillant par:

6.1.1. Enlèvement de métal :

- ✓ Perceuse
- ✓ Tour
- ✓ Aléseuse
- ✓ Rectifieuse,
- ✓ Fraiseuse.

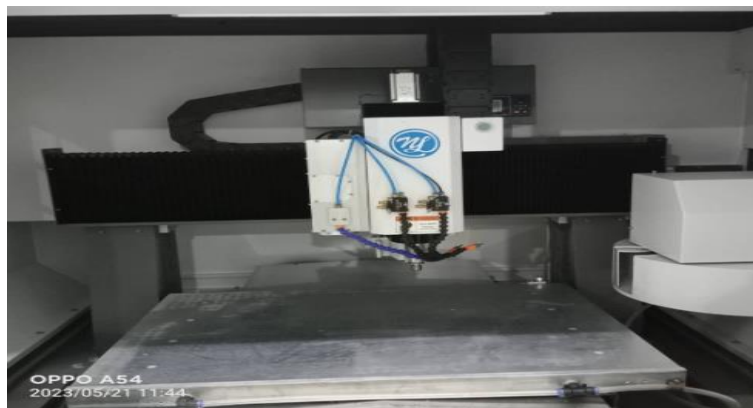


Figure 1: Machine CNC Fraiseuse

6.1.2. Contrôle :

- ✓ Machine à mesurer tridimensionnel
- ✓ Banc de préréglage,
- ✓ Table traçante.



Figure 2: Machine CNC Table Traçante

6.1.3. Machine à découper :

- ✓ Electroérosion
- ✓ OXY-découpage
- ✓ Découpage laser

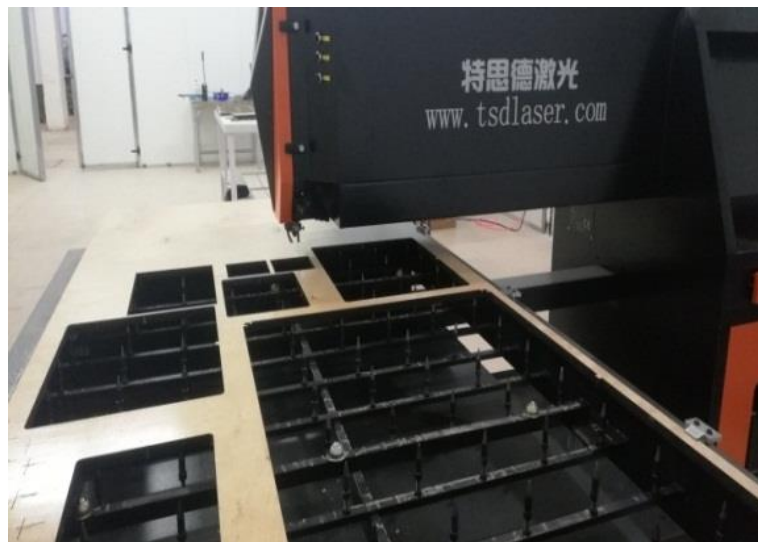


Figure 3: Machine CNC Découpage laser

6.1.4. Machines travaillant par déformation :

- ✓ Poinçonneuse,
- ✓ Plieuse,
- ✓ Cintreuse



Figure 4: Machine CNC Cintreuse

7. Classification des machines CNC:

Les machines-outils à commande numérique par calculateurs (CNC) sont classées suivant :

- ✓ Classification selon la nature de déplacement
- ✓ Le mode de fonctionnement de la machine.
- ✓ Le mode d'usinage.
- ✓ Le nombre d'axes de la machine

7.1. Classification selon la nature de déplacement :

Le classement des machines est nécessaire car il aide au choix de machines, lors d'étude de gammes de fabrication. Traditionnellement, on a classé les machines en fonction des formes de surfaces à réaliser : cylindriques / parallélépipédiques, tournage / fraisage. Cette classification est remise en cause, car la commande numérique et l'adaptation des structures de machine cassent le lien entre les deux couples [11].

7.2. Classification des CNC selon le mode de fonctionnement :

7.2.1. Fonctionnement en boucle ouvert :

En boucle ouverte, comme l'illustre la figure le système assure le déplacement du chariot mais ne le contrôle pas.

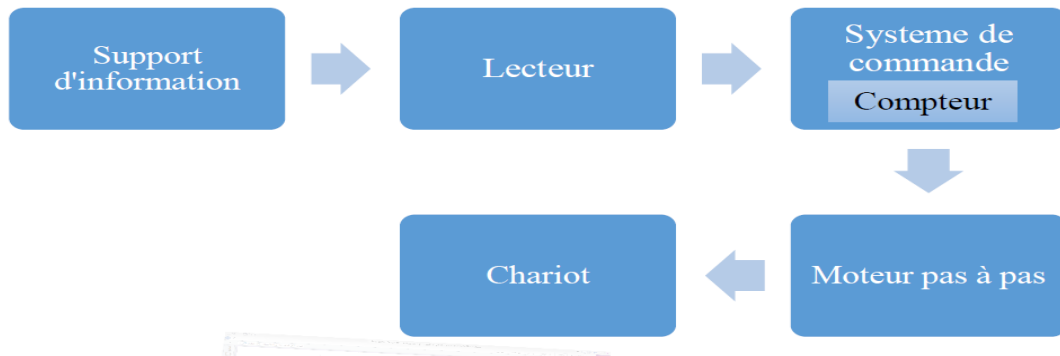


Figure 5. Fonctionnement en boucle ouvert [12].

7.2.2. Fonctionnement en boucle fermé :

En boucle fermée le système contrôle le déplacement ou la position jusqu'à égalité des grandeurs entrée (E) dans le programme et celui mesuré, comme illustre dans la figure

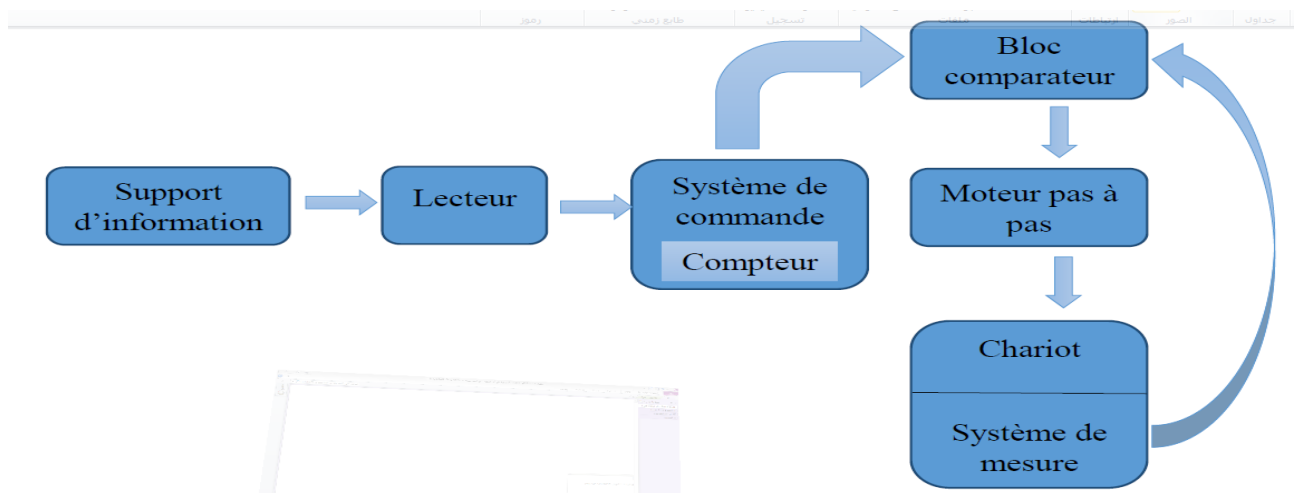


Figure 6. Commande en boucle fermée [13].

8. Programmation :

Elle est réalisée selon le code ISO ou EIA, et permet de décrire les différentes opérations nécessaires à l'usinage d'une pièce. La MOCN reçoit des informations codées. C'est le langage de

la machine qui est composé d'un vocabulaire contenant des mots. Un mot a plusieurs caractères. [14].

Remarques :

- ✓ La programmation peut être automatisée : logiciel de FAO (fabrication assistée par ordinateur), catia V5 ou solidWorks par exemple.
- ✓ Actuellement on peut programmer une MOCN sans connaître le code ISO, en utilisant des schémas d'aide interactifs, c'est ce qu'on appelle le mode conversationnel [15].

9. Chargement d'un programme :

L'opérateur introduit le programme dans le DCN en utilisant le clavier de celui-ci. Pour le stockage, le programme peut être tapé ou transféré sur une USB, si le DCN est relié à un micro-ordinateur par un câble RS 232 [16].

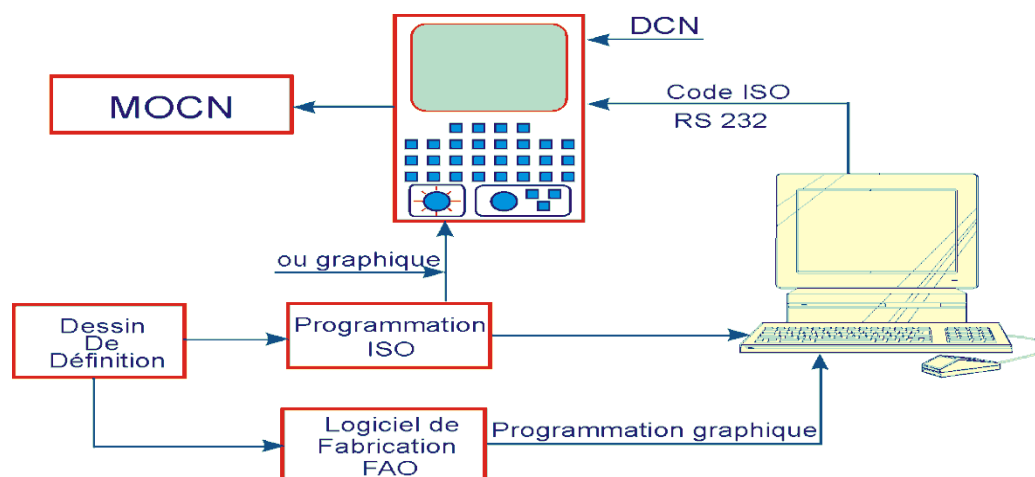


Figure 7.Chargement d'un programme [17].

10. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude générale sur les Machines-Outils commande numériques CNC, et les zones les plus utilisées dans l'industrie, comment la contrôler, et un certain nombre de ses classifications selon son fonctionnement.

Chapitre II :

Conception assistée par ordinateur (CAO)

1. Introduction:

La conception assistée par ordinateur ou CAO (en anglais, computer aided design ou CAD) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement – à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique – et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer.

Le grand public confond souvent CAO et DAO (dessin assisté par ordinateur) : la CAO n'a pas pour fonction première l'édition du dessin. Il s'agit d'un outil informatique souvent lié à un métier, fonctionnant en langage dit objet, et permettant l'organisation virtuelle de fonctions techniques. Cela permet ensuite la simulation de comportement de l'objet conçu, l'édition éventuelle d'un plan ou d'un schéma étant automatique et accessoire. En DAO, un trait est un trait et le logiciel ne permet pas l'interprétation technique de l'ensemble [18].

2. Historique de CAO :

La conception assistée par ordinateur semble être une révolution récente, la plupart des logiciels de CAO, que les ingénieurs, les développeurs de jeux vidéo ou encore les architectes utilisent aujourd'hui, datent de plus de 10 ans. La CAO en elle-même a commencée il y a plus de 50 ans.

Dans les années 1950, le développement de l'informatique en temps réel a énormément progressé conjointement aux commandes numériques des machines-outils et à l'automatisation de la conception technique. Mais ce travail est le fruit de deux personnes en particulier, Patrick Hanratty et Ivan Sutherland, qui ont largement participé au développement de ce que nous appelons aujourd'hui la CAD ou Conception Assistée par Ordinateur.

Les débuts de la conception technique moderne sont issus des développements de la géométrie descriptive qui a commencé au 16ème et 17ème siècle. Les méthodes de dessins techniques se sont améliorées avec l'introduction des machines à dessiner, mais la création de dessins d'ingénierie a en réalité très peu changé depuis la seconde guerre mondiale [19].

3. Définition de la CFAO :

La conception et la fabrication assistées par ordinateur se définit comme l'ensemble des aides informatiques au bureau d'études. De l'établissement d'un cahier de charges relatif à un nouveau produit jusqu'à la génération des documents et des fichiers nécessaires à la fabrication.

La technique utilisée permet à l'homme et à la machine d'être liés pour résoudre un problème en utilisant au mieux les compétences de chacun. L'historique de la CFAO nous permet d'affirmer que

ses débuts remontent aux années 70. Il a été dès lors possible de mettre en place des logiciels spécifiques destinés à résoudre le problème des surfaces complexes pour l'industrie aéronautique et automobile [20].

Les années 80 ont vu l'arrivée de la représentation 3D volumique (ou solide) qui permet une interprétation non ambiguë des pièces mécaniques.

La représentation 3D volumique se caractérise par la définition des lignes cachées, l'obtention automatique des coupes et sections... Malgré les progrès technologiques, force est de constater que vers la fin des années 80, la CFAO est restée essentiellement un outil de présentation des pièces et assemblages plutôt qu'un outil de conception. Au début des années 90, une nouvelle approche révolutionne la CFAO traditionnelle. L'idée est de ne plus considérer la géométrie comme l'information de base, mais plutôt d'interpréter la pièce comme un ensemble logique et cohérent de "fonctions mécaniques", la géométrie 2D ou 3D n'est plus qu'un attribut de ces fonctions.

Et ce domaine est divisée en deux parties Une section spéciale pour la conception (CAO) et l'autre pour la fabrication (FAO) .

4. La FAO:

La FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur) est un ensemble d'outils informatiques permettant de coder le processus de fabrication. Elle est utilisée pour créer des instructions précises (G code) à destination des machines-outils à commandes numériques afin d'optimiser la fabrication de pièces. Le fichier créé va permettre à la machine-outil d'exécuter avec précision les contours de la pièce à fabriquer. Les systèmes de FAO aident également à la création, l'optimisation et la vérification des commandes numériques (CN) dans l'optique d'une productivité maximale de l'usinage [21].

5. Les différentes étapes de la fabrication assistée par ordinateur :

A partir d'un besoin, l'entreprise mène une étude de marché, puis établit un cahier des charges à partir duquel les ingénieurs étudient les solutions envisageables, fabriquent un prototype et font des essais de dessins de pièces. Une fois la pièce enfin définie en 3D à l'aide d'un logiciel CAO, il y a quatre étapes pour créer le fichier de fabrication assistée par ordinateur :

- ✓ Définir le type de machine.
- ✓ Quel outil va être utilisé

- ✓ Quelles sont les stratégies d'usinage à adopter par rapport à la vitesse de coupe, d'avance, du nombre et de la profondeur de passes nécessaires.
- ✓ Définir les trajectoires des outils choisis en fonction du fichier CAO et les transformer en équations.

Toutes ces informations vont ainsi être transformées en données numériques qui seront envoyées sous forme d'un fichier FAO à la fraiseuse pour la fabrication de la pièce [22].

La fabrication assistée par ordinateur fait partie d'un ensemble de procédés informatiques tels que la CAO, qui permettront de mener la fabrication d'une pièce à l'aide de machines-outils numériques avec une précision extrême.

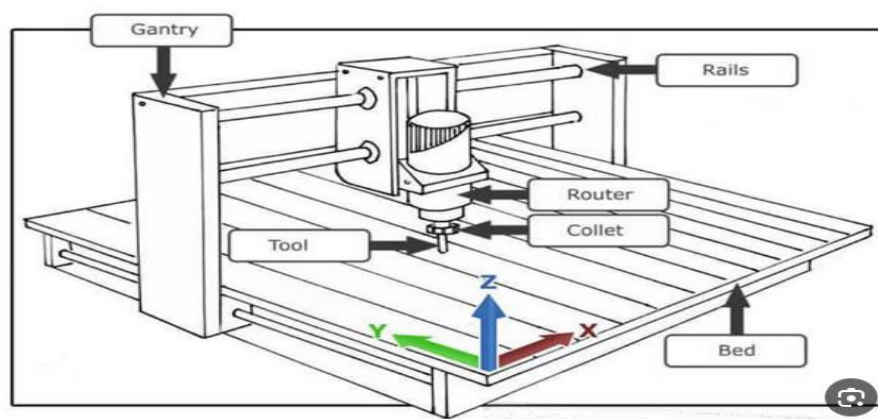


Figure 8. Structure générale de machine programmée [23].

6. La CAO:

Conception Assistée par Ordinateur, ensemble d'outils et de programmes informatiques permettant d'assister l'ingénieur dans la conception d'un produit. Ces outils sont généralement spécialisés : outils aussi divers que la conception et le dessin architectural, le calcul de la résistance des matériaux pour les structures ou les assemblages mécaniques...(En anglais : CAD, Computer Aided Design ou Computer Assisted Design) [24].

7. Repérage des axes :

7.1. Définition et implantation des axes :

Les systèmes d'axes d'une MOCN répondent aux normes NFZ-020 et ISO841 qui précisent leurs désignations et leurs sens de déplacement. Sur le tour comme sur la fraiseuse, la mise en position d'une pièce sur la machine se fait par rapport à un repère lié au support de pièce (il en est de même pour la mise en position de l'outil sur la tourelle). A chacun de ces repères peuvent se

définir six mouvements associés aux axes (trois translations suivant X, Y, Z et trois rotations notées respectivement (A, B, C), appelés degrés de liberté (figure 9) [25].

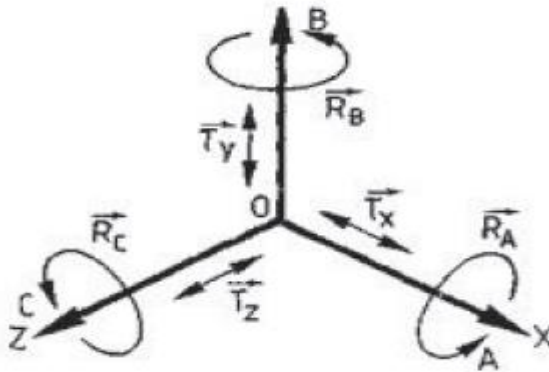


Figure 9.Figure 9 Implantation des axes [25]

Par rapport à un trièdre O, X, Y, Z, une pièce peut se déplacer suivant six mouvements simples :

- 3 translations
- 3 rotations.

La pièce possède donc 6 degrés de liberté :

Chaque fois que l'on supprime un mouvement, on élimine un degré de liberté.

Remarque : Lorsque les six degrés de liberté sont supprimés, on dit que la pièce est immobilisée iso statiquement.

7.1.1. Technologie sur MO traditionnelle (axes) :

Le besoin d'un repère sous forme d'un trièdre (X, Y, Z) n'est pas essentiel. En effet, les MOT (MO traditionnelle) sont conduits directement et sous le contrôle d'un opérateur qui suit les instructions du contrat de phase. L'opérateur situe, de manière traditionnelle, la position du repère cartésien et il identifie les déplacements sur ces axes par des termes tels que :

- ✓ Longitudinal.
- ✓ Transversal.
- ✓ Vertical.

7.1.2. Technologie sur MOCN (axes) :

Le besoin d'un repérage systématique du trièdre (X, Y, Z) est devenu nécessaire depuis l'adjonction, entre la machine et l'opérateur, d'une armoire électronique (Le CNC). En effet,

l'opérateur doit informer sous forme codée (programme G-code) la machine des instructions contenues dans le contrat de phase ; notamment, les déplacements sur les axes du trièdre [26].

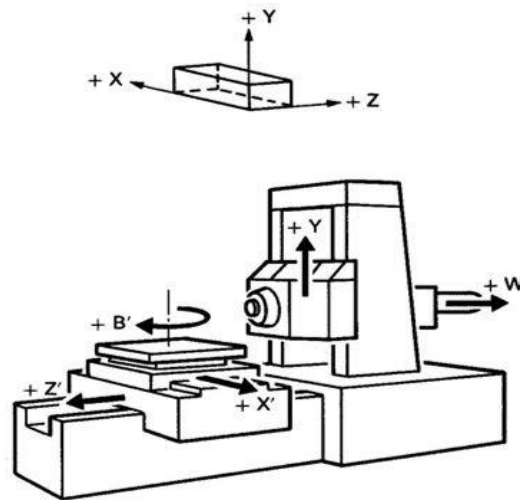


Figure 10. Définition des axes dans une MOCN (fraiseuse horizontale) [26].

Dans un souci de standardisation les constructeurs ont été amenés à définir un trièdre de référence :

- ✓ Axe Z : il est toujours situé sur l'axe de rotation de la broche quelle que soit la machine.
- ✓ Axes X et Y : ils sont repérés par la règle des trois doigts [25].

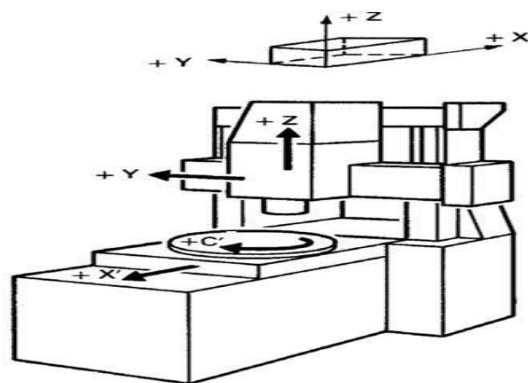


Figure 11: Définition des axes dans une MOCN (fraiseuse verticale) [26].

Sur les MOCN le trièdre (X, Y, Z) est toujours lié au mouvement de l'outil. Or ce sont parfois les tables qui sont en mouvement et qui assurent l'usinage de la pièce. Il a fallu codifier ces «autres» déplacements. Ainsi, le signe (') (Prime) indique que c'est la table qui se déplace et non l'outil.

Par exemple, sur la fraiseuse de la fig.2, les mouvements de l'outil sont :

- ✓ Z : mouvement vertical dans l'axe de la broche.
- ✓ Y : mouvement longitudinal de l'axe de la broche les mouvements de la table sont :
 - ❖ X' : mouvement transversal de la table par rapport à l'axe de la broche.
 - ❖ C' : mouvement auxiliaire de rotation par rapport à l'axe de la broche (plateau tournant).

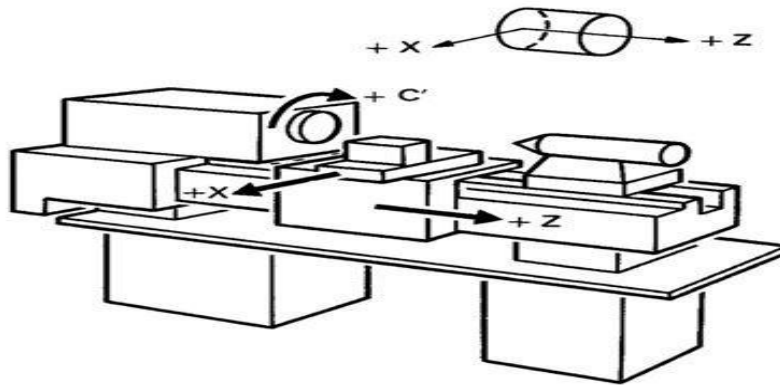


Figure 12: Définition des axes dans une MOCN (tour) [26].

7.2. Règle des trois doigts :

Pour positionner le système d'axes, il est simple d'utiliser la règle des trois doigts. L'axe du majeur étant, par convention, parallèle à celui de la broche de travail (figure 13). Les axes additionnels présents sur certains centres d'usinage, définissant les mouvements secondaires parallèles aux axes principaux (X, Y et Z), sont repérés par U, V et W [27].

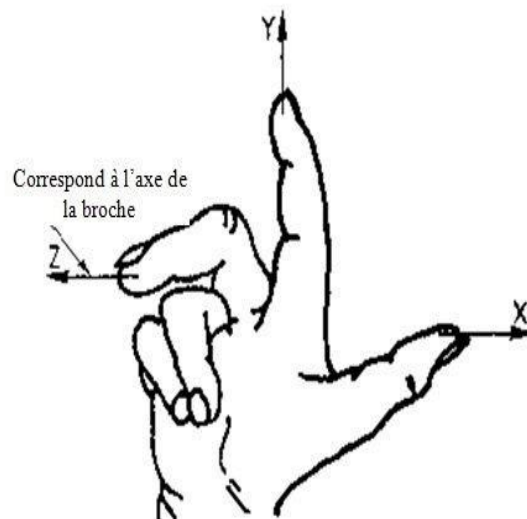


Figure 13: Règle des trois doigts [27].

Les axes sur un tour ou sur une fraiseuse sont définis comme suit :

✓ **L'axe Z** : correspond à l'axe de la broche. Le sens positif est celui L'axe Z qui correspond à un dégagement de l'outil (accroissement de la distance entre la pièce et l'outil). Le sens positif de rotation de la broche est celui des aiguilles d'une montre.

✓ **L'axe X** : correspond à l'axe ayant le plus grand déplacement. Pour une fraiseuse, c'est généralement l'axe longitudinal (directement perpendiculaire à l'axe Z). Pour un tour, l'axe X de mouvement est radial. Le sens positif du mouvement est celui qui correspond à l'accroissement de la distance entre l'outil et l'axe de rotation de la pièce.

✓ **L'axe Y** : forme un trièdre trirectangle avec les deux autres axes. Pour une fraiseuse, c'est l'axe transversal [27].

8. Propriétés de conception assistée par ordinateur :

Pourtant la conception assistée par ordinateur(CAO) est un outil puissant pour créer des dessins détaillé et précis. La CAO permet aux utilisateurs de créer des conceptions détailler et modifier rapidement et facilement les conceptions existantes. Il permet aux utilisateurs de créer des modèles 3D complexes, de les visualises sous différentes perspectives et de créer des images et des animations réalistes.

La CAO facilite également la conception de pièces, l'assemblage et de systèmes entiers de manière efficace. Les logiciels de CAO sont utilisés dans de nombreux secteurs tels que l'architecture, l'ingénierie, la fabrication, l'automobile et l'aérospatiale, construction équipement médical, conception de mobilier, etc [28].

9. Format d'enregistrement de fichier avec CAO :

Il existe plusieurs formats d'enregistrement de fichiers dans le programme Par exemple :

✓ 1-DWG – Format de fichier dont l'utilisation est très répandue pour les dessins CAO.

✓ 2-STL (Standard Tessellation Language) – Format de fichier utilisé dans les logiciels CAO de stéréo lithographie, créé par 3D Systèmes.

✓ 3-STEP – Norme pour l'échange de données sur les modèles de produits – norme ouverte élaborée par l'ISO portant sur la représentation d'objets 3D en conception assistée par ordinateur (CAO) et de l'information associée.

✓ 4-IGES – Initial Graphics Exchange Specification.

10. Quelques Domaines d'utilisation de CAO :

10.1. Mécanique :

Le domaine de la mécanique est historiquement l'un des premiers à s'être doté, dans les années 1960, de logiciels de CAO. Ceux-ci permettent au concepteur d'exprimer et de modéliser un grand nombre de contraintes (fonctionnalités, matériaux, capacité d'assemblage, fabrication, etc.) pendant la phase de conception d'un ensemble mécanique. Les logiciels correspondants sont utilisés lors d'une ou plusieurs phases du développement (ex: spécifications produit/process, esquisses, dimensionnement, analyses cinématiques, analyses dynamiques, préparation de la fabrication..) [29].

Les logiciels modernes permettent une conception directe en trois dimensions et sont surtout intéressants pour les fonctionnalités proposées : aujourd'hui une pièce de tôlerie est modélisée directement en pliant virtuellement une tôle, un perçage est placé d'un simple clic sans avoir à réfléchir sur le choix des formes volumiques - au sens mathématique - à adopter pour modéliser son intention technologique. Si les premiers logiciels proposaient un historique figé (pas de retouche possible des formes déjà définies), les dernières versions utilisant la conception paramétrique autorisent toutes les modifications.

Exemples de logiciels de CAO pour la mécanique :

- ✓ -Alibre Design, édité par Alibre Inc
- ✓ Bricscad, édité par bricsys, CAO sous Windows (clone du logiciel AutoCAD)
- ✓ CATIA, DraftSight et SolidWorks, édités par Dassault Systèmes [29].

10.2. Electronique :

Des produits existent également pour la conception de circuits électroniques ou de microprocesseurs. La conception d'un circuit électronique présente deux difficultés :

✓ La première concernant le comportement électrique ou logique souhaité, est certainement la plus facile à traiter. On obtient un modèle informatique du schéma construit comme sur un outil DAO. Cependant, chaque composant est affecté d'une loi de comportement, ce qui fournit un modèle virtuel permettant des tests de fonctionnement.

✓ l'implantation réelle des composants sur le circuit imprimé est par contre un vrai problème technique; si les schémas simples trouvent facilement une solution, pour les circuits complexes la CAO est d'un grand secours. Le tracé des pistes doit parfois être établi sur une ou plusieurs couches.

Exemples de logiciels d'électronique (assembleurs de composants) [29] :

- ✓ Altium Designer
- ✓ Allegro de Cadence Design Systems

La conception assistée peut parfois aller plus loin encore en proposant une aide à la création de "face" comme avec le logiciel "Front-Designer" ou "Front Panel Designer".

10.3. Electrotechnique :

Les logiciels de conception permettent la réalisation de plans de câblage électrique pour les domaines de l'industrie, distribution d'énergie, automobile, aéronautique, ...

Le logiciel de CAO permet au concepteur une prise en charge globale du projet par un même outil (réalisation des plans, des liens entre composants et plans, des borniers et connecteurs, des nomenclatures, des implantations composantes, des faisceaux de câblage...).

Les logiciels de CAO électriques facilitent également les échanges entre les corps de métier amenés à collaborer sur certains projets tel que le bâtiment. Les plans d'architectes réalisés dans les formats standards sont ensuite importés et utilisés comme base par des logiciels spécialisés notamment dans les schémas d'implantation électrique. Ce type de logiciels ne vise pas la réalisation de schémas de fonctionnement mais permet à l'utilisateur la création d'installations électriques domestiques ou tertiaires et de visualiser les dépendances entre appareils (interrupteurs ↔ lampes...), le matériel nécessaire au projet (appareils, filerie, gaines...) ainsi que des contenus détaillés de chaque gaine ou des boîtes de dérivation [29].

Exemples des logiciels en mode objet :

- ✓ Engineering Base, édité par Aucotec
- ✓ E3.series, édité par Zuken
- ✓ Axiom CAD, édité par Assigraph International

10.4. Odontologie :

La conception assistée par ordinateur trouve une application en odontologie. La CAO fait suite à l'étape d'acquisition numérique, réalisée grâce à un dispositif de numérisation associé à des programmes de traitement des données. Plusieurs solutions de numérisation existent, comme une caméra intra-orale (empreinte numérique des arcades dentaires du patient) ou un scanner de modèle en plâtre.

Conception assistée par ordinateur d'une couronne unitaire : modèles numériques des arcades dentaires. Le tracé rouge correspond à la limite cervicale de la couronne [29].

Exemples de logiciels odontologies :

- ✓ Logiciel de CAO Dentaire Exocad -Deltaface -Work Nc
- ✓ -Delcam -Sesscoi

11. Les avantages et les inconvénients de CAO (conception assistée par ordinateur) :

11.1. Les avantages de CAO:

- ✓ La conception assistée par ordinateur améliore la précision et des processus de conception efficaces permettant des mesures plus précises, dimension exactes et dessins détaillés.
- ✓ Le logiciel de CAO peut facilement stocker et mettre à jour les conceptions existantes, permettant, ils sont faciles d'accès et modifiables en cas de besoin.
- ✓ La CAO facilite la visualisation de conception complexes avant leur création, permettant des possibilités plus créatives.
- ✓ Le logiciel de CAO fournit des outils puissants pour analyser les performances de conception, garantissant que le produit final répond aux spécifications requises.
- ✓ -la CAO permet aux concepteur de partager leur conception avec des collègues sur le Web différents emplacements, rendant la collaboration plus facile et plus rapide que jamais passé [30].

11.2. Les inconvénients de CAO:

Il ne fait aucun doute qu'il existe certains inconvénients liés à la conception par ordinateur, en particulier qui concerne les programmes de CAO, tel que :

- ✓ Le logiciel de CAO est très cher, mais il reste le plus populaire.
- ✓ Dans chaque nouvelle version du logiciel de CAO, le concepteur doit mettre à jour ses compétences
- ✓ Une mauvaise utilisation des claviers et la mise à jour des peuvent de la fatigue [31].

12. Conclusion:

Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé la définition des programmes de conception assistée par ordinateur, ainsi que certains de ses domaines d'utilisation et les logiciels les plus importants.

Enfin, nous avons constaté que les logiciels de CAO a un grand impact sur l'industrie moderne afin d'atteindre un produit qui est en grande partie sans erreur et qui satisfait finalement l'utilisateur.

Chapitre III :

conception machine fraiseuse CNC a trois axes X Y Z.

1. Introduction:

La conception assistée par ordinateur est un programme complet pour toutes les normes et comprend tous les outils et techniques d'ingénierie pour la conception. Il comprend également des outils pour tester la résistance à la traction, le cisaillement, la coupe, etc., comme on l'appelle. Il effectue des dessins, simule le montage et le démontage et étudie tous les mouvements.

Par conséquent, nous disons que la conception assistée par ordinateur facilite toutes les études de conception et de fabrication avec le moins de temps et le moindre coût.

2. Cahier de charge:

Le projet de fin d'étude de mémoire de faire la conception assistée par ordinateur CAO pour la machine fraiseuse CNC a trois axes X Y Z.

Le but de cette conception est de choisir les meilleurs standards et de faciliter le processus de fabrication avec le moindre coût, le moindre effort et le moins de temps.

Dans cette étude, nous avons un aspect unique de la mécanique selon l'objectif mécanique en déplaçant la machine sur les trois axes, ainsi que le choix du matériau pour les pièces qui composent la machine, car nous avons montré le processus d'assemblage des pièces, quelles sont les étapes suivantes :

- ✓ Dimensions et spécifications de la machine.
- ✓ Choisir les matériaux qui composent les pièces.
- ✓ Le coût le plus bas pour les pièces des composants de la machine.

Dans ce projet, nous avons choisi le programme de conception géant Solidworks qui est abordable et facile à utiliser

3. Système de guidage :

Linéaire sur les axes X Y Z ce système utilise pour qui n'ont pas de vibration Transition facile et flexible

Arbres en acier xc38 et bague en bronze L'une des caractéristiques du bronze est qu'il est toujours lubrifié en interne

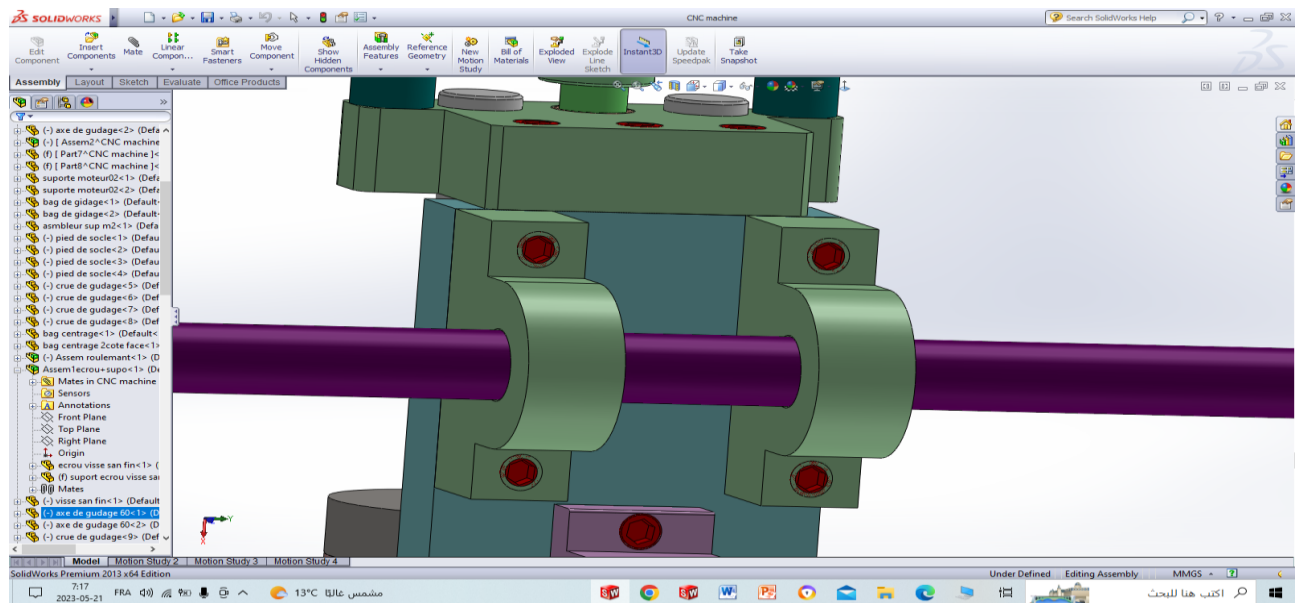


Figure 14 : Système de guidage.

4. 2-système de transmission

Avec le système de mouvement rotatif entre la vis spirale et l'écrou, nous obtenons un mouvement de translation. Ce système a un couple fort et un mouvement de transition rapide dans cette système utilisés. La vis et l'écrou plusieurs spirale trapézoïdale le pas de filetage est 24mm le nombre de filets quatre (4) files. L'une des caractéristiques de ce métal est qu'il est toujours lubrifié en interne.

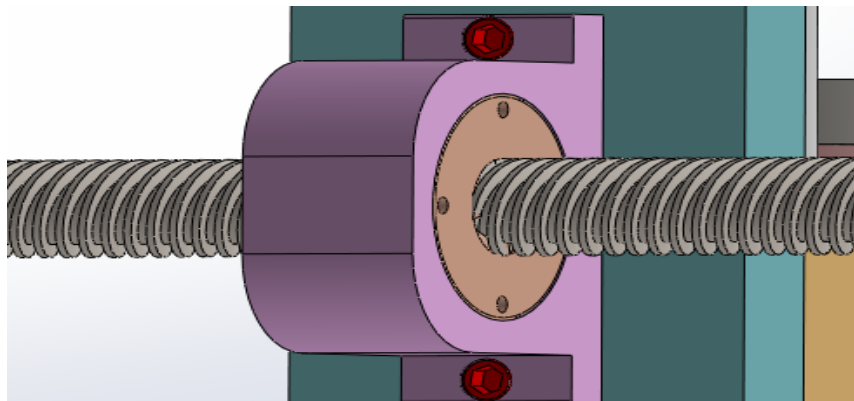


Figure : 15 Système de transmission de mouvement.

5. Système de mouvement :

5.1. Le moteur:

Les moteurs diffèrent d'un moteur à l'autre au détriment de son énergie et au détriment de sa puissance et de son rendement. Et au détriment de sa alimentation, il y a plusieurs moteurs à mentionner.

Dans cette conception, nous avons choisi les moteurs pas à pas, ces moteurs sont de type électromécanique, et ils sont plus précis dans le contrôle de la vitesse angulaire.

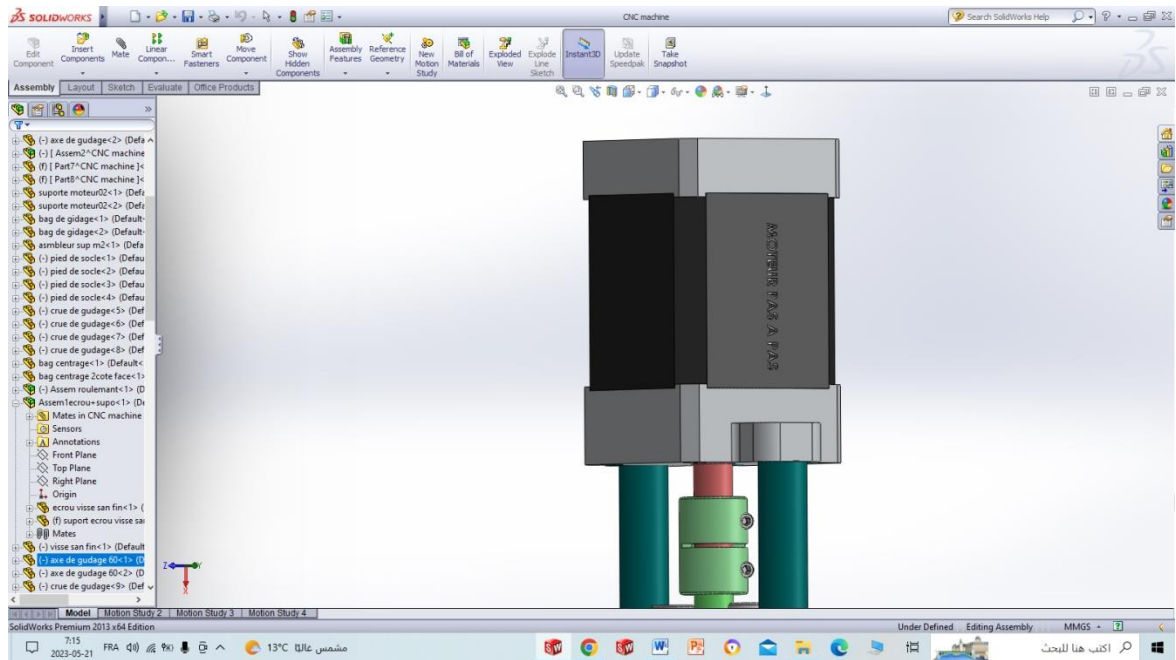


Figure 16. Le moteur pas à pas .

6. Système de fixation

Le démontage et l'installation entre le secteur de la machine se fait au moyen d'une vis et d'un écrou pour une installation et un démontage faciles.

C'est pourquoi nous avons choisi le boulon et l'écrou pour la facilité de montage et de démontage du secteur les uns des autres et son petit prix.

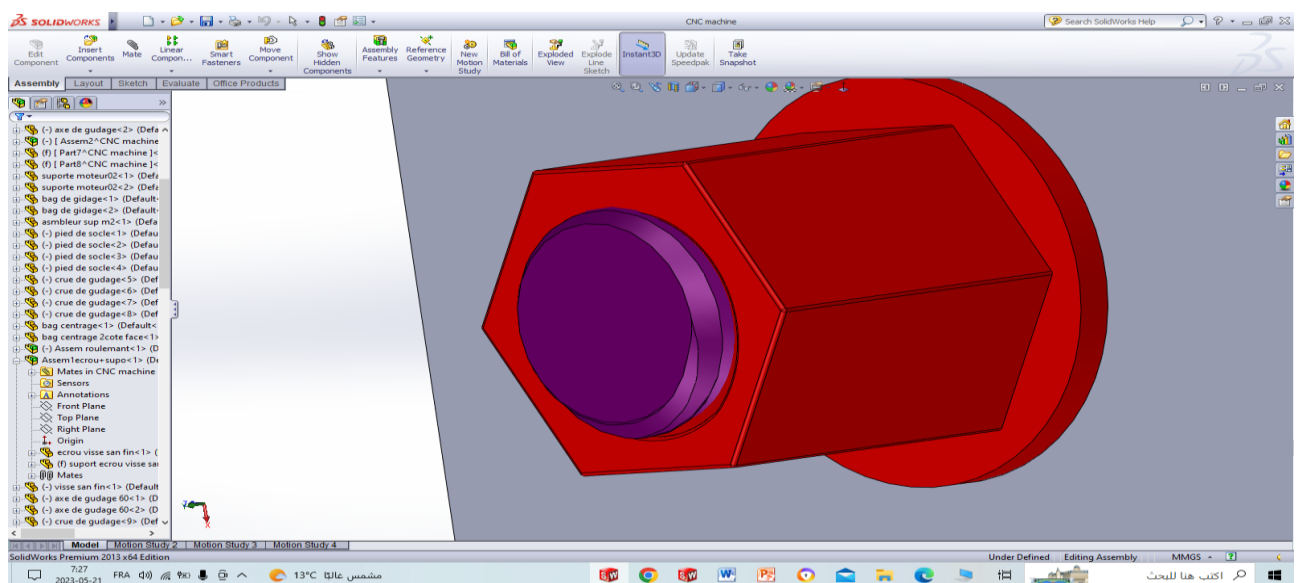


Figure 17. Ecrou de fixation.

7. Accouplement :

L'outil de connexion est une pièce qui relie deux colonnes pour faciliter le processus de mouvement entre un appareil et un autre en douceur, appelé l'accouplement.

Dans cette conception, nous avons utilisé un accouplement flexible.

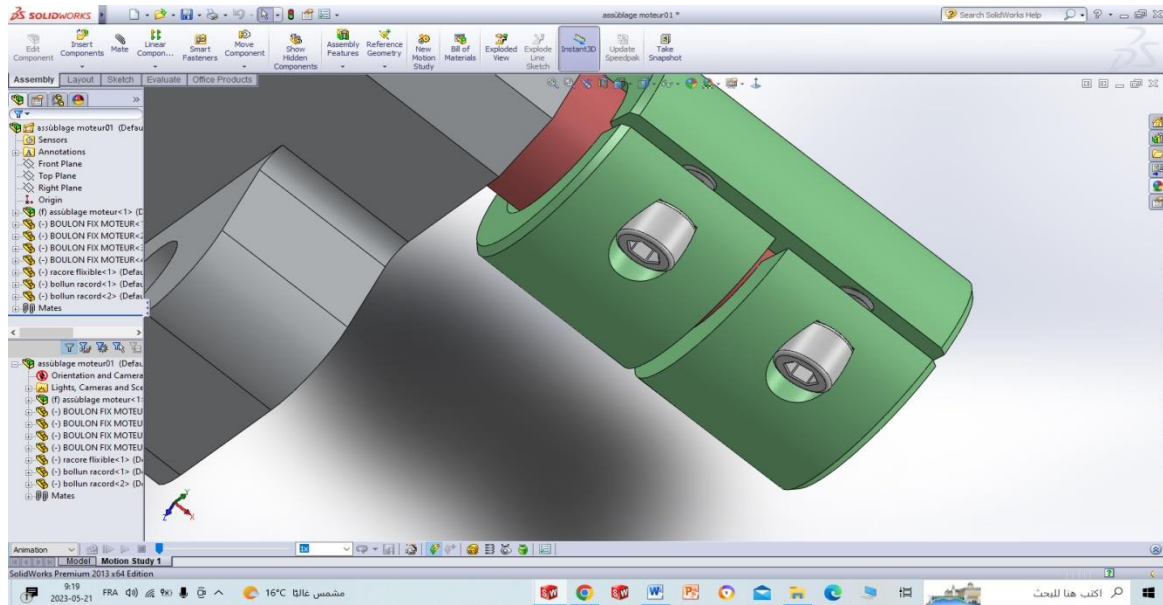


Figure 18 : Système de Accouplement .

8. la broche:

Quant au système de coupe, nous utilisons un moteur spinale triphasé d'une vitesse de 24 000 tours par minute, d'un diamètre de 80 mm.

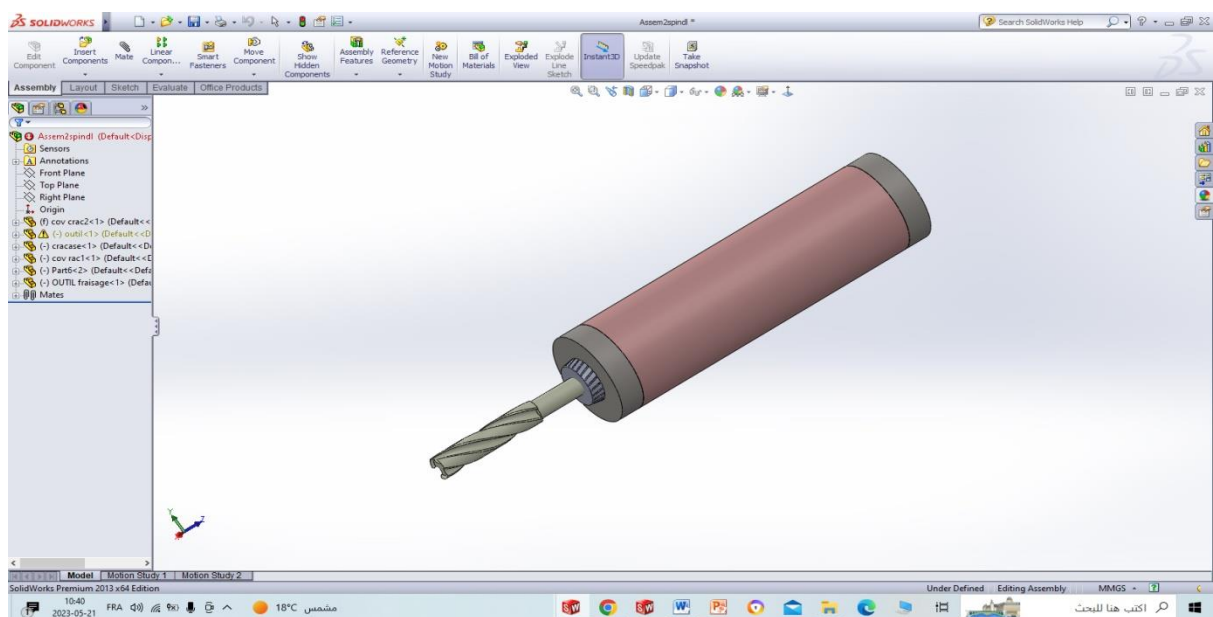


Figure 19 : La broche de fraisage .

9. La conception de Solidworks s'effectue en trois étapes :

- ✓ La première étape représentation 3D d'un composant de conception unique.
- ✓ Deuxième étape un agencement 3D dépièce et /ou d'autres assemblages.
- ✓ Troisième étape un dessin technique 2D, généralement d'un pièce ou d'un assemblage.

9.1. La première étape:

Nous avons conçu chaque secteur individuellement, comme les boulons, les écrous, le châssis et les moteurs, puis nous avons choisi les matériaux qui les composent

9.2. la deuxième étape:

Après avoir terminé la conception des pièces, nous les avons assemblées les unes dans les autres depuis la base jusqu'à la fin de l'assemblage, avec correction de toutes les erreurs de la première étape..

9.3. Troisième étape:

Nous avons extrait le schéma montrant toutes les dimensions, mesures et spécifications afin que l'usine puisse fabriquer les pièces avec facilité et confort, ainsi que celui qui collectera et installera les pièces ensemble

Dans ce projet, en s'appuyant sur le programme Solidworks, nous avons conçu une fraiseuse avec un mouvement à trois axes. Dans le détail, nous avons dessiné les secteurs chacun séparément, puis nous avons assemblé les secteurs les uns avec les autres comme indiqué sur les dessins

9.4. Calcul du centre de gravité de CNC:

Le programme SolidWorks nous a aidé à calculer le centre de gravité de la masse afin de connaître l'équilibre de la machine et son anti-renversement

9.5. Centre de gravité de la masse:

Centre de gravité table avant et arrière

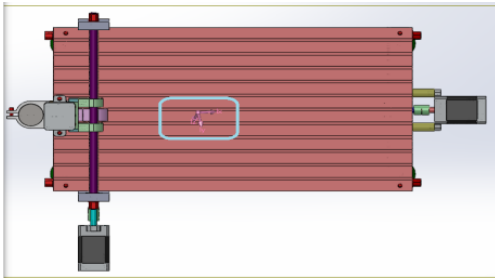


Figure 20. centre de gravité table avant .

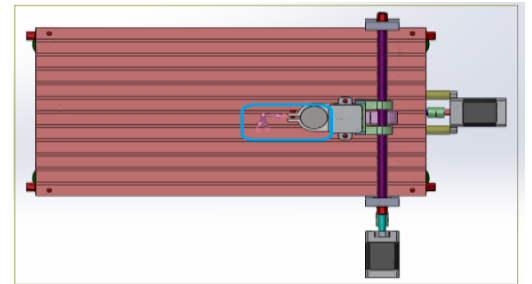


Figure 21. centre de gravité table arriere

$X=542.4$

$Y=933.22$

$Z=892.27.$

Dans cette conception, le poids total de la machine a également été calculé avec solidwoeks

Masse= 104120g

Dimensions de la machine : L x B x H 1425.20mmX925.13mmX1107.59 mm

Dimension de travailler le machin

$X=540$

$Y=740$

$Z=230$

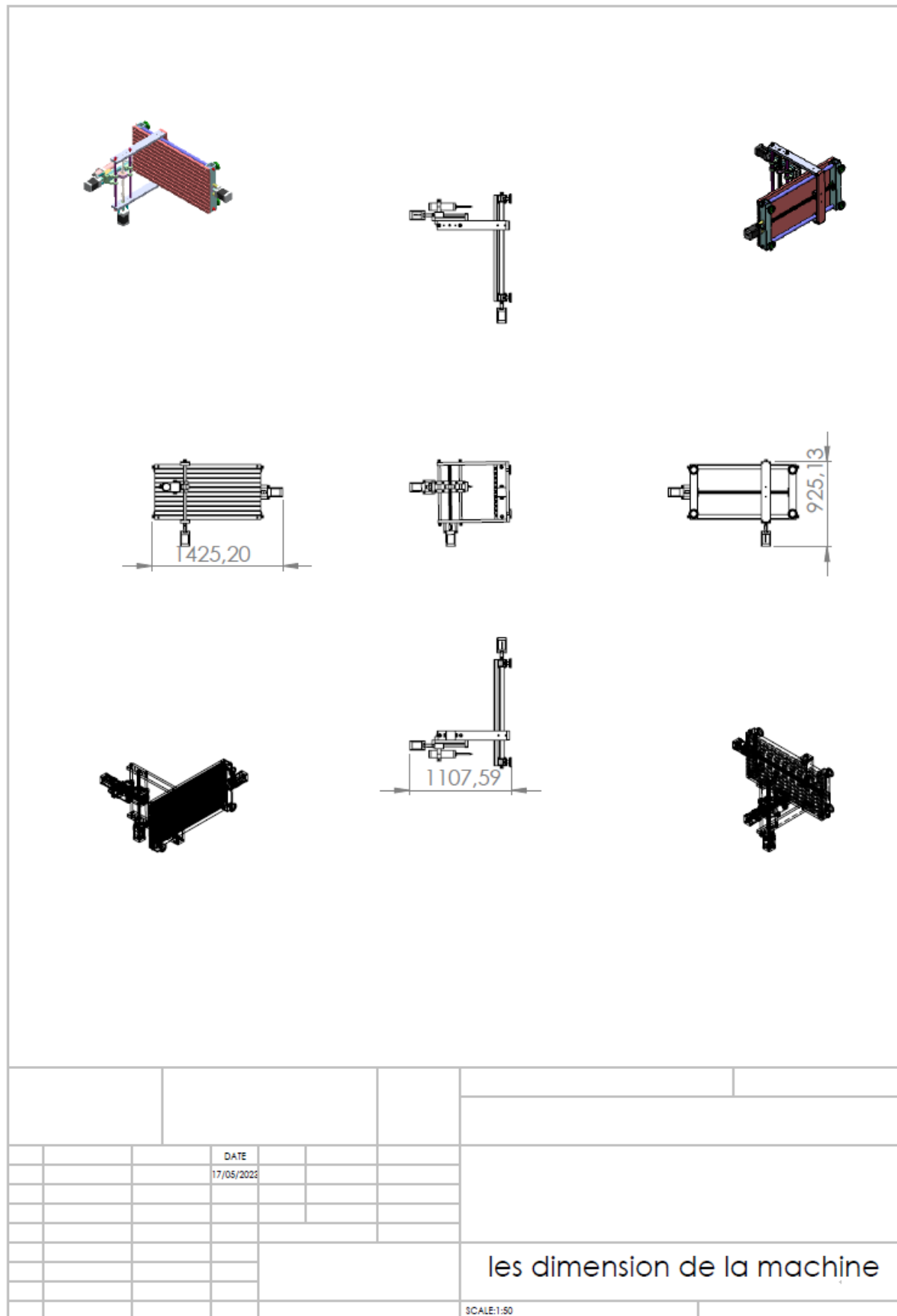


Figure 22.les dimension de la machine.

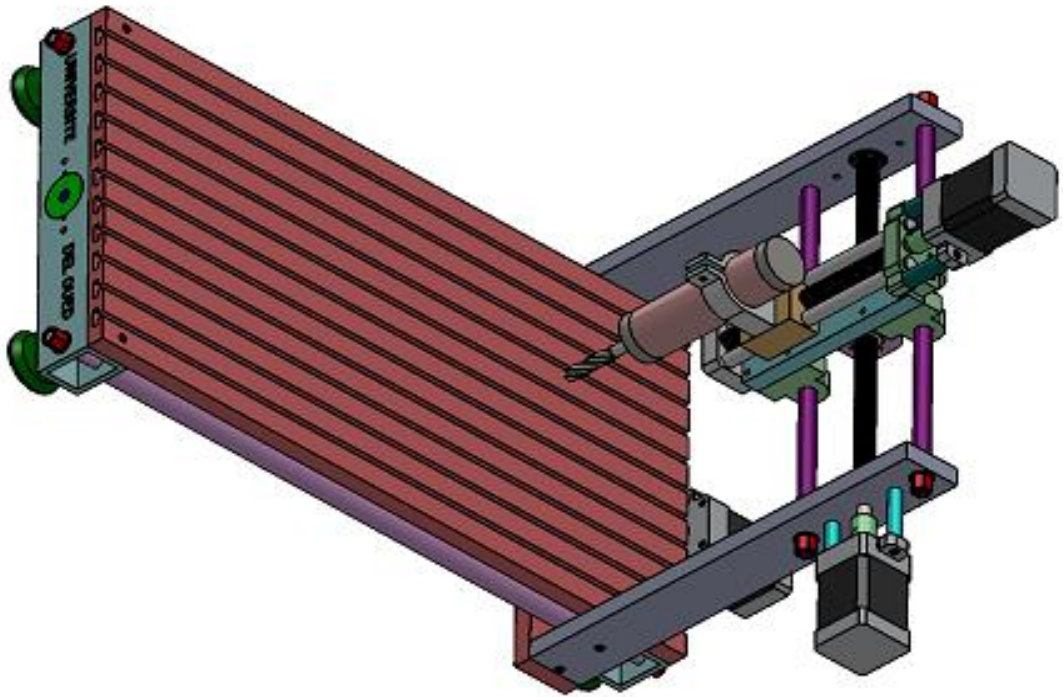


Figure 23 Machine CNC fraiseuse 3 Axe

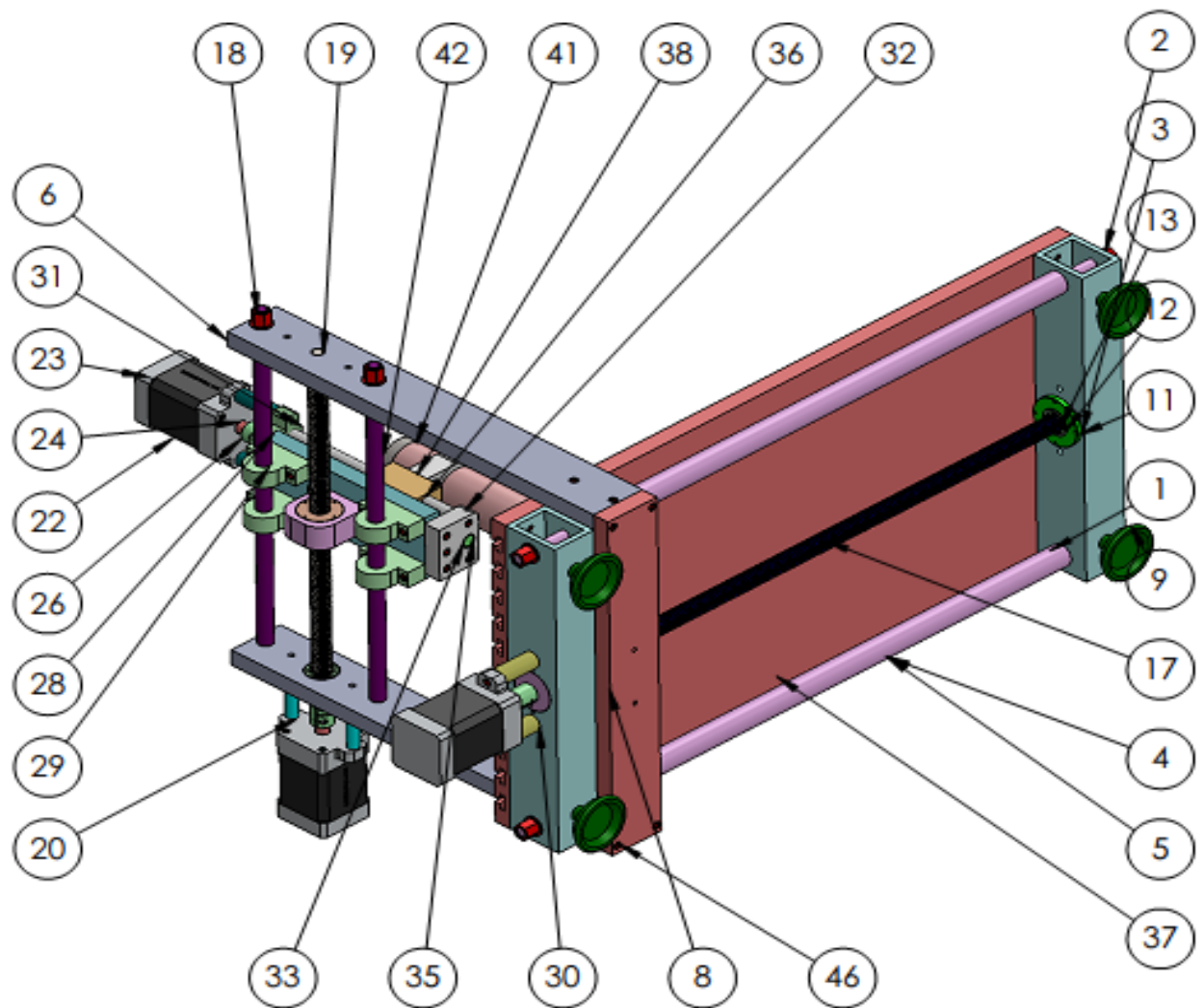
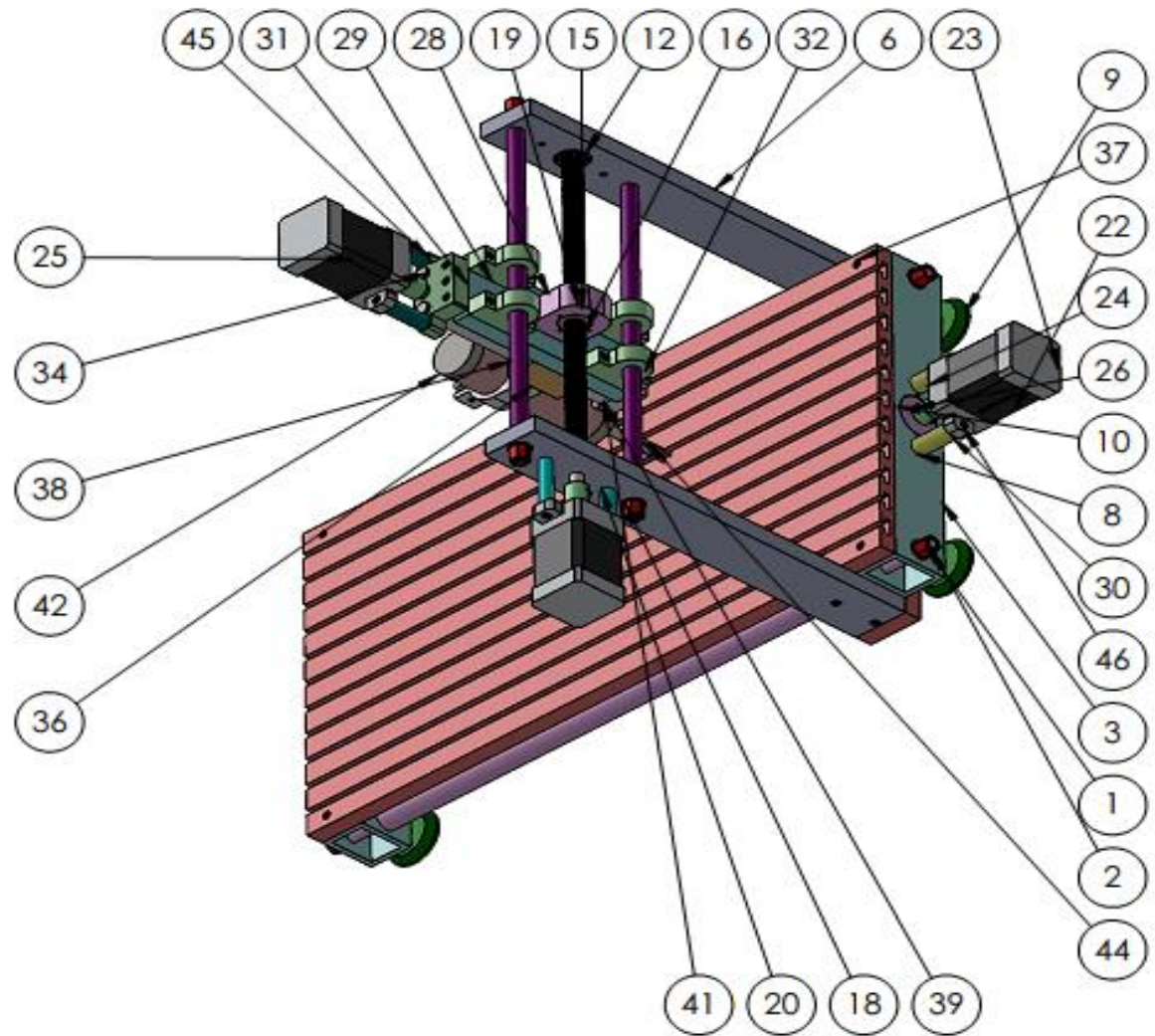


Figure24 : Composants CNC

**Figure25 : Composants CNC**

Numérotation des composants de la machine

N ^o	Destination	Matière	Qt
1	Axe de guidage	Acier A60	2
2	Ecrou de fixation	CW452K	12
3	Tube rectangulaire 600	Acier A60	2
4	Partie 7 machine CNC		1
5	Partie 8 machine CNC		1
6	Support moteur M2	Acier A60	2
7	Bague de guidage		2
8	Assembleur support M2		1
9	Pieds de socle	Acier A60	4
10	Bague centrage	CW452K	1
11	Bague centrage 2 cote de face	CW452K	1
12	Cage extérieure de roulement	100C6	4
13	Cage intérieur de roulement	100C6	4
14	Cylindre de roulement	100C6	40
15	Ecrou vis sans fin	CW452K	2
16	Support écrou vis sans fin	Acier A60	2
17	Ecrou vis	CW452K	1
18	Axe de guidage	Acier A60	2
19	Vis spirale		1
20	Bague support moteur M3	CW452K	2
21	Axe moteur	XC38	3
22	Cœur de moteur	Iron	3
23	Derrière moteur	aluminium	3
24	Interface moteur	aluminium	3
25	Boulon fixe moteur	Acier A60	12
26	Raccord flexible	XC38	3
27	Boulon de fixation	Acier A60	6
28	Support moteur M3	Acier A60	1
29	Bagues de guidage	CW452K	4
30	Support moteur M1	Acier A60	2
31	Coin M3	Acier A60	1
32	Fond de M3	Acier A60	1
33	Bague bronze	CW452K	2
34	Axe moteur 3	XC38	2
35	Vis spirale M3	XC38	1
36	Support spindl	Acier A60	1
37	Table CNC	Acier A60	1
38	Support spindl	P6 (polyamide)	1
39	Couvert inferieur	aluminium	1
40	Outil	HSS	1
41	Stator spindl	aluminium	1
42	Couvert supérieur	aluminium	1
43	Pince outil	XC38	1
44	Outil de fraisage	HSS	1
45	Cylindre	Acier A60	2
46	Boulon de fixation	Acier A60	39

Table1 :Liste de numiration machine CNC





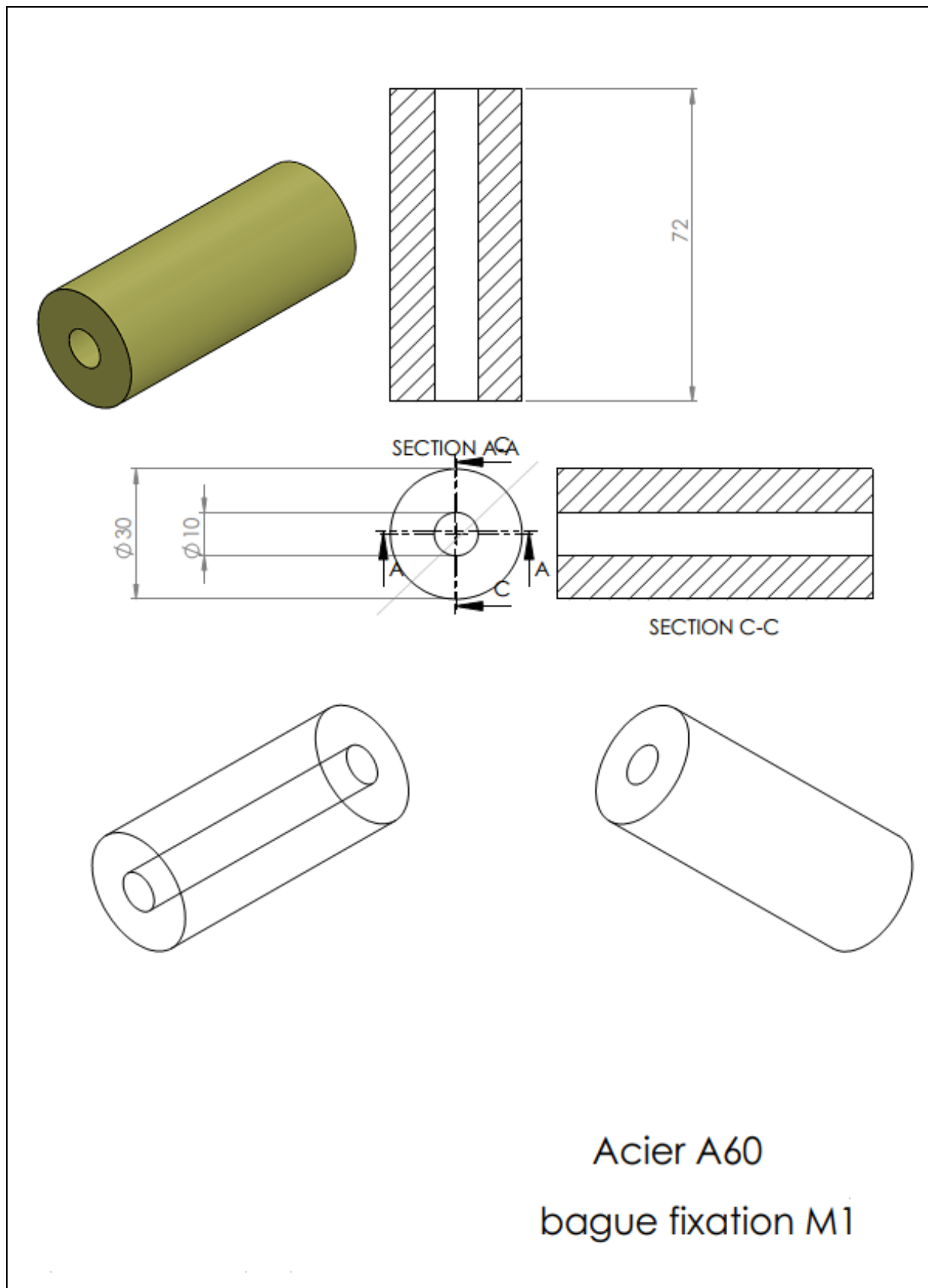


Figure28 : Bague de fixation

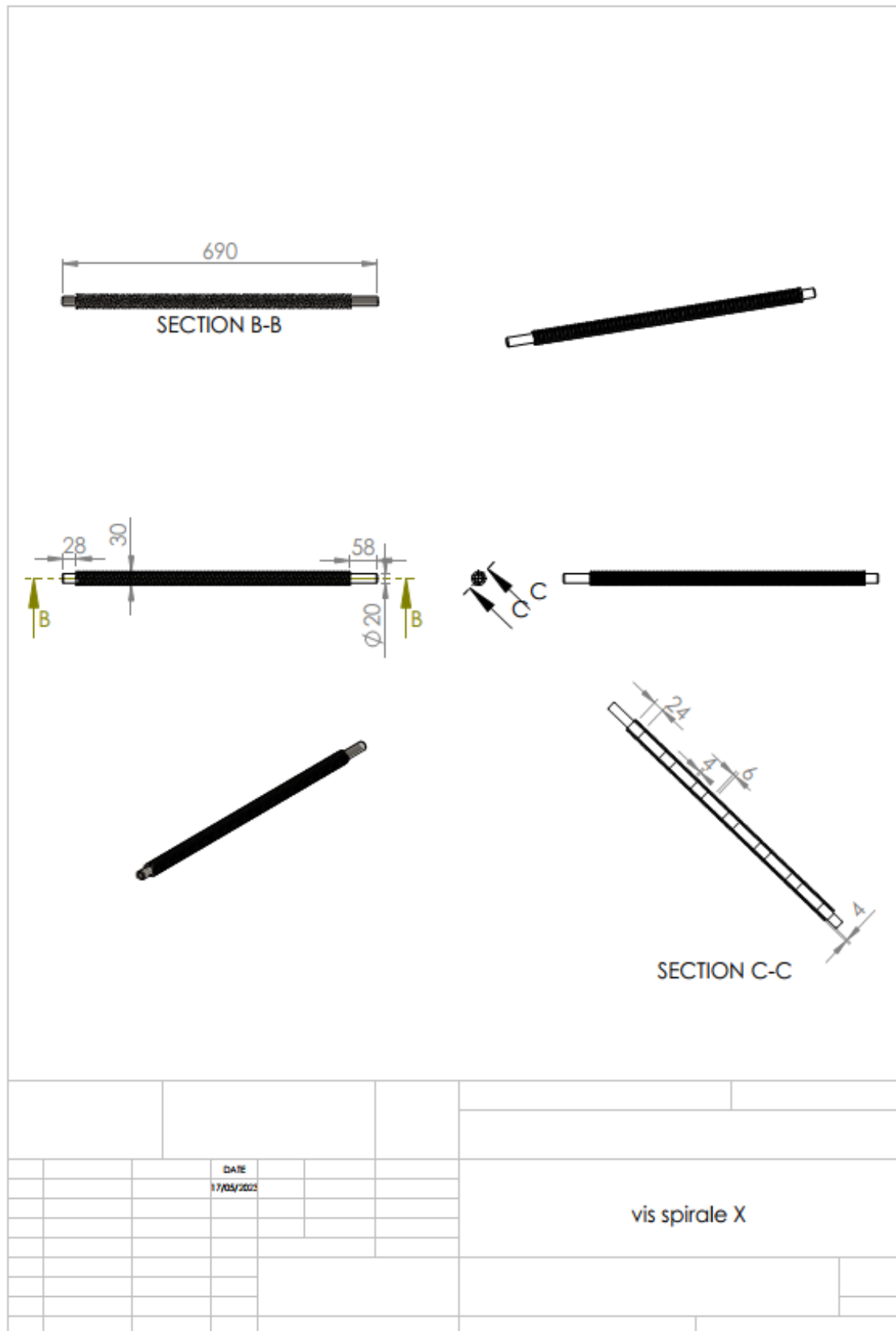


Figure29: Vis spirale X

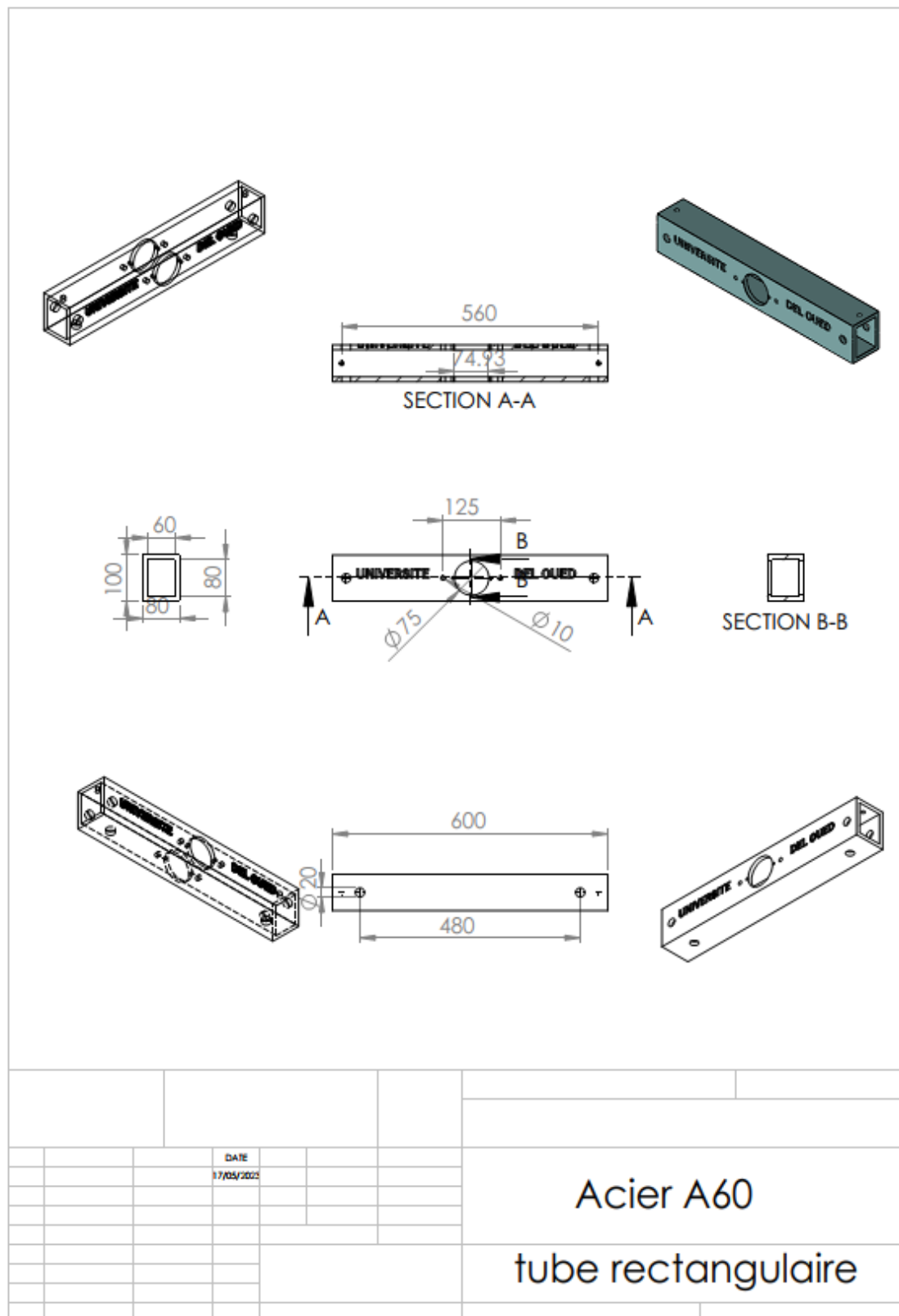


Figure30 : Tube rectangulaire

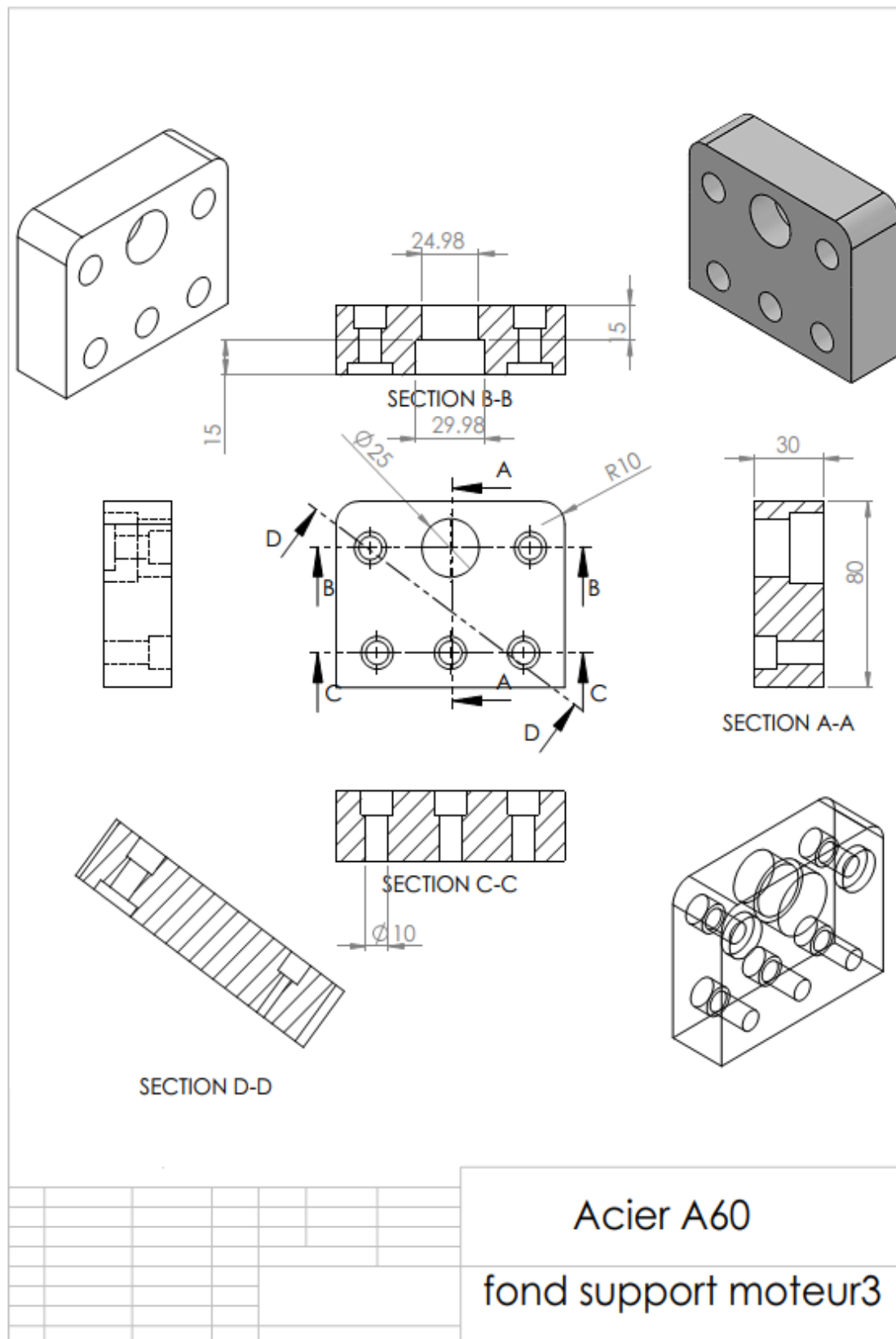


Figure31: Fond support moteur3

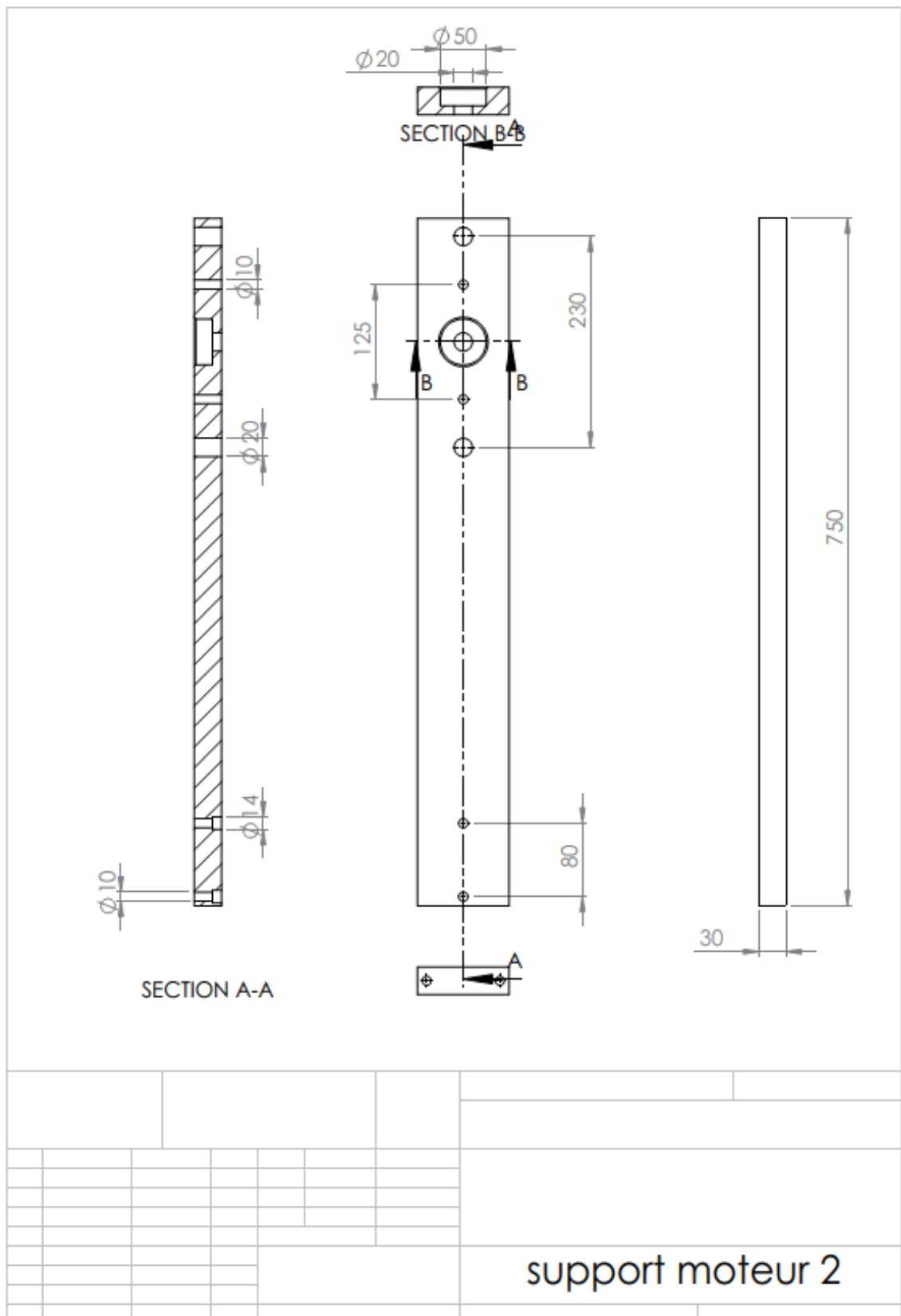


Figure32: Support moteur2

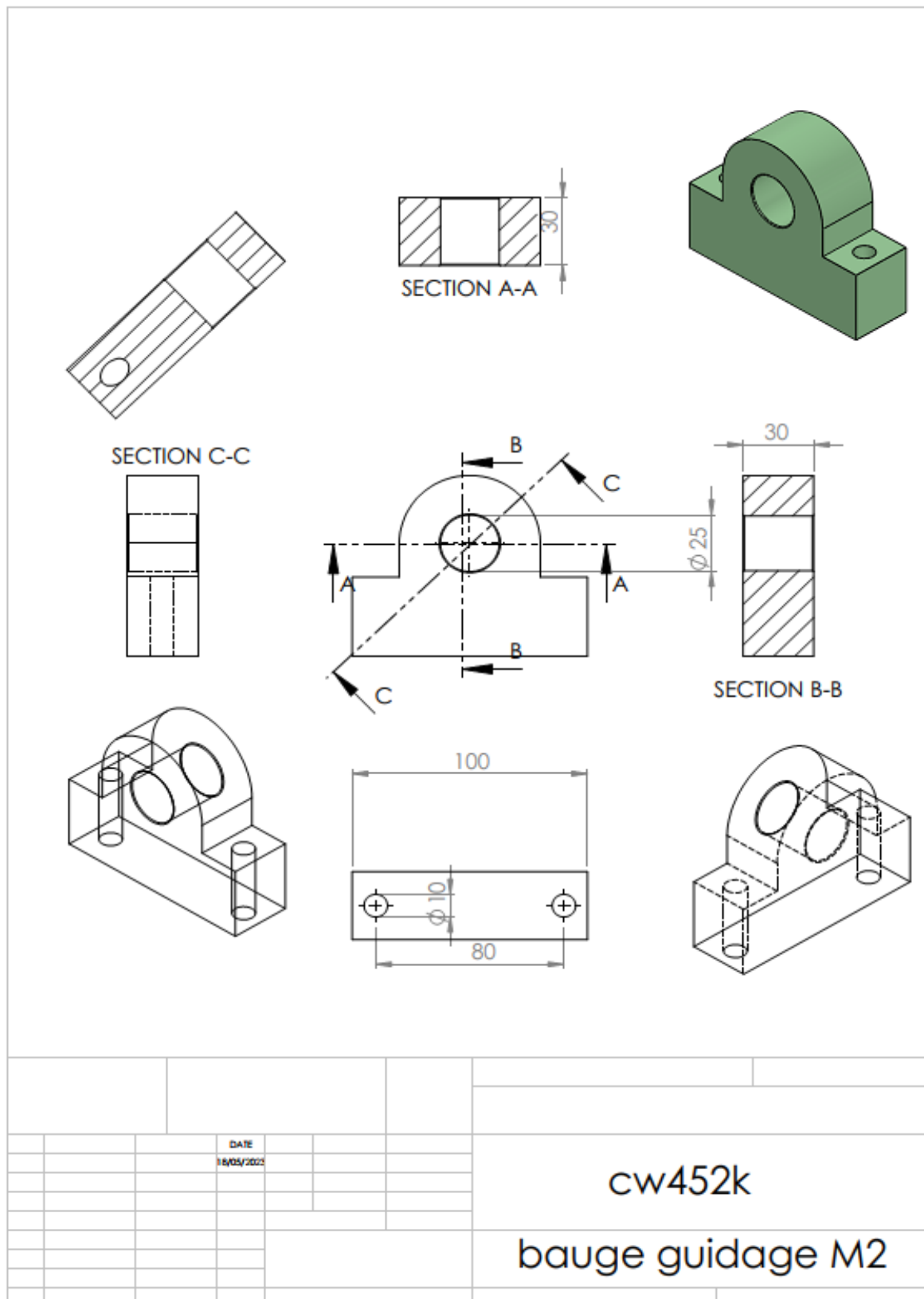


Figure33: Bauge guidageM2

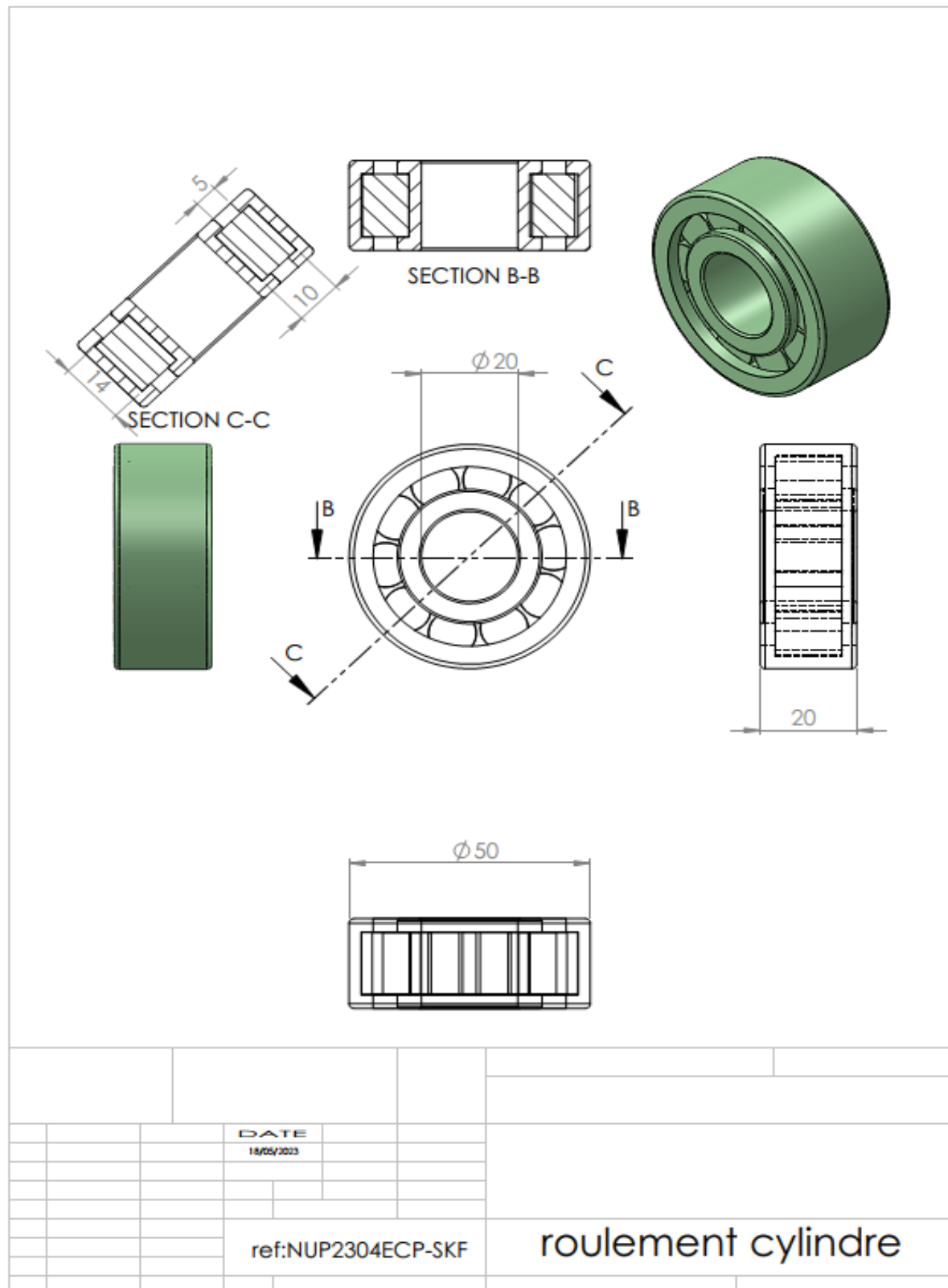
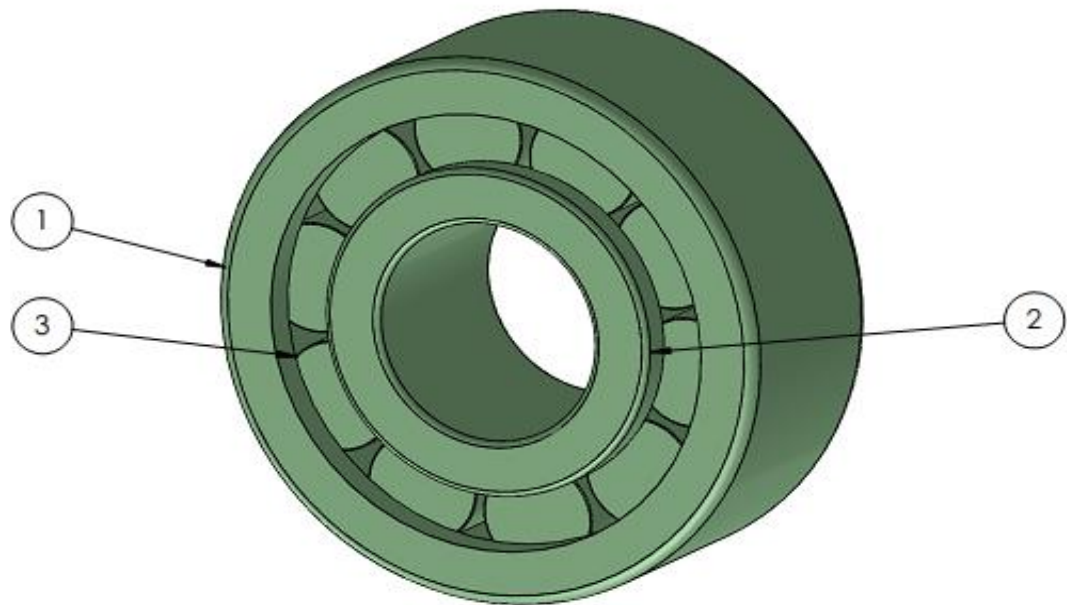


Figure34 : Roulement cylindre



ROULEMENT

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	bague exterieure	100C6	1
2	bague interieeure	100C6	1
3	cylindre	100C6	10

Figure35 : Roulement cylindrique.

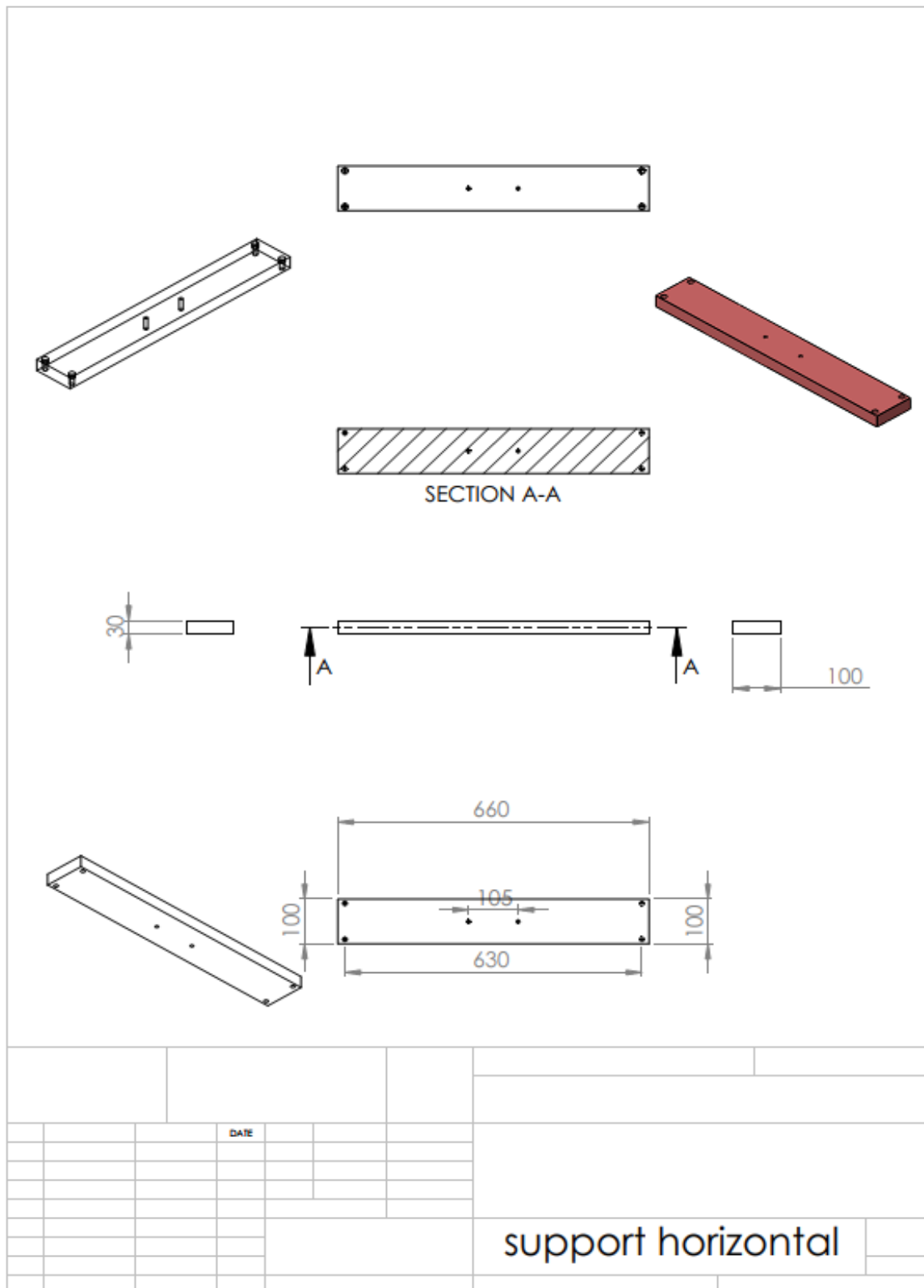


Figure36: Support horizontal.

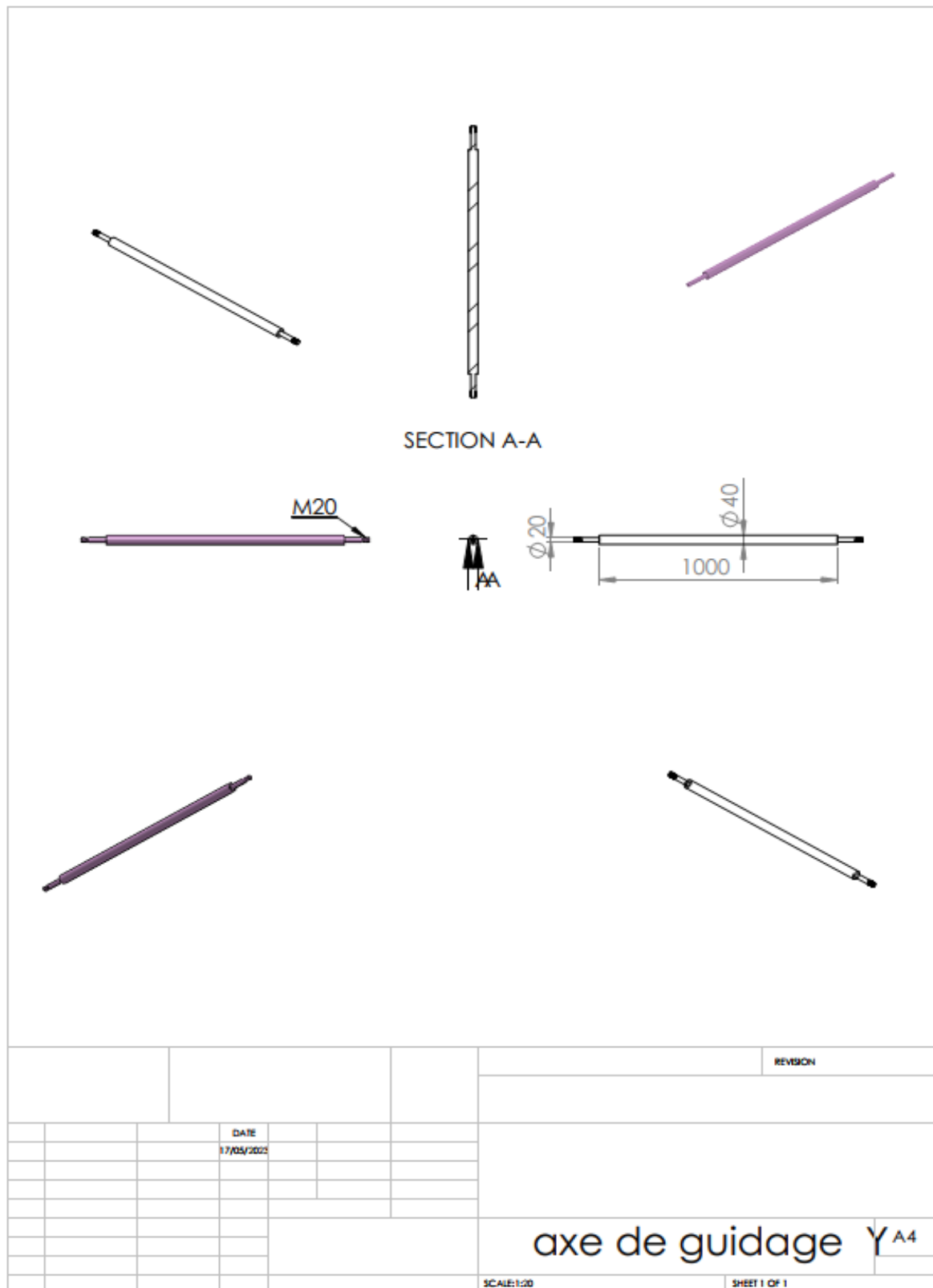


Figure37: Axe de guidageY.





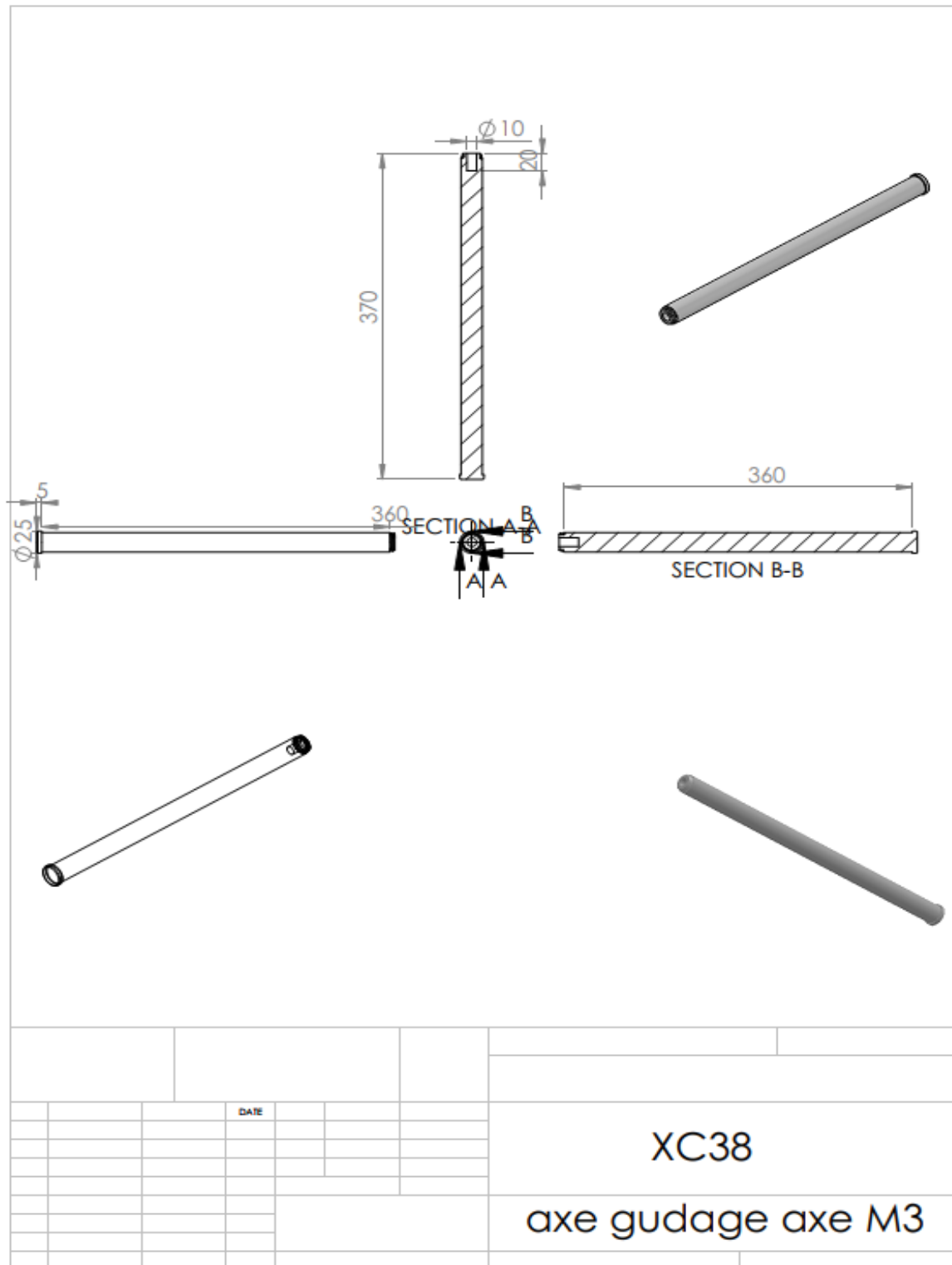


Figure40: Axe gudage axe M3.

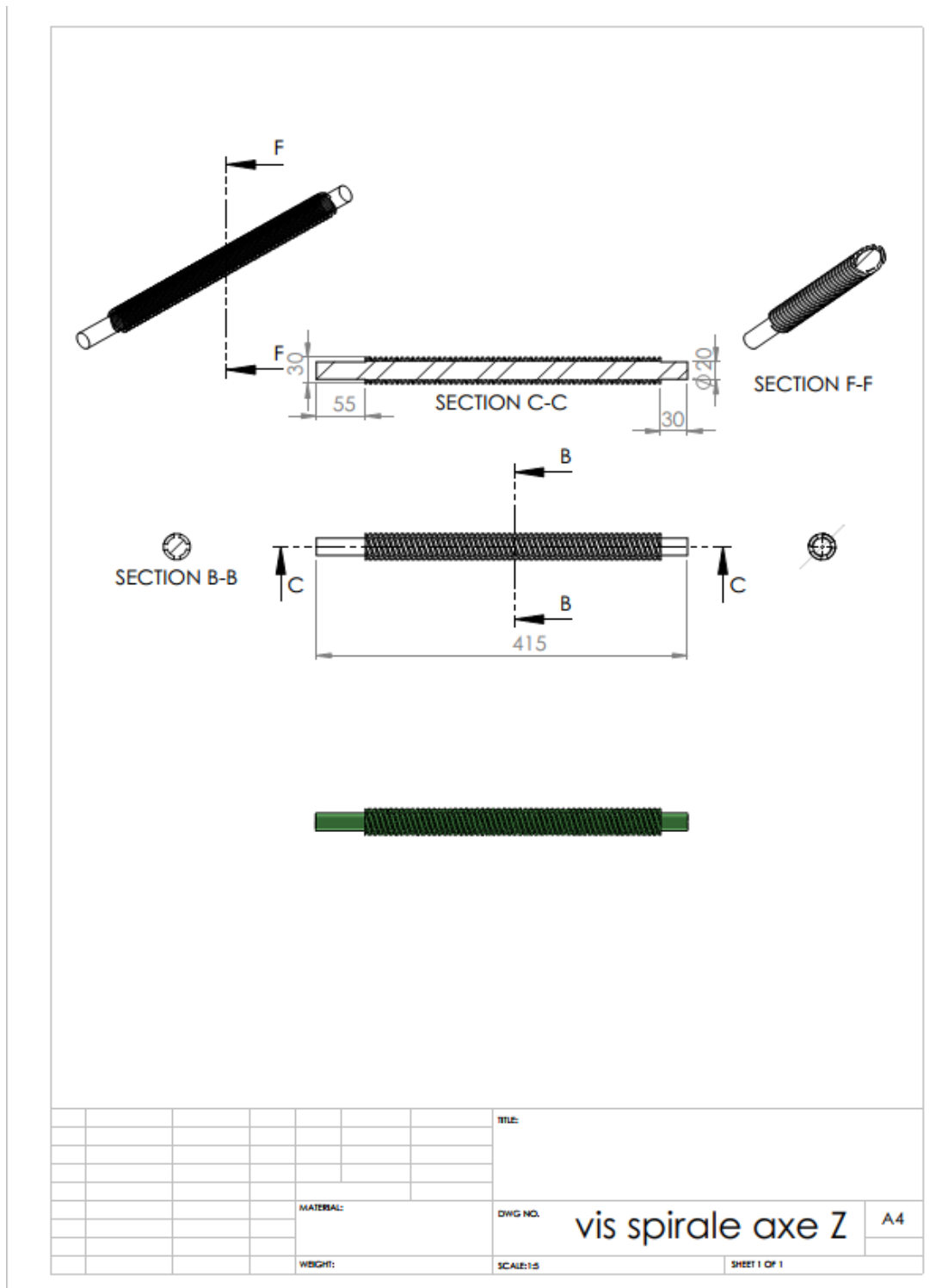


Figure41 : Vis spirale axe Z

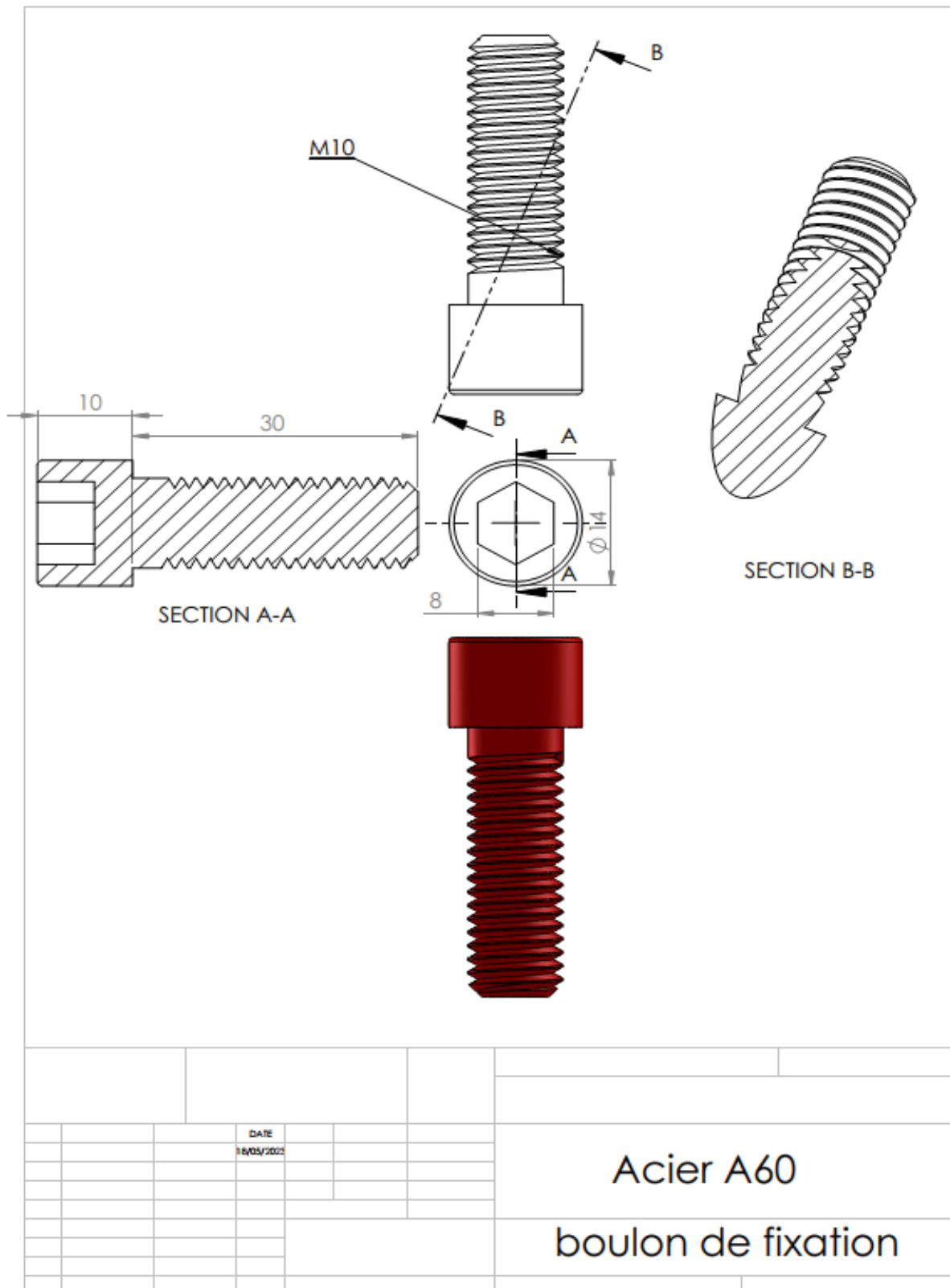


Figure42: Boulon de fixation.



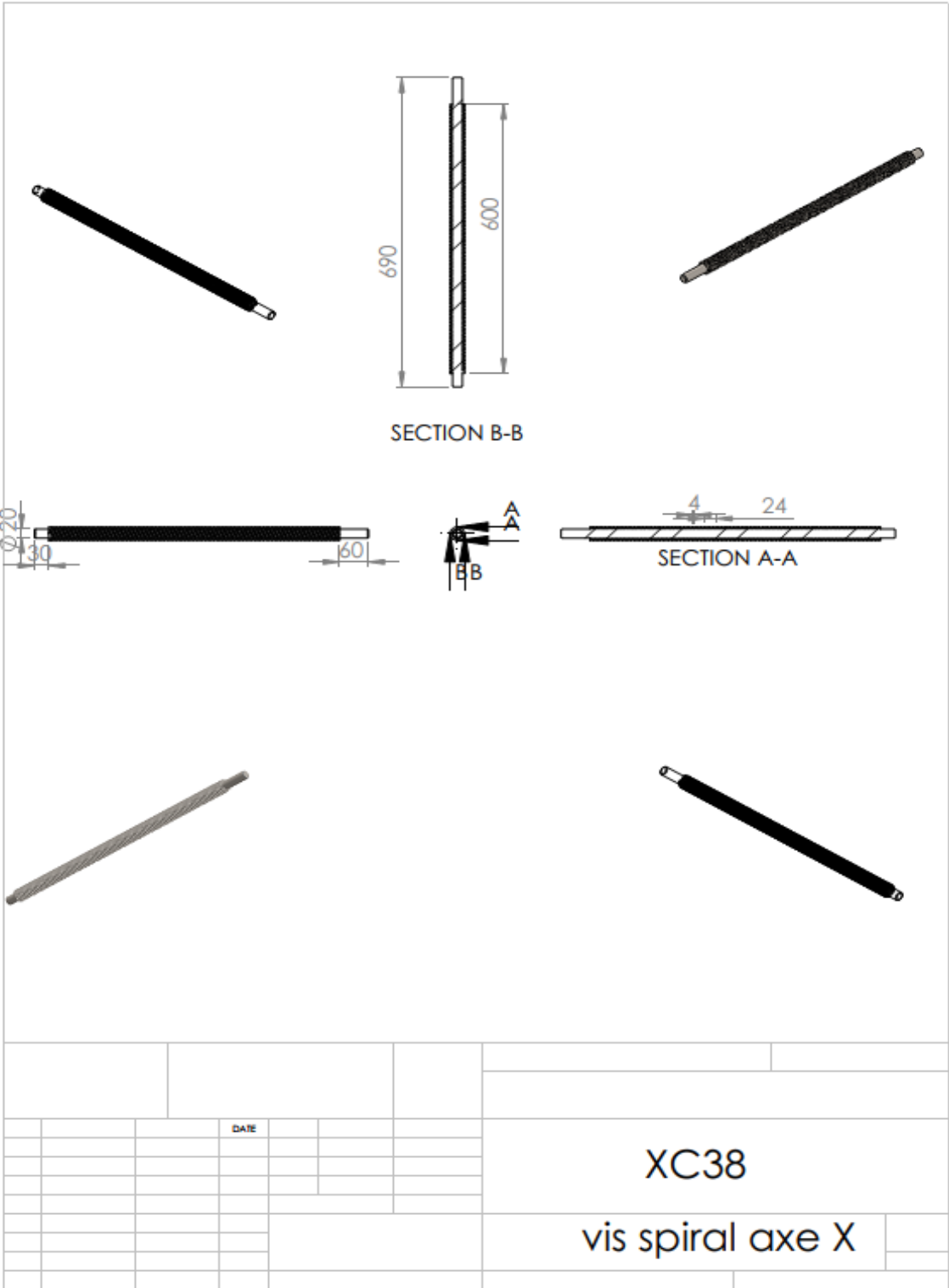


Figure44: Vis spiral axe X.

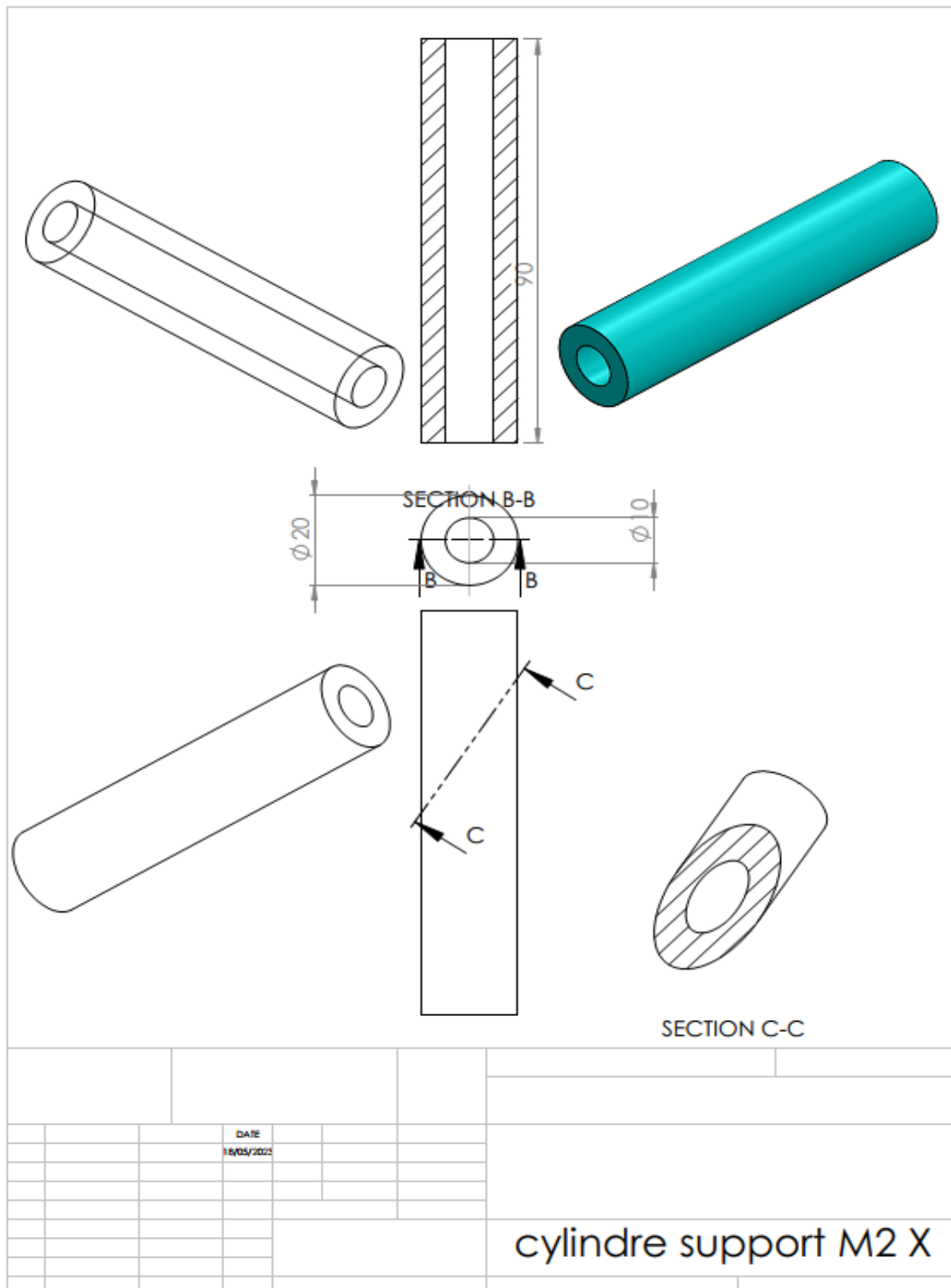


Figure45: Cylindre support M2.

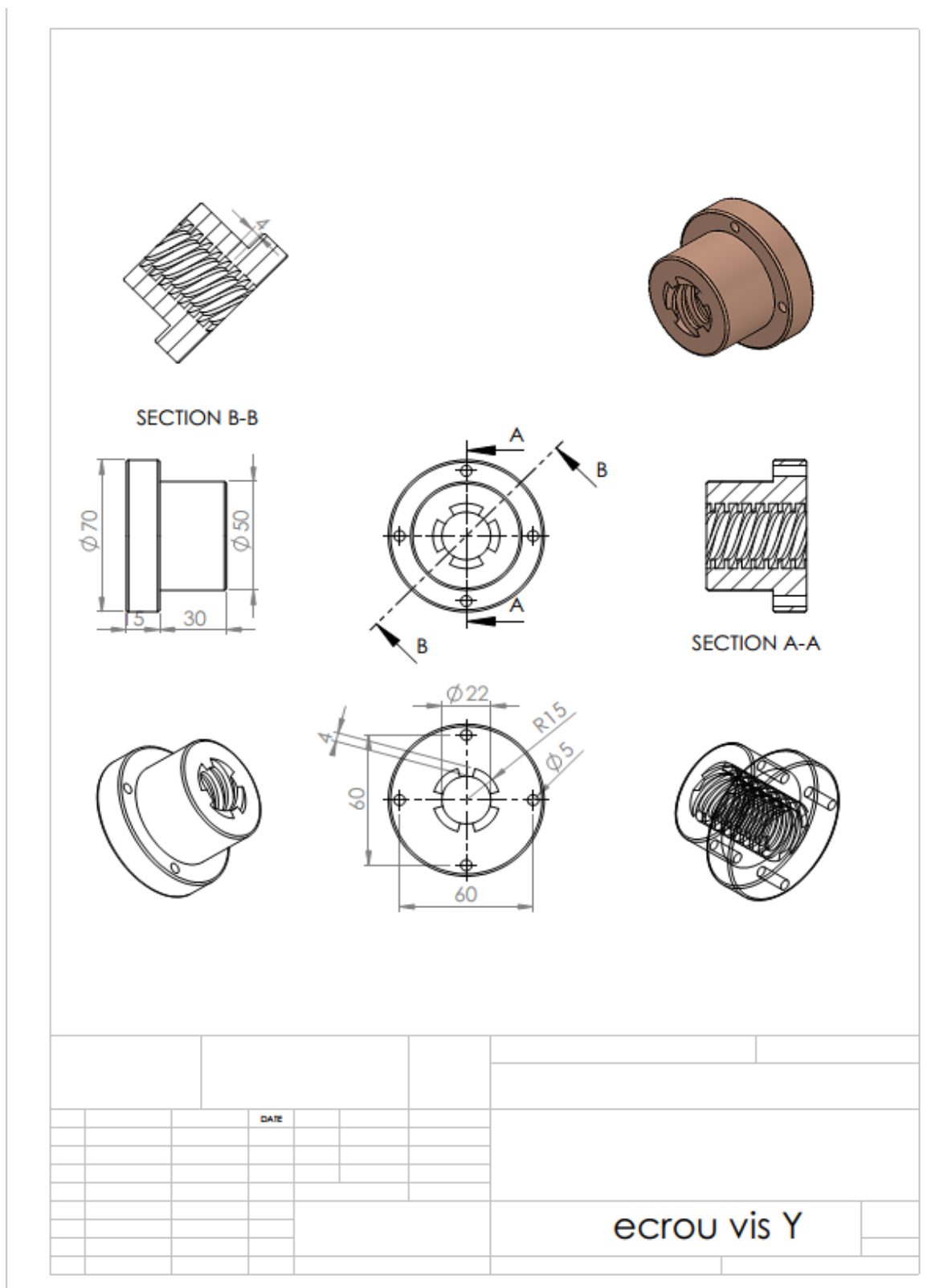


Figure46: Ecrou vis Y.

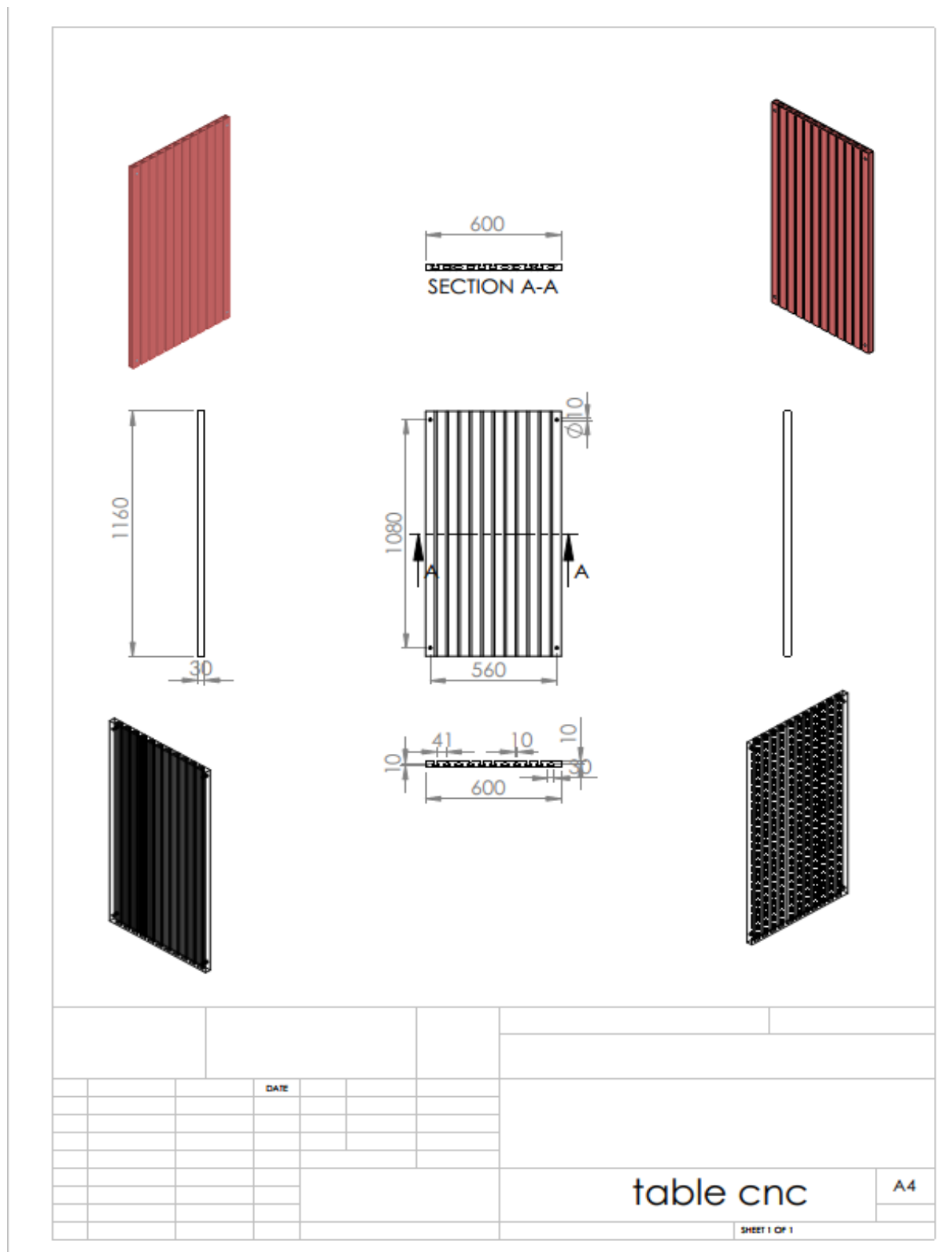


Figure47: Table de CNC.

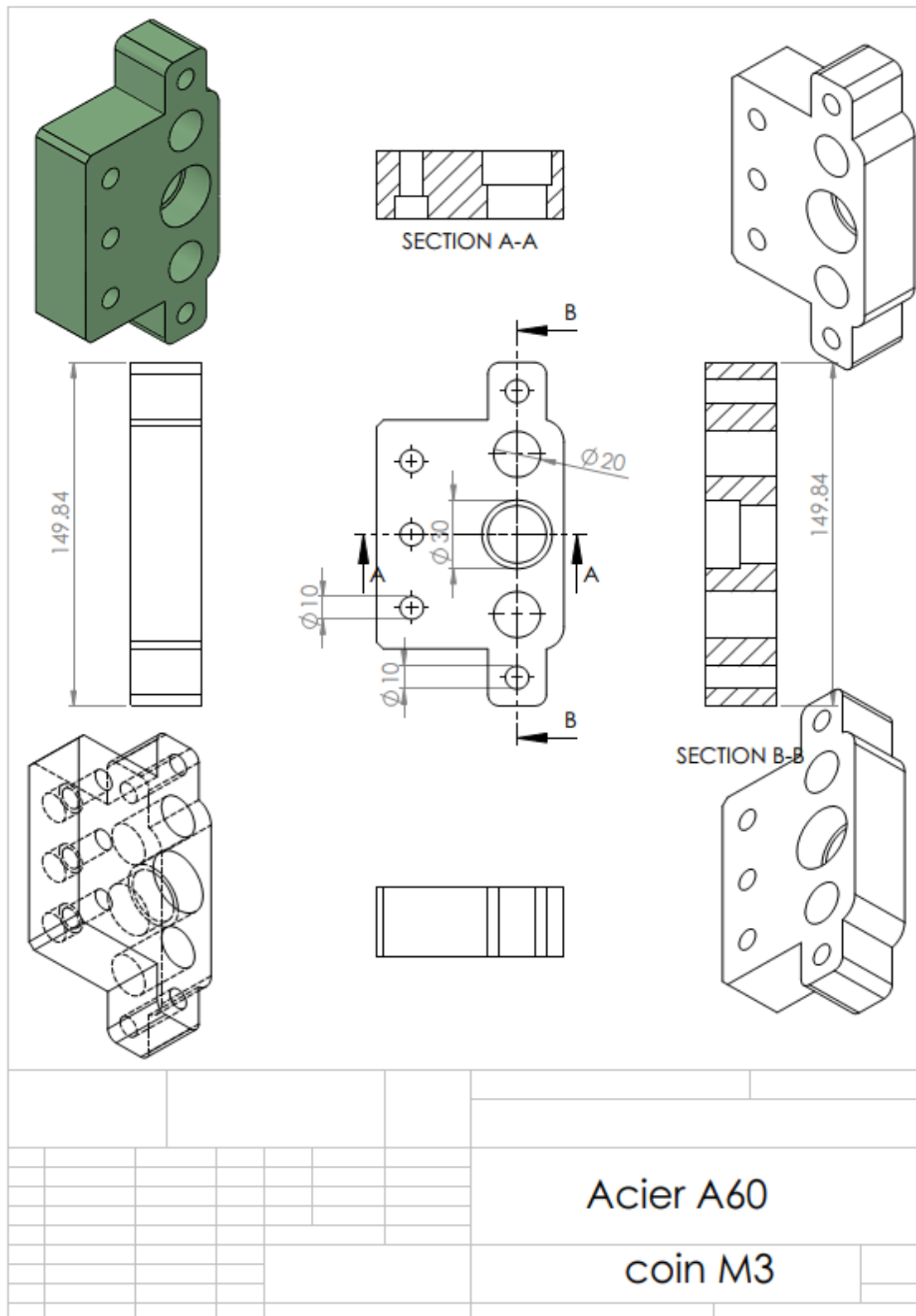


Figure48: Coin de M3.

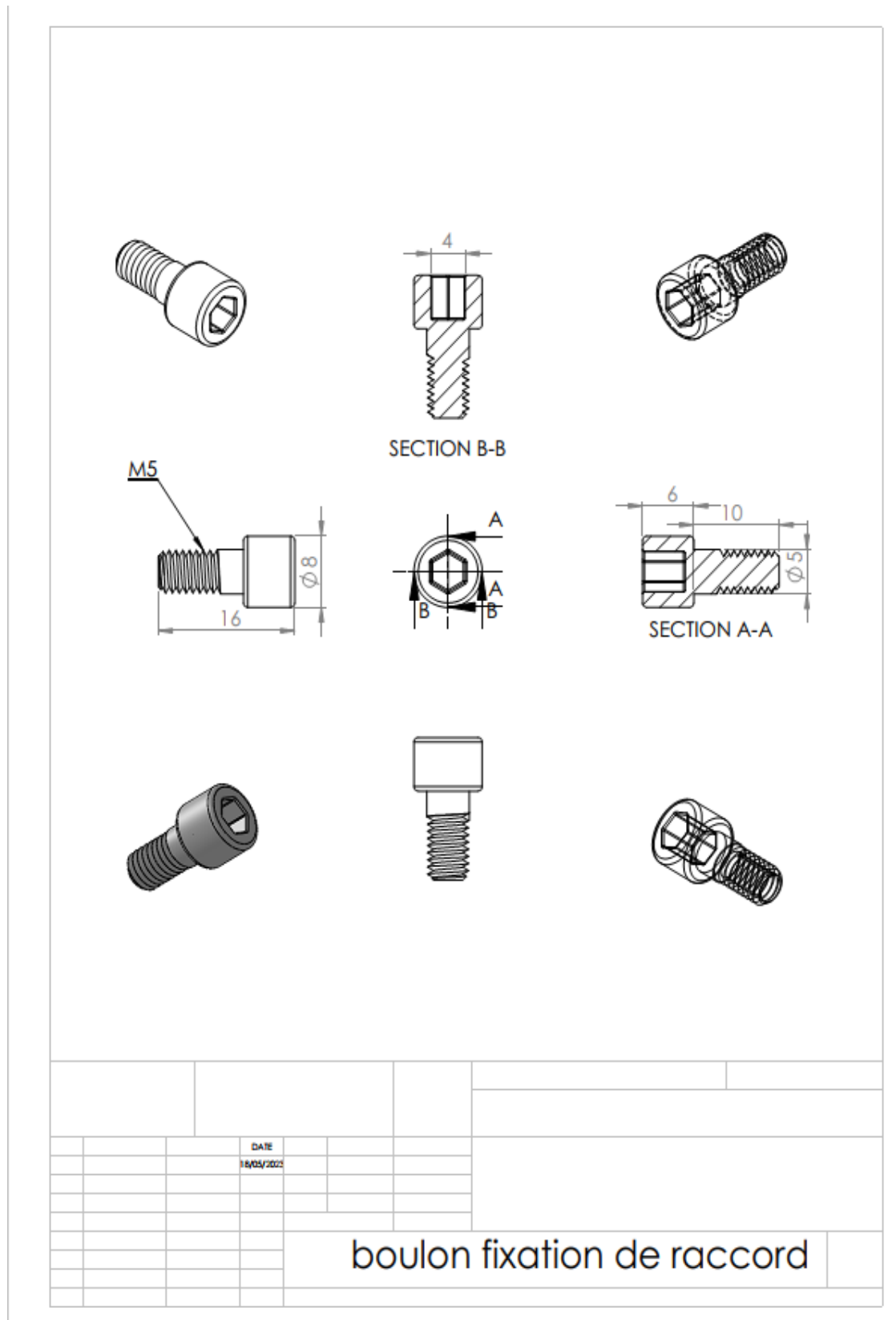
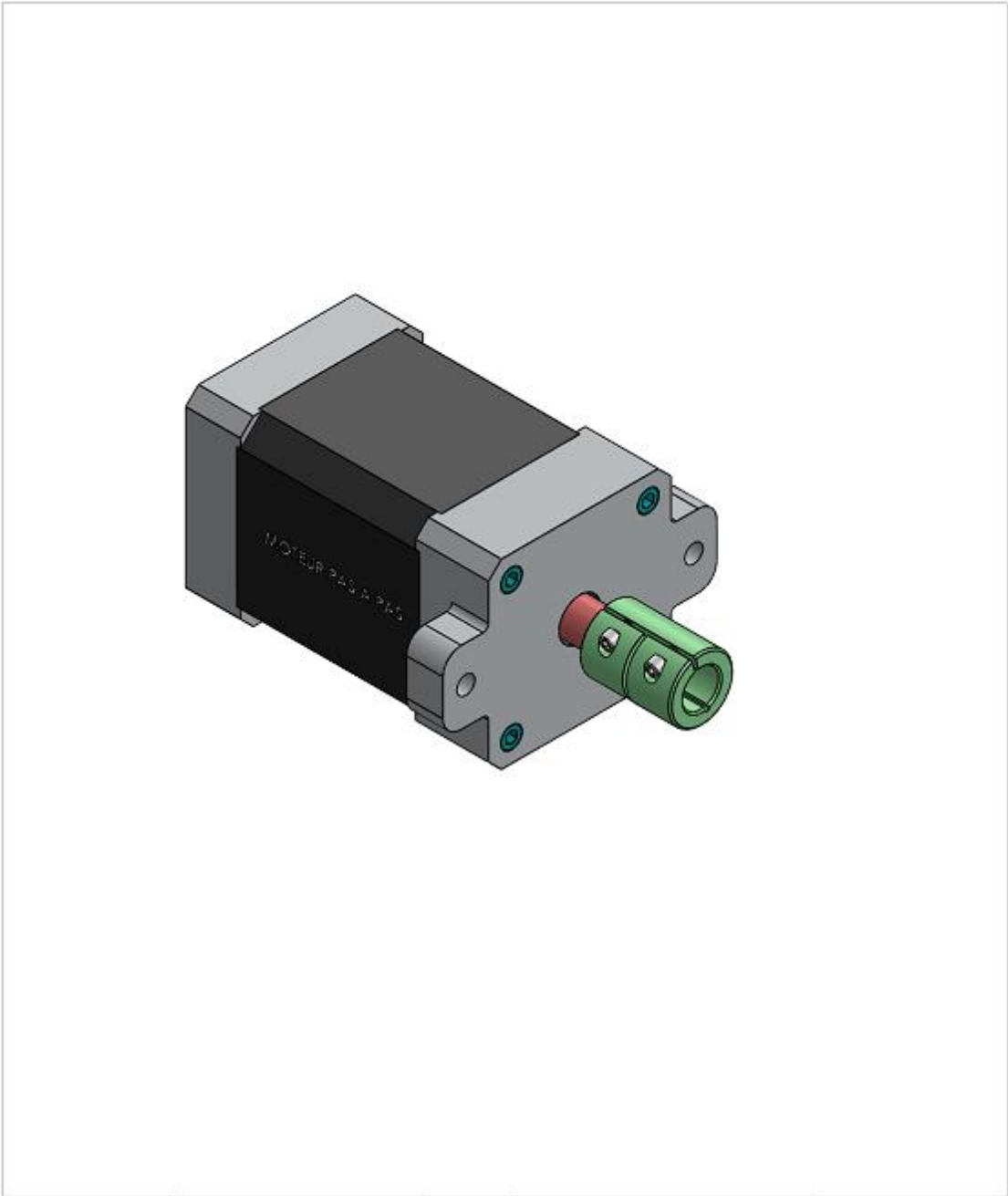


Figure49: Boulon fixation de raccord.



								assemblage moteur pas à pas	

Figure50: Assemblage moteur pas a pas.

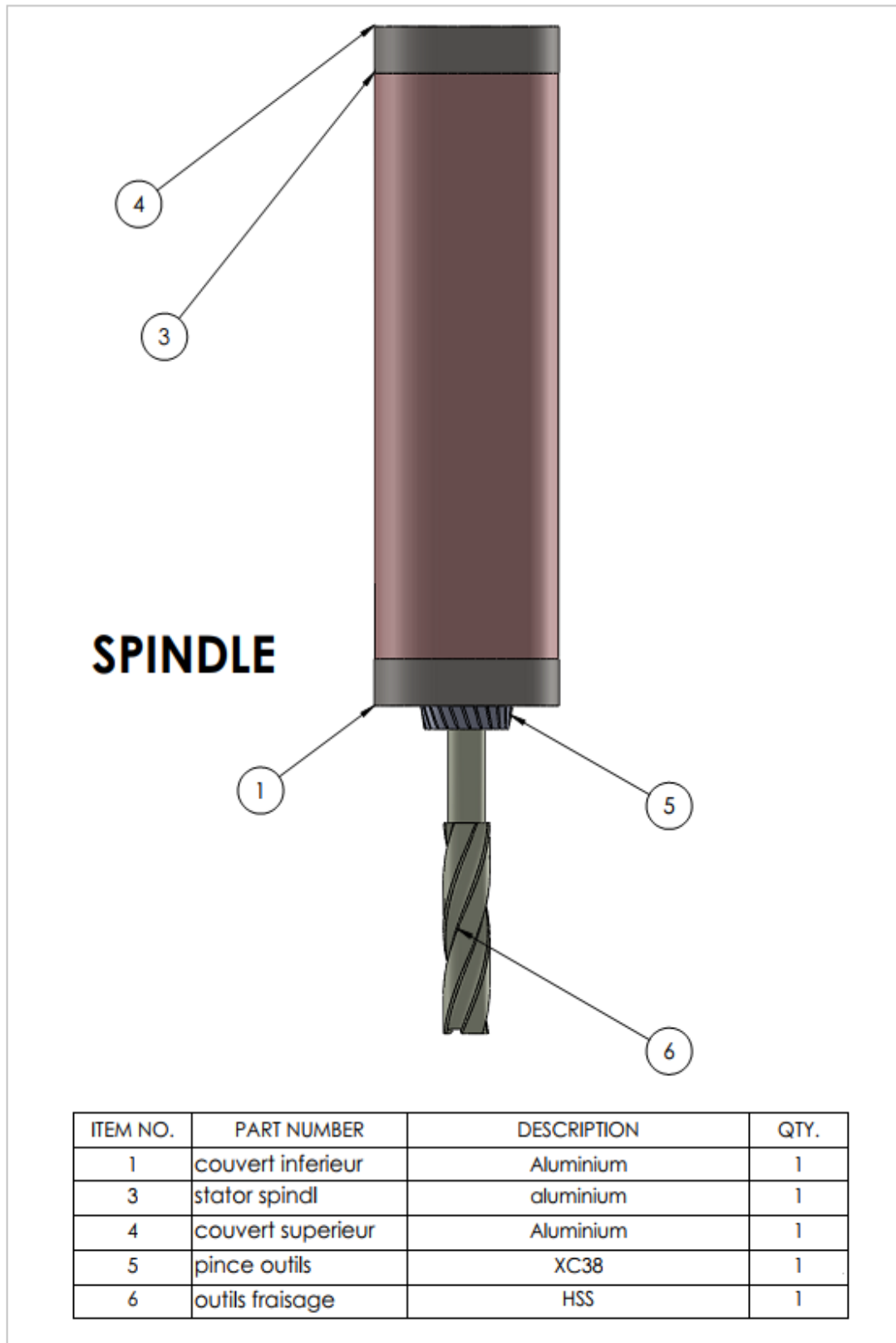


Figure51: Le spindle

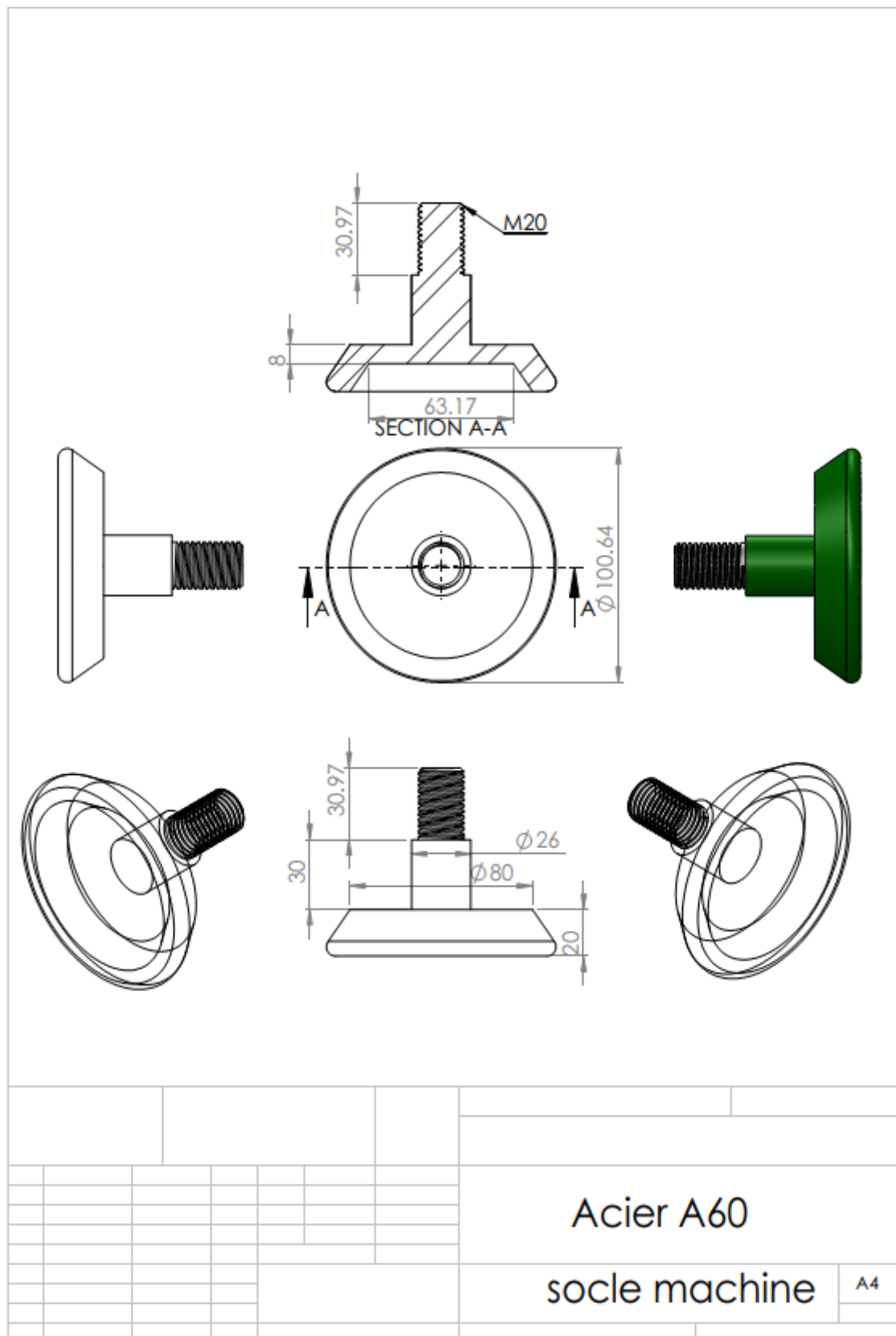


Figure52: Socle de machine

Conclusion Générale :

L'utilisation d'un logiciel CAO/FAO grandement simplifié le processus d'usinage. De nos jours, tout ce que l'opérateur à faire est d'indiquer ce qu'il veut faire et le logiciel convertit cela en code qu'il peut comprendre et adduire dans le matériel à éditer.

Les avantages apportés par les logiciels peuvent être résumés comme suit :

- **Des finitions plus précise** : Il y a moins d'erreurs que le travail manuel, permettant un travail plus complexe et répétant exactement la même pièce autant de fois que nécessaire.
- **Gain de temps** : Le personnel peut consacrer plus de temps à d'autres tâches car son intervention est minime.
- **Sécurité accrue** : cette intervention réduite minimise le risque d'accident.
- **Une plus grande flexibilité** : En éditant la conception dans le logiciel de CAO, les modifications peuvent être apportées rapidement et facilement.
- **Moins de déchets de matériaux** : Le logiciel CAM vous permet de tirer le meilleur parti de la matière première disponible pour la production, en utilisant uniquement la quantité appropriée et nécessaire.
- **Économie d'énergie** : La réduction de la consommation de temps et de matériaux aura un impact positif sur l'économie et l'environnement.

Dans ce mémoire, nous avons créé une conception CAO informatique simple d'une machine à trois axes, en tenant compte du coût de fabrication le plus bas, et avons examiné certains des programmes utilisés pour créer cette conception.

Nous avons réalisé ce projet en utilisant l'un des programmes de CAO (Solidworks) qui offre la possibilité, en plus de toutes les étapes d'usinage, de concevoir le produit final selon les normes requises,

Nous espérons que ce modeste ouvrage servira de référence plans futurs et encouragement à se concentrer davantage sur le côté pratique automatique.

- [1]-<https://www.technologuepro.com> (Page5).
- [2]-<https://www.technologuepro.com> (Page5).
- [3]-<https://www.technologuepro.com> (Page5).
- [4]-<https://www.technologuepro.com> (Page6).
- [5]-<https://www.technologuepro.com> ,cours production numérique (Page6).
- [6]- <https://www.technologuepro.com> ,cours production numérique (Page6).
- [7]- <https://www.technologuepro.com> ,cours production numérique (Page7).
- [8]- <https://teum.umc.sdu.dz/> Dr : Zahia Hessainia Université Des Frères Mentouri Constantine 1.
- [9]- cours machines-outils commande numérique université 08 mais 1945 Galma.
- [10]- Conception assistée par ordinateur <http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/cao.pdf>.
- [11]-Etude et réalisation d'une machine a trois axe université Bejaïa.
- [12]-Mémoire « Conception e et réalisation d'une machine a trois axe» université Blida1.
- [13]- Mémoire « Conception e et réalisation d'une machine a trois axe . UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU soutenu publiquement le 17/09/ 2015.
- [14]-<https://www.uni-usto.dz>.
- [15]- <https://www.uni-usto.dz>.
- [16]- <https://www.uni-usto.dz>
- [17]- <https://www.uni-usto.dz>.
- [18]-<https://fr.wikipedia.org>.
- [19]-<https://www.Journaldunet.com>.
- [20]-coursCFAOmachines.<https://elearning.enp-oran.dz>.
- [21]-<https://universentreprises.fr>.
- [22]- <https://universentreprises.fr>.
- [23]- Figure8 Structure générale de machine programmé.baba-blog.com.
- [24]-<https://docplay.fr>.
- [25]- Figure9 Implantation des axes. cours machines-outils commande numérique université 08 mais 1945 Galma.
- [26]-<https://elearning.univ-msila.dz>.
- [27]-<https://telum.umc.edu.dz>.
- [28]-<https://store.yousr.sa>.
- [29]- <https://fr.wikipedia.org>.
- [30]-<https://www.brooonzyah.net>.
- [31]-<https://paseet.com>.