

Université de Ghardaïa

Faculté des Sciences et Technologies

Département d'automatique et électromécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique.

Spécialité : Automatique et système.

Par :

- **NOUREDDINE RAMDANI**
- **YOUCEF AMELOUNE**

Thème

Réalisation d'un traceur multifonction

Soutenu publiquement le 30/06/ 2019

DEVANT LE JURY

| | | | |
|-------------------------|-----------|-------|---------------|
| Amine Mehdi FIHAKHIR | Président | M.A.A | Uni. Ghardaïa |
| Belgacem Bakkar | Examineur | M.A.A | Uni. Ghardaïa |
| Skander Bouraghba | Examineur | M.A.A | Uni. Ghardaïa |
| ABDELOUAHAB KHATTARA | Encadreur | M.C.B | Uni. Ghardaïa |

Année universitaire : 2018/2019



N° d'ordre :

N° de série :

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail

A ceux qui ont nous aide à faire ce modeste travail par leurs conseils et leurs encouragements :

- Nos parent
- Notre encadreur **M. Abdelouahab KHATTARA**
- Nos professeurs
- Nos chers amis
- A toute la promotion 2019



Remerciements

Nous remercions le bon **dieu** qui nous 'a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous adressons notre reconnaissance particulière à nos parents qu'ils soient chéris,

Pour leur soutien et l'aide sans faille qu'ils nous ont apportée durant toute de notre formation.

Nous tenons à remercier très chaleureusement notre encadreur :

Dr : ABDELOUAHAB KHATTARA, qui nous a formé et ménagé tout au long de cette

Année, en partageant toute ces compétences, son savoir et ses nombreuses idées,

Avec confiance.

En fin nous remercions tous les enseignants du département Automatique et électromécanique qui ont

Contribué à notre formation.

Finalement, nos remerciements vont à nos familles pour leurs patiences et leurs soutiens

Table des matières

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Table des matières | I |
| Liste des figures..... | IV |
| Liste des tableaux | V |
| Introduction Générale | 1 |
| Chapitre I : Généralités sur machine cnc | 1 |
| I.1. Introduction | 4 |
| I.2. Le contexte de la recherche | 4 |
| I.3. Historique : | 4 |
| I.4. Définition de machine-outil à commande numérique : | 4 |
| I.5. Architecture d'une CNC : | 5 |
| I.5.1. Partie opérative | 5 |
| I.5.1.1. Tâches effectuées | 6 |
| I.5.1.2. Armoire électrique de relaying ou armoire de puissance..... | 6 |
| I.5.2. Partie commande | 7 |
| I.6. Définition CAO | 7 |
| I.7. Les différents types de CNC | 7 |
| I.8. Classification des CNC | 8 |
| I.8.1. Classification selon la nature de déplacement..... | 8 |
| I.8.2. Classification des MOCN selon le mode de fonctionnement..... | 9 |
| I.8.2.1. Fonctionnement en boucle ouvert : | 9 |
| I.8.2.2. Fonctionnement avec commande adaptative..... | 9 |
| I.8.2.3. Fonctionnement en boucle fermé | 10 |
| I.8.3. Classification des MOCN selon le nombre d'axe | 10 |
| I.8.4. Classification des CNC selon le mode d'usinage [6]..... | 11 |
| I.9. Conclusion..... | 11 |
| Chapitre II : Conception et réalisation de la machine. | 12 |
| II.1. Introduction | 17 |
| II.2. Définition FAO | 17 |
| II.3. Définition du logiciel SolidWorks | 17 |
| II.4. Fonctionnement..... | 18 |
| II.5. Les étapes de conception..... | 19 |
| II.5.1. Pièce | 19 |
| II.5.2. Assemblages..... | 19 |

| | |
|---|----|
| II.5.3. Les étapes de l'assemblage | 20 |
| II.5.3.1. Conception des plaques de fixation | 20 |
| II.5.3.2. Conception des plaques d'axe X..... | 21 |
| II.5.3.3. Conception de l'écrou pour vis métrique..... | 21 |
| II.5.3.4. Conception d'accouplement..... | 22 |
| II.5.3.5. Conception de la roue | 22 |
| II.5.3.6. Conception de la Vis M3 | 22 |
| II.5.3.7. Assemblage des pièces..... | 23 |
| II.5.4. Mise en plan | 23 |
| II.5.4.1. Étapes de création d'une mise en plan | 24 |
| II.6. Description des différent parties de la machine cnc | 24 |
| II.6.1. Partie électrique..... | 24 |
| II.6.1.1. Moteur pas à pas | 24 |
| II.6.1.2. Carte Arduino..... | 25 |
| II.6.1.3. Carte Arduino Sensor Shield v5.0..... | 25 |
| II.6.1.4. Driver ST330-v3 | 26 |
| II.6.1.5. Alimentation..... | 27 |
| II.6.1.6. Les câbles électriques de connexion : | 27 |
| II.6.2. Partie mécanique | 28 |
| II.6.2.1. Vis et écrous | 28 |
| II.6.2.2. Les supports | 29 |
| II.6.2.3. Rail de guidage..... | 29 |
| II.6.2.4. Plaques de fixation | 30 |
| II.7. Conclusion | 31 |
| Chapitre III : Programmation et Fonctionnement de traceurs | 16 |
| III.1. Introduction..... | 41 |
| III.2. Définition de traceurs | 41 |
| III.3. Description sur laser | 41 |
| III.4. Principe de base | 41 |
| III.5. Programmation sur machine cnc | 43 |
| Inkscape | 43 |
| III.6. L'éditeur du texte ou image compilateur de langage CNC : | 44 |
| III.7. Langue de contrôleurs numériques « G-code » | 44 |
| III.7.1. Description..... | 44 |
| III.8. Les principales fonctions | 46 |

| | |
|--|----|
| III.9. Différentes fonctions des adresses :..... | 47 |
| III.9.1. Programme Grbl | 47 |
| III.1. C'quoi Le grbl | 48 |
| III.2. Fonctionnalités..... | 49 |
| III.3. Conclusion | 56 |

Liste des figures

Chapitre I

| | |
|--|----|
| Figure I.1 Une Machine à commande numérique. | 5 |
| Figure I.2 Parties commande et opérative. | 5 |
| Figure I.3 Éléments de la partie opérative. | 6 |
| Figure I.4 Fonction originale d'une commande numérique. | 7 |
| Figure I.5 Fonctionnement en boucle ouvert. | 9 |
| Figure I.6 Commande adaptative | 10 |
| Figure I.7 Commande en boucle fermée. | 10 |

Chapitre II

| | |
|--|----|
| Figure II.1 Interface du logiciel SolidWorks. | 17 |
| Figure II.2 Les trois concepts de base (SOLIDWORKS). | 19 |
| Figure II.3 Assemblages d'une pièce. | 20 |
| Figure II.4 conception de forme des lignes. Figure II.5 conception en forme des cercles. | 20 |
| Figure II.6 Pièce extrude. | 21 |
| Figure II.7 Enlèvement extrudé de la pièce. | 21 |
| Figure II.8 l'accouplement final. | 22 |
| Figure II.9 Roue final. | 22 |
| Figure II.10 Vis M3 final. | 23 |
| Figure II.11 Assemblage final de la machine. | 23 |
| Figure II.12 Moteur pas à pas | 24 |
| Figure II.13 Carte Arduino Uno. | 25 |
| Figure II.14 Carte Arduino Sensor Shield 5v. | 26 |
| Figure II.15 Driver ST330-v3. | 26 |
| Figure II.16 Boite d'alimentation (origine). | 27 |
| Figure II.17 Les câbles de relation "JUMPLE" | 28 |
| Figure II.18 schéma électrique de l'Arduino. | 28 |
| Figure II.19 Carte relais 5v. | 28 |
| Figure II.20 Rail de guidage | 29 |
| Figure II.21 Plaques de fixations pour les moteur pas à pas. | 30 |
| Figure II.22 Le relais de fixation | 30 |
| Figure II.23 Le Collie 90 degré. | 30 |
| Figure II.24 La croie. | 30 |
| Figure II.25 Réalisation finale de la machine (origine). | 31 |

Chapitre III

| | |
|---|------------------------------------|
| Figure III.1 Principe atomique du LAZER. | 42 |
| Figure III.2 principe de fluorescence. | 43 |
| Figure III.3 Interface de inkscape. | 43 |
| Figure III.4 vectorisé un objet matriciel(originel). | 44 |
| Figure III.5 Convertir en laser G-code (origine). | 45 |
| Figure III.6 Syntaxe. | 45 |
| Figure III.7 fichier en forme G-code. | Erreur ! Signet non défini. |
| Figure III.8 interface de GRBL(originel). | 48 |

| | |
|--|----|
| Figure III.9 Simplification résumée sur GRBL. | 48 |
| Figure III.10 configuration les paramètre des moteurs pas à pas sur GRBL(originel). | 49 |
| Figure III.11 résultat final..... | 49 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I.1 Seuls les axes sont décomptés..... | 11 |
| Tableau II.1 caractéristique de Moteur pas a pas | 24 |
| Tableau III.1 Les fonctions préparatoires G. | 46 |
| Tableau III.2 les adresses des CNC | 47 |

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

Après la révolution industrielle l'homme a essayé de satisfaire ses besoins quotidiens, pour cela il a investi dans de larges secteurs notamment en fabrication mécanique. Dans les années 40 on utilise des techniques traditionnelles qui ne satisfait pas les besoins industriels tels que les surfaces gauches, les formes complexes, moins de précision et de rapidité.

Dès l'apparition des machines à commandes numériques, aujourd'hui elles représentent le moyen de fabrication le plus précis et fiable, sur tout avec la révolution technologique en informatique industriel, ce qui a permis le développement de solutions numériques efficaces avec une possibilité d'implanter des algorithmes plus complexes.

Avant toute fabrication d'une pièce, les concepteurs utilisent des techniques de prototypage afin de faire certains essais. L'évolution de la CAO permet aux concepteurs de mener des essais virtuels avec plus de précision, plus de rapidité et moins coûteuse. Des calculs peuvent être appliqués sur ces modèles virtuels (résistance mécanique, propriétés aérodynamiques, simulation des écarts géométriques) pour vérifier la fiabilité du produit. [1]

Ce travail est une partie d'un projet de réalisation d'une machine à commande numérique à trois axes qui consiste l'étude, la conception puis la réalisation d'une CNC. Pour ce fait nous avons subdivisé notre travail en trois chapitres dans lesquels nous avons commencé :

Alors, Le premier chapitre nous allons présenter une étude théorique portant sur les machines à commandes numériques,

Ensuite, Le deuxième chapitre notions de la conception et de la fabrication assistée par ordinateur et les différents paramètres de coupe sur la machine (rail, roulements, vis sans fin et le moteur pas à pas). Ensuite Et nous terminerons par l'explication des différentes fonctions du logiciel SolidWorks et présenter la conception finale des différentes pièces de la machine.

Nous allons aussi représenter les différents organes réaux de la CNC et expliquer le rôle et les caractéristiques de chaque une.

Dans le troisième chapitre nous allons présenter une étude théorique portant sur la programmation des machines à commandes numériques.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I : Généralités sur machine CNC

I.1. Introduction

Ce chapitre présente les notions essentielles de la machine-outil à commande numérique.

I.2. Contexte de la recherche

Le but dans ce chapitre plus information sur le domaines de 3D parfois comme la machine CNC. Cet objectif nous faire découvrir les différentes méthodes de conception d'assistée par ordinateur et de nous initier à l'utilisation des différents logiciels utiles à la conception assistée par ordinateur. On peut ainsi concevoir des machines CNC virtuellement.

Nous allons aussi étudier les différentes étapes de fabrication d'un CNC à partir des modèles créés par ordinateur.

I.3. Historique :

Selon le nouveau Larousse illustré de 1904 : « la machine-outil est une machine dont l'effet final est un outil mis en mouvement, et qui a pour but de remplacer la main de l'homme lors du façonnage des matières ». L'évolution des machines-outils commence il y a Plus de cinq mille ans avec les premiers tours à potier.

À travers l'évolution des machines-outils, du tour du potier au tour numérique, Apparaissent en filigrane de nombreuses tendances qui ont déterminé l'histoire de l'humanité.

D'abord, l'histoire des techniques qui a été influencée par la succession des types D'énergie utilisée : la force de l'homme (le pied sur la pédale), celle du vent ou de l'eau (au XVIe siècle, grâce à la mécanisation du système d'entraînement, le tour fut couplé à des moulins et autres roues à aubes), la combustion du charbon (la machine à vapeur), l'électricité (mais aussi l'énergie lumineuse, chimique, acoustique jusqu'au faisceau à particule) puis le développement de l'informatique.

Ensuite l'histoire des objets qui a suivi l'évolution des matériaux utilisés, la terre, le Bois, le métal puis les matières les plus diverses et les alliages développés pour les besoins de La technologie moderne.

Enfin, l'histoire des machines-outils soulève des questions de société comme la Condition du travailleur (de l'ouvrier à la chaîne, esclave de la machine-outil, jusqu'au Technicien responsable des tours numériques...) et la condition de l'homme moderne. La production standardisée et les gains de productivité permis par les machines-outils ont en effet Pu lui offrir la consommation de masse et le temps libre. [2]

I.4. Définition de machine-outil à commande numérique :

La MOCN est une machine totalement ou partiellement automatique à laquelle les ordres sont communiqués grâce à des codes dans un programme CN. Lorsque la machine-outil est équipée d'une commande numérique capable de réaliser les calculs des coordonnées des points définissant une trajectoire (interpolation), on dit qu'elle est à calculateur. Elle est

appelée Commande Numérique par Calculateur (CNC). La plupart des MOCN sont des (CNC). [3]



Figure I.1: Une Machine à commande numérique.

I.5. Architecture d'une CNC :

Une machine-outil à commande numérique est composée de deux principales parties (Figure I.2) :

- Partie commande.
- Partie opérative.



Figure I.2: Parties commande et opérative.

I.5.1. Partie opérative

Les mouvements sont commandés par des moteurs **Fig.I.3** ; presque comparable à une machine-outil classique, et elle comprend :

- ✓ Un socle, très souvent en béton hydraulique vibré, assurant l'indépendance de la machine au sol.
- ✓ Un bâti, un banc, dont les larges glissières sont en acier traité.
- ✓ un support outil (broche, torche, laser, jet d'eau ...).

- ✓ Une table support pièce, mobile selon 2 ou 3 axes, équipée de système de commande à vis et écrou à bille. Le granit, ou le granit reconstitué, est utilisé pour la fabrication des tables et des bâtis des machines à mesurer tridimensionnelles des rectifieuses et de certains tours.
- ✓ des moteurs chargés de l'entraînement de la table.
- ✓ Un élément de mesure ou capteur de position renseignant à tout moment sur la position du mobile sur chaque axe.
- ✓ Une dynamo tachymétrie assurant la mesure de la vitesse de rotation. [4]

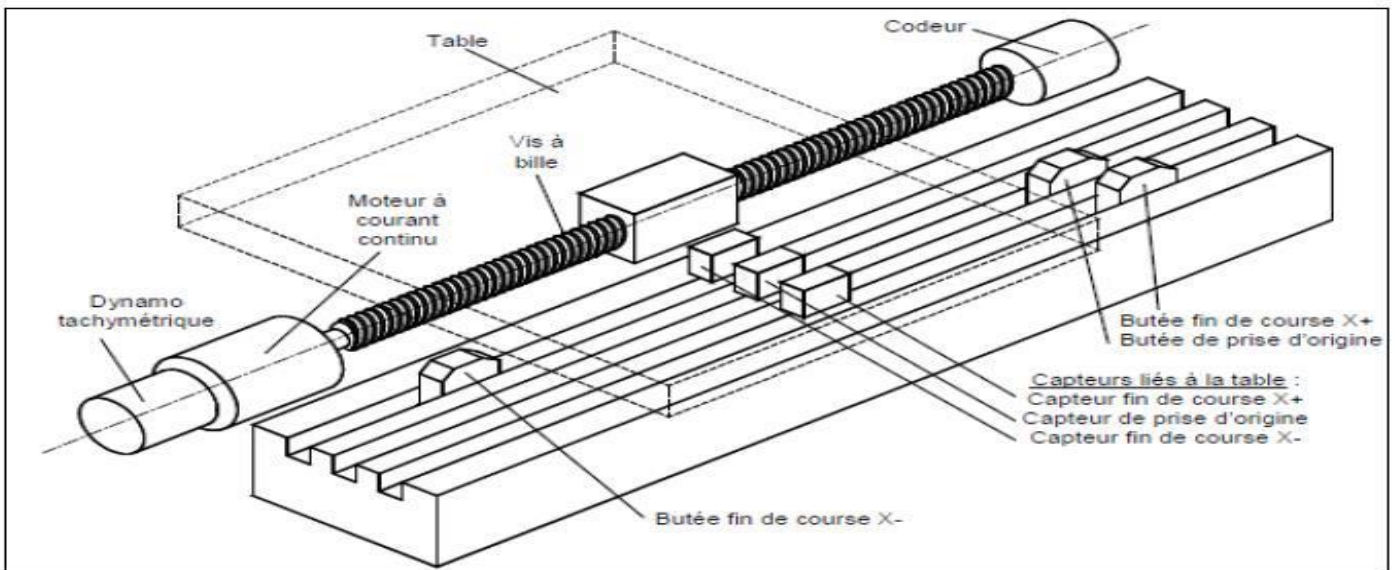


Figure I.3: Éléments de la partie opérative.

I.5.1.1. Tâches effectuées

Les tâches effectuées sur le site de la partie opérative sont :

- Chargement et déchargement (pièce port pièce).
- Chargement et déchargement (outils port outils).
- Intervention manuelles nécessitées par l'usinage et l'entretien.
- Surveillance de commande.

I.5.1.2. Armoire électrique de relayage ou armoire de puissance

Elle est composée :

- D'un automate programmable gérant toutes les entrées - sorties,
- D'un relais,
- D'électrovannes,
- De cartes variateurs d'axes (une par axe),
- De contacteurs (1 par élément de machine : axes, broche)
- D'un interrupteur général avec sécurité.

I.5.2. Partie commande

Différente d'une machine conventionnelle et constituée d'une armoire dans laquelle on trouve :

- Le pupitre permettant de rentrer les commandes à l'aide d'un clavier,
- Le lecteur de données (ce lecteur peut être une option lors de l'achat de la machine),
- La sortie RS 232 pour les liaisons avec les Périphériques externes,
- L'écran de visualisation de toutes les données enregistrées,
- Le calculateur,
- les cartes électroniques (commandes d'axes, mémoire ...).

La partie commande est alimentée par un courant faible et ne peut donc pas alimenter directement les moteurs de la machine. La fonction originale de cette dernière est représentée dans la figure suivant : [4]

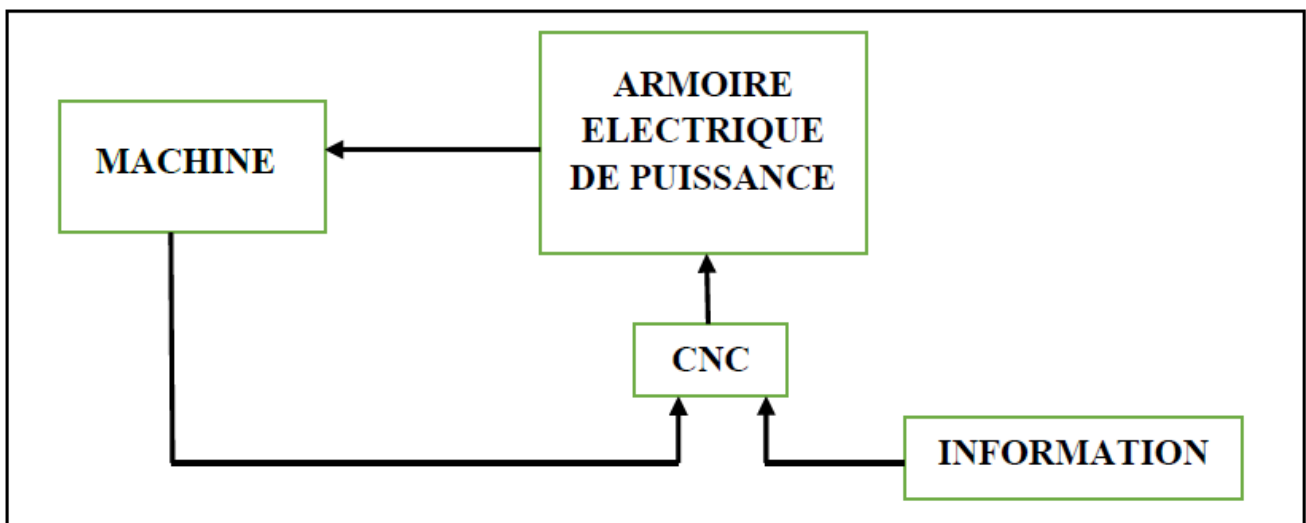


Figure I.4: Fonction originale d'une commande numérique.

I.6. Définition CAO

La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) est un ensemble d'outils et de programmes informatiques permettant d'assister l'ingénieur dans la conception et la mise au point d'un produit. Un système de CAO permet de représenter et d'étudier le fonctionnement d'un objet sans l'avoir fabriqué réellement, c'est-à-dire en virtuel [5]

I.7. Les différents types de CNC

Les centres d'usinage sont des machines-outils qui travaillent par enlèvement de matière et permettent de réaliser automatiquement des opérations de fraisage, alésage, perçage, taraudage. Elles possèdent un magasin d'outils avec changeur automatique et peuvent être équipées d'un dispositif automatique de chargement des pièces. [6]

L'ensemble de ces fonctions est géré par un ou plusieurs systèmes électroniques programmables (commande numérique (CN), ordinateur, automate programmable...).

On distingue plusieurs types de machines :

- les machines à enlèvement de copeaux : les perceuses, les tours 2 et 4 axes, les centres de tournages 5 axes, les fraiseuses 2 axes 1/2, 3 axes, les centres d'usinage, 3 à 5 axes, les rectifieuses, les affûteuses, les machines d'usinage à très grande vitesse...
- les électroérosions : les machines à enfonçages, les machines à fil.
- les machines de découpes : oxycoupage, laser, jet d'eau...
- les presses : métal, injection plastique.
- les machines à bois : à portique ou col de cygne.
- les machines spéciales : à panneaux, à têtes multiples, de conditionnement (Pour l'agroalimentaire), ...etc.

I.8. Classification des CNC

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

- Classification selon la nature de déplacement
- le mode de fonctionnement de la machine
- le nombre d'axes de la machine
- le mode d'usinage

I.8.1. 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. [7]

I.8.2. Classification des Machine CNC selon le mode de fonctionnement

I.8.2.1. Fonctionnement en boucle ouvert :

En boucle ouverte, comme l'illustre la figure.1.5, le système assure le déplacement du chariot mais ne le contrôle pas.

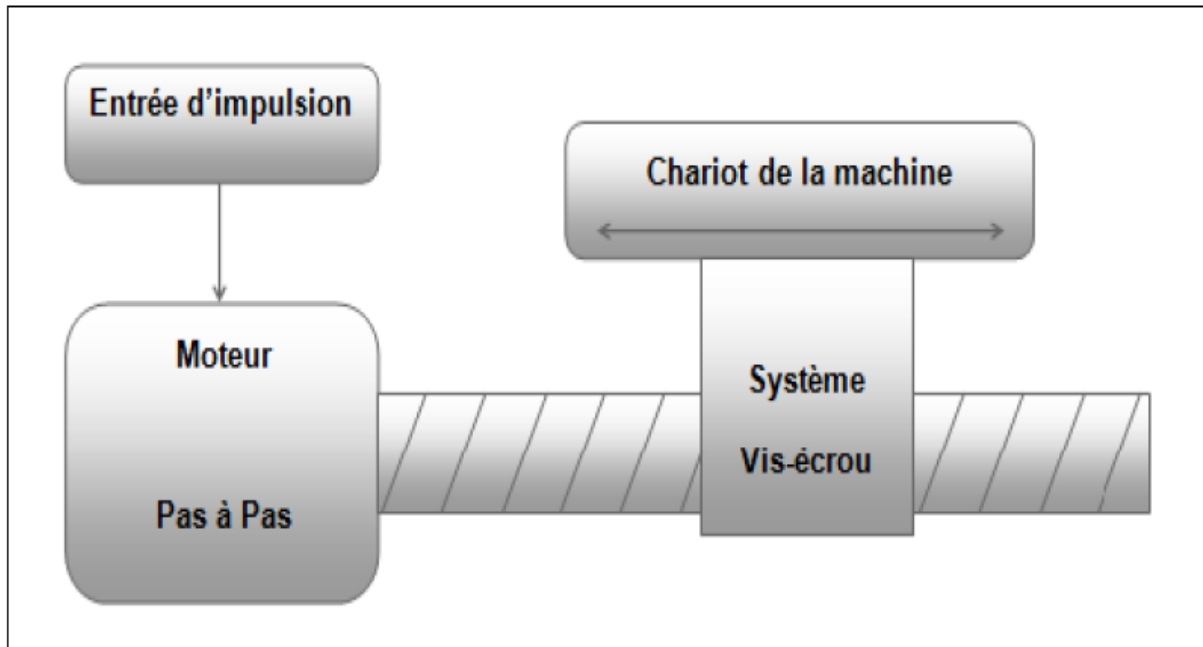


Figure I.5: Fonctionnement en boucle ouvert.

I.8.2.2. Fonctionnement avec commande adaptative

La commande adaptative réalise d'une façon continue et automatique l'adaptation des conditions de coupe. Des capteurs relèvent les valeurs de couple de la broche, l'amplitude de vibration de la broche, la température au point de coupe. Ces informations sont transmises à une unité spéciale qui les envoie vers le directeur de commande numérique qui agit selon l'analyse des informations sur les conditions de coupe pour permettre une meilleure qualité de travail, une meilleure productivité et une plus grande sécurité. La figure.1.6 illustre le fonctionnement de la commande adaptative. [8]

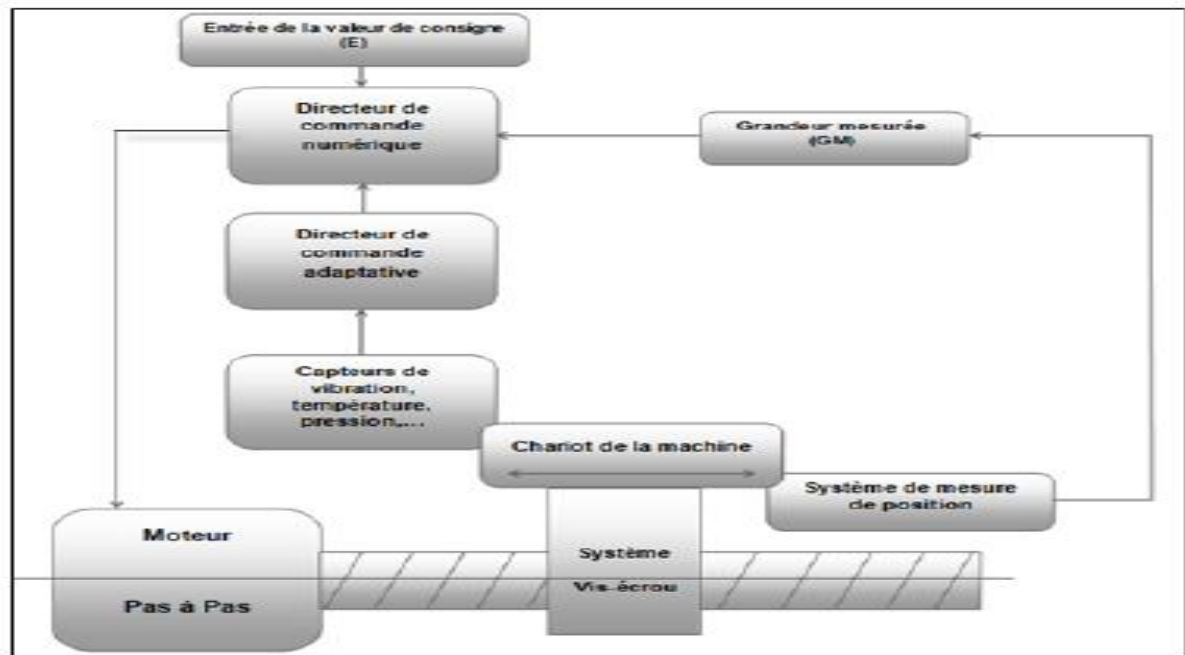


Figure I.6: Commande adaptative.

I.8.2.3. 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 (Gm). Comme illustre la figure.1.7.

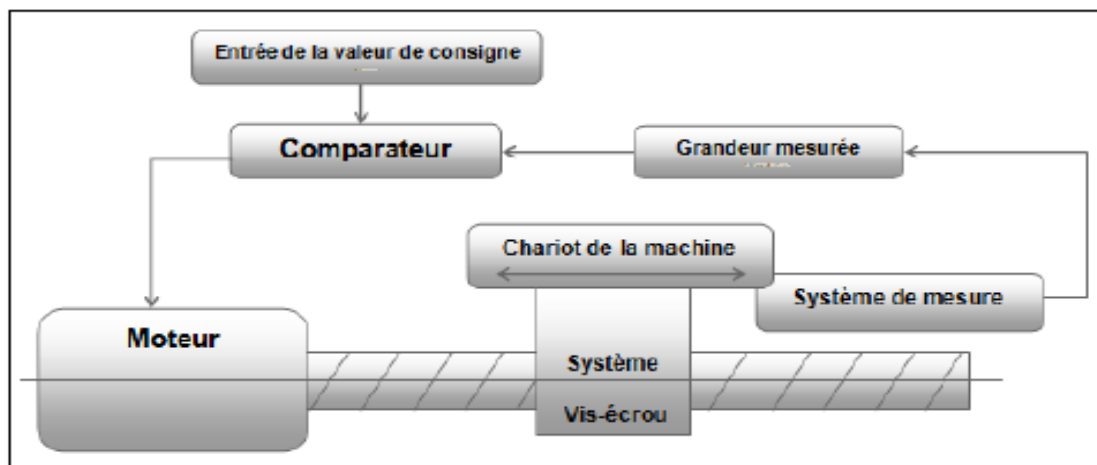


Figure I.7 Commande en boucle fermée.

I.8.3. Classification des Machine CNC selon le nombre d'axe

On classe maintenant les machines-outils par le nombre de mouvements élémentaires qu'elles peuvent mettre en œuvre lors du déplacement de l'outil par rapport à la pièce **tableau.I.1**. Seuls les axes sont décomptés. La mise en œuvre simultanée de plusieurs outils entraîne l'augmentation du nombre d'axes. Cette classification ne permet pas d'associer directement un type de forme usinable à une classe de machine, car elle ne reflète pas la cinématique de l'outil. Par exemple un tour à cinq axes ne permet pas de faire des pièces différentes par rapport à un tour à trois axes. [06]

Tableau I.1 Seuls les axes sont décomptés

| Nb d'axes | Mouvements | Désignation du type d'usinage et des opérations possibles |
|-----------|---------------|---|
| 1 | Z | Brochage, presse |
| 2 | X,Z | Tournage : toutes les formes obtenue sont le même axe des y métrie |
| 3 | X,Y,Z | Fraisage : surfacage, perçage, fraisage de poches, de rainures et de surfaces gauches. L'axe outil reste parallèle à une direction fixe par rapport à la pièce. |
| 3 | X, Z, C | Tournage, avec asservissement de la broche, permet le fraisage sur tour : tournage général, fraisage à l'outil tournant, perçage hors axe. La broche est asservie en position. |
| 4 | X,Y, Z,B | Fraisage : surfacage, perçage, fraisage de poches, de rainures et de surfaces gauches. L'axe outil reste contenu dans un plan fixe par rapport à la pièce. |
| 4 | X,Y,Z,C | Fraisage (cf. X, Y, Z, B) |
| 4 | X,Y,Z,C | Tournage |
| 4 | 2(X,Z) | Tournage à deux tourelles |
| 5 | 2(X, Z), C | Tournage à deux tourelle set asservissement de la broche, (cf. X, Z, C) |
| 5 | X, Y, Z, A, C | Fraisage de formes gauches : fraisage avec le flanc de l'outil, fraisage avec dépinçage, perçage en toutes directions. |
| 5 | X, Y, Z, B, C | Fraisage de formes gauches (cf. X, Y, Z, A, C) |
| 5 | X, Y, Z, A, B | Fraisage de formes gauches (cf. X, Y, Z, A, C) |

I.8.4. Classification des CNC selon le mode d'usinage [6]

Selon le mode d'usinage on peut classer les CNC en trois catégories :

- ✓ Commande numérique point à point.
- ✓ Commande numérique par axiale.
- ✓ Commande numérique de contour nagé.

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté des généralités sur Les machines–outils à commande numérique (C.N.C), les commandes les plus utilisées et leurs classifications ainsi que le décalage d'origine et la géométrie de l'outil.

Chapitre II : Conception et réalisation de la machine

II.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons expliquer les étapes de conception des différentes pièces de la machine, ainsi que l'assemblage final des pièces, puis nous allons présenter les différentes parties mécaniques et électriques de la machine.

La conception du support a été réalisée par une conception CAO sous le logiciel SolidWorks version 2007.

Par conséquent, ce chapitre a été introduit par une première partie donnant une vision générale sur le logiciel CAO/DAO « SolidWorks ».

II.2. Définition FAO

La fabrication assistée par ordinateur ou FAO est décrire le fichier contenant le programme de pilotage d'une machine-outil à commande numérique. Ce fichier va décrire précisément les mouvements que doit exécuter la machine-outil pour réaliser la pièce demandée. On appelle également ce type de fichiers : programme ISO ou blocs ISO.

Les logiciels de FAO utilisent les modèles et les ensembles créés dans les logiciels de CAO pour générer des trajectoires d'usinage sur lesquelles s'appuient les machines qui convertissent les conceptions en pièces physiques [9]

II.3. Définition du logiciel SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur, appartenant à la société Dassault Systèmes. Il utilise le principe de conception paramétrique et génère trois types de fichiers qui sont liés : la pièce, l'assemblage, et la mise en plan. Ainsi toute modification sur un de ces trois fichiers sera répercutée sur les deux autres. [10]

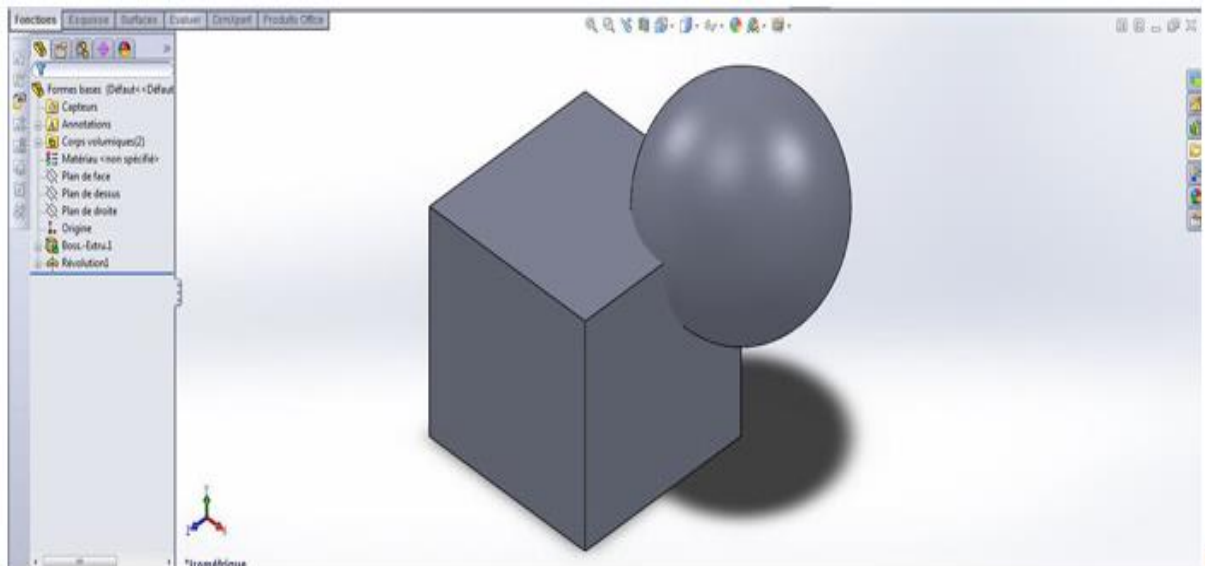


Figure II.1: Interface du logiciel SolidWorks.

A partir de 1995, la première version du logiciel est lancée. En 1997, Dassault Systèmes devient actionnaire principal et continuera de développer les outils du logiciel.

SolidWorks permet de réaliser de la modélisation 2D et 3D, ce logiciel de CAO est réputé pour sa simplicité d'utilisation et se veut intuitif.

Le logiciel SolidWorks permet de :

- Concevoir des objets en 3D de manière très précise.
- Développer des produits
- Vérifier la conception de votre fichier
- Détenir une bibliothèque de vos fichiers 3D
- Mettre en place des mises en plan 2D
- Créer des images et animations de vos objets 3D
- Estimer le coût de la fabrication de vos objets 3D

Le logiciel SolidWorks supporte les formats de fichier 3D suivants :

3D XML, ACIS, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Adobe Portable Document Format, Autodesk Inventor, CADKEY, CATIA Graphics, fichiers DXF/DWG, DXF 3D, SolidWorks eDrawings, Highly Compressed Graphics, HOOPS, IDF 2.0, IDF 3.0, IDF 4.0, IFC, IGES, JPEG, Mechanical Desktop, PADS, Parasolid, PDF, Pro/ENGINEER, ProStep EDMED, Rhino, ScanTo3D, Solid Edge, STEP, STL, TIFF, U3D, Unigraphics, VDAFS, Viewpoint, VRML, XPS. [10]

II.4. Fonctionnement

SolidWorks est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés.

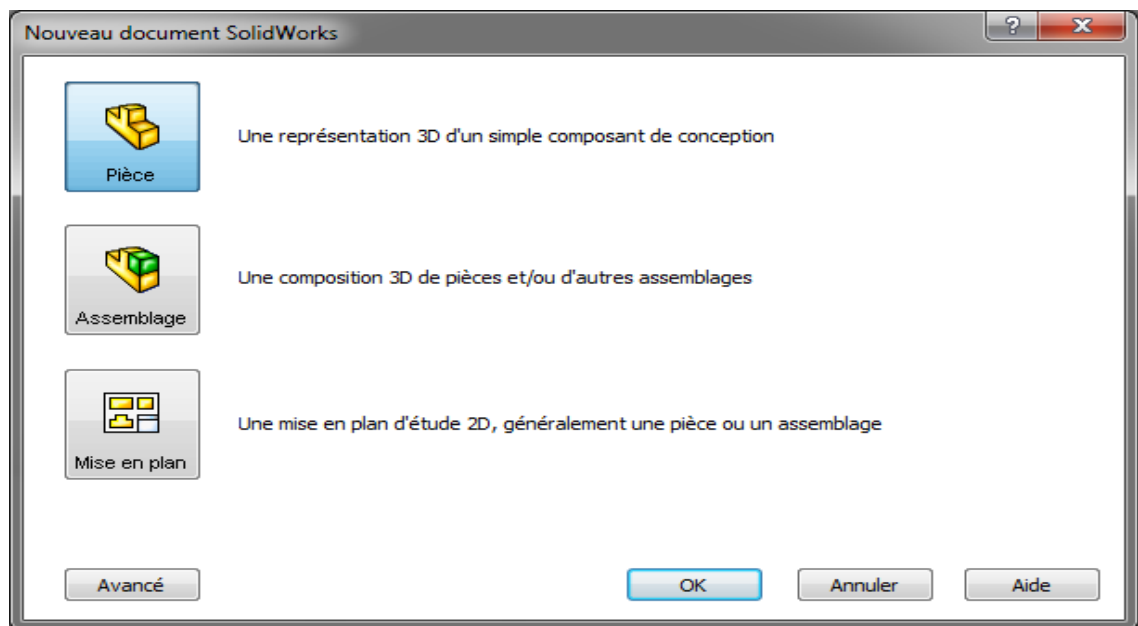


Figure II.2: Les trois concepts de base (SOLIDWORKS).

Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique. De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SolidWorks. Des utilitaires orientés métiers (tôlerie, bois, BTP...), mais aussi des applications de simulation mécanique ou d'image de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle. **Source spécifiée non valide.**

II.5. Les étapes de conception

1. Pièce.
2. Assemblage (de pièces).
3. Mise en plan (de pièces ou d'assemblage de pièces).

II.5.1. Pièce

La pièce est l'objet 3D monobloc. La modélisation d'une telle entité dépendra de la culture de l'utilisateur. Comme de nombreux logiciels conviviaux, SolidWorks permet d'aboutir à un même résultat apparent par des voies souvent différentes. C'est lors de la retouche de ces fichiers ou de leur exploitation qu'on appréciera la bonne méthode. Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométriques, des relations booléennes (ajout retrait) ... Cette organisation est rappelée sur l'arbre de construction. Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise. **Source spécifiée non valide.**

II.5.2. Assemblages

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble des contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxialité...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre

les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.) [11]

II.5.3. Les étapes de l'assemblage

- a. Ajouter des pièces dans un assemblage.
- b. Déplacer et faire pivoter des composants dans un assemblage.
- c. On peut positionner et orienter les composants à l'aide de contraintes qui créent des relations entre les composants. [12]

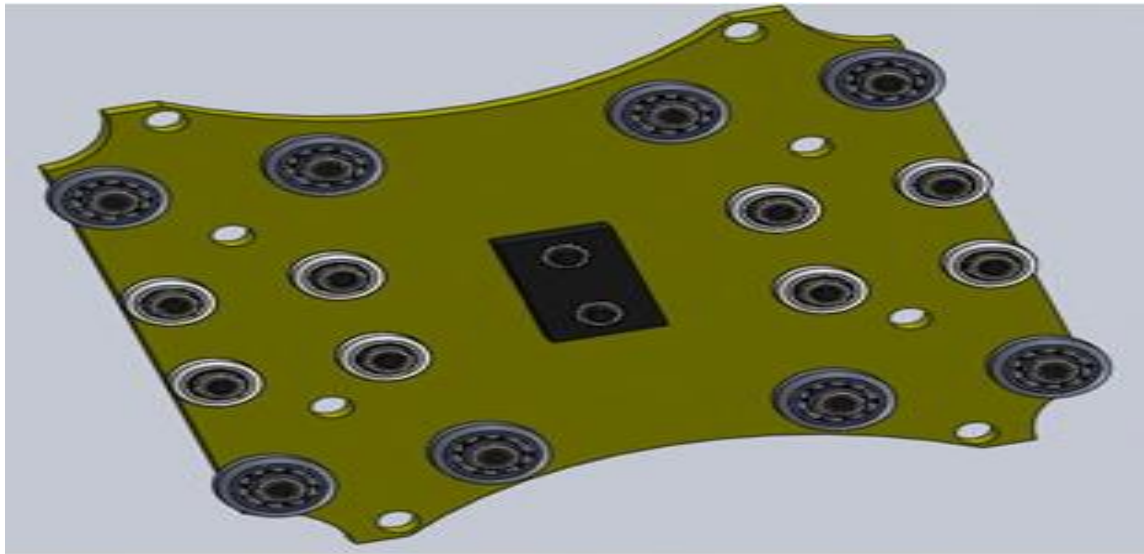


Figure II.3: Assemblages d'une pièce.

II.5.3.1. Conception des plaques de fixation

Sous un nouveau fichier sélectionner le plan de face, puis créer une esquisse et dessiner la forme représentée sur les figures II.4 et II.5 en utilisant les lignes et les cercles.

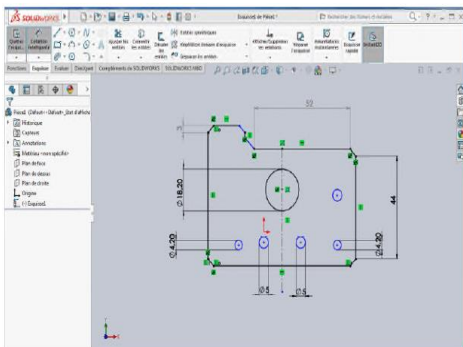


Figure II.4 conception de forme des lignes.

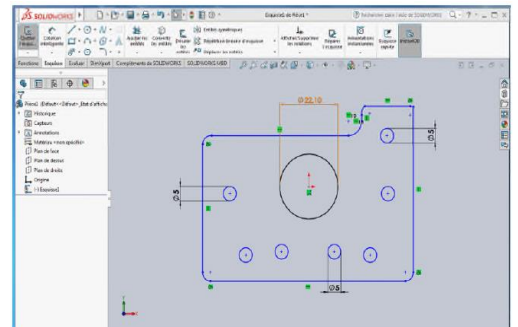


Figure II.5 conception en forme des cercles.

II.5.3.2. Conception des plaques d'axe X

Sous un nouveau fichier sélectionner le plan de face, puis créer une esquisse et dessiner la forme représentée sur les figures II.6 en utilisant les lignes, les cercles, les arcs et l'option Entités symétriques.

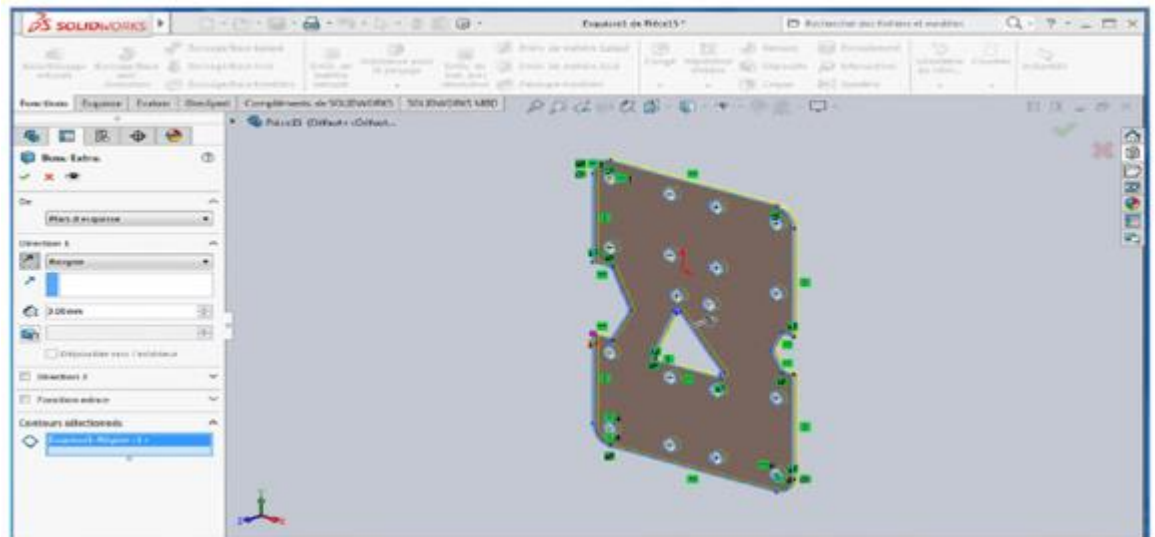


Figure II.6: Pièce extrudée.

II.5.3.3. Conception de l'écrou pour vis métrique

- Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner un rectangle puis en applique la fonction bossage extrudé pour obtenir la première forme de la pièce. Dans une autre esquisse en utilisant cercle, les lignes, les arcs et polygone puis en appliquant la fonction enlèvement de matière extrudé comme l'illustre la figure II.7.

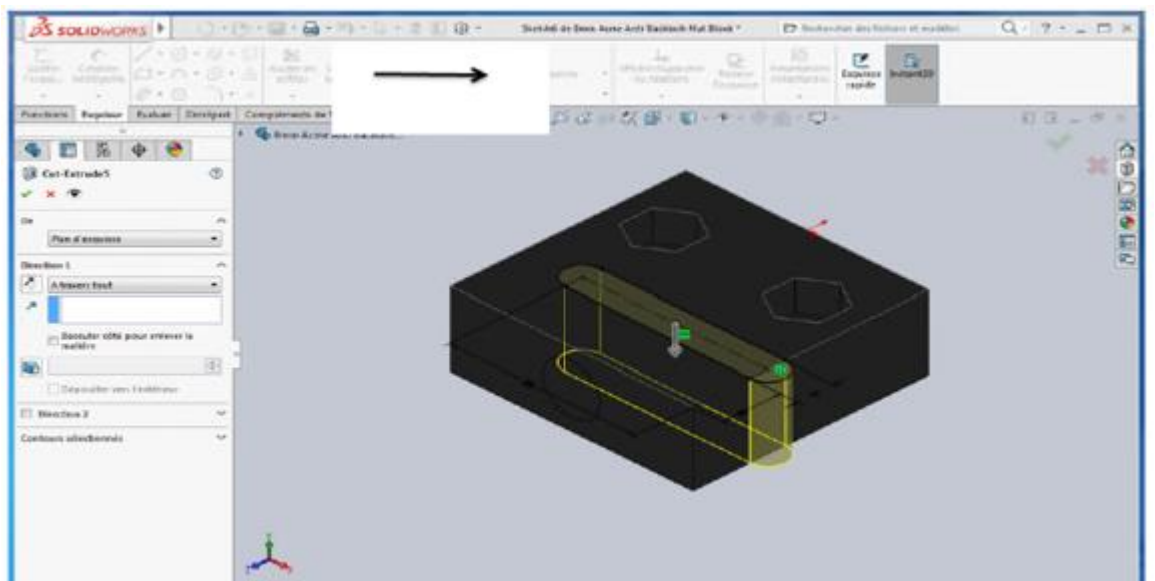


Figure II.7: Enlèvement extrudé de la pièce.

II.5.3.4. Conception d'accouplement

Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner un cylindre

- Click sur Hélice et spirale
- Click sur Enlèvement de matière. Balayé

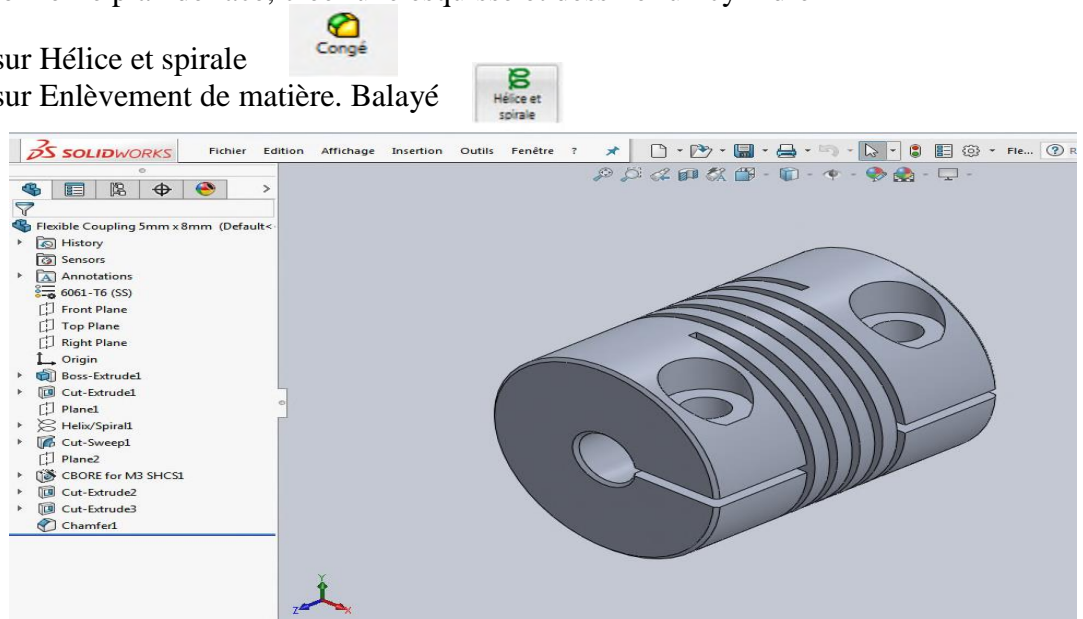


Figure II.8 l'accouplement final.

II.5.3.5. Conception de la roue

- Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme de roulement en utilisant la fonction bossage avec révolution comme l'illustre la figure II.9.

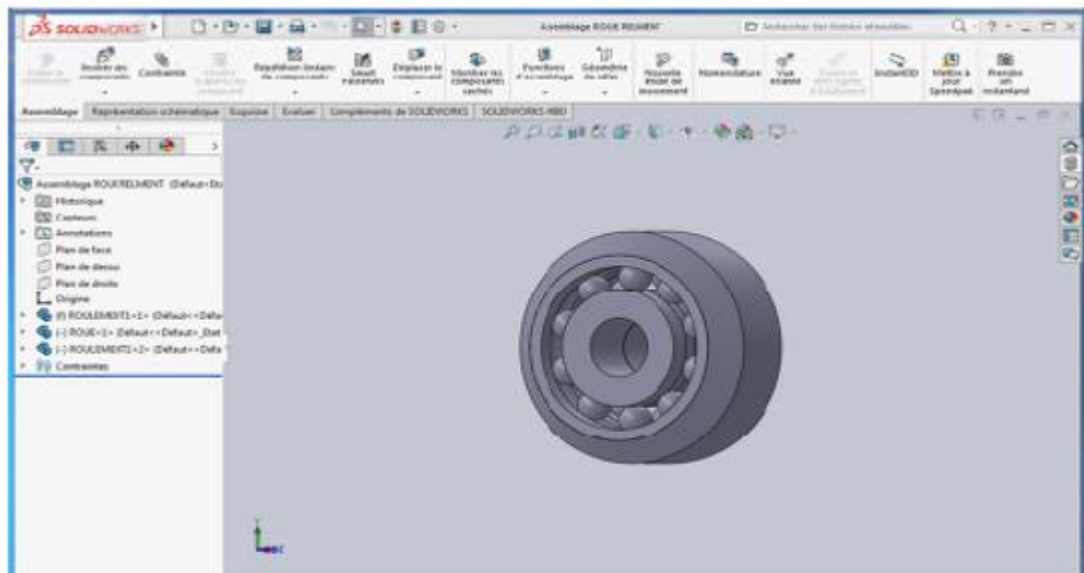


Figure II.9 Roue final.

II.5.3.6. Conception de la Vis M3

- Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme de vis en utilisant la fonction de bossage avec révolution comme l'illustre la figure IV.28

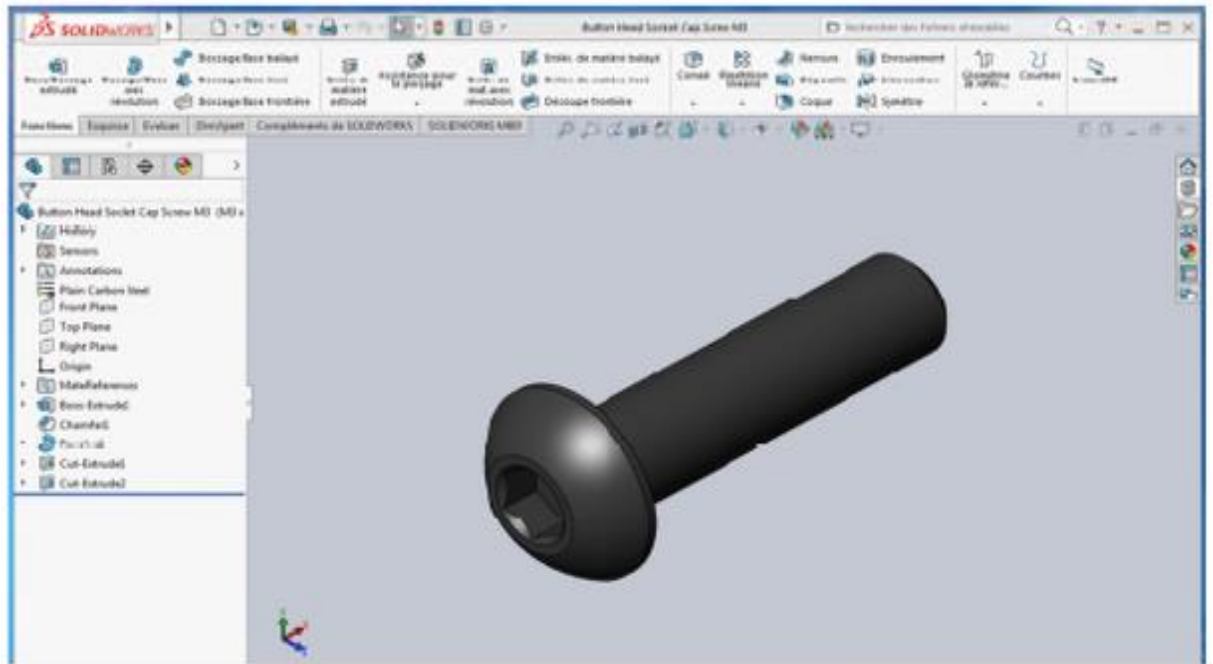


Figure II.10: Vis M3 final.

II.5.3.7. Assemblage des pièces

On a terminé la conception des différentes pièces on a commencé l'assemblage des pièces afin d'obtenir la forme finale.

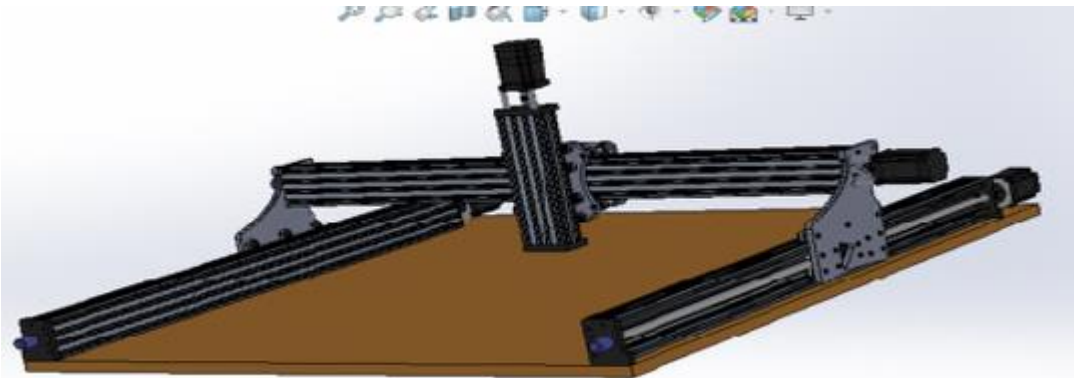


Figure II.11: Assemblage final de la machine.

II.5.4. Mise en plan

Une fois les pièces ou assemblages créés, il est possible de générer automatiquement les mise en plan (représentation 2D) avec insertion automatique des côtes et liaisons entre les vues 2D et le modèle 3D.

De plus, des fonctions d'habillage (texte, hachure, cotation...) permettent à l'utilisateur d'annoter rapidement un plan.

Pour faire des mises en plan, il est tout d'abord nécessaire d'avoir des fonds de plan pour y projeter les dessins. Ces fonds de plans ont un format (A4, A3, ...), une orientation (portrait ou paysage) et contiennent éventuellement un cartouche.

Un certain nombre de fonds de plan de base sont proposés à l'origine, mais il est préférable, avant de commencer, de personnaliser les fonds en plan que l'on utilisera par la suite. [13]

II.5.4.1. Étapes de création d'une mise en plan

- a. Ouvrir un modèle de mise en plan et éditer un fond de plan.
- b. Insérer des vues standard d'un modèle de pièce.
- c. Ajouter des annotations de modèle et de référence.
- d. Ajouter une autre feuille de mise en plan.
- e. Insérer une vue nommée.
- f. Imprimer la mise en plan.

II.6. Description des différentes parties de la machine CNC

II.6.1. Partie électrique

II.6.1.1. Moteur pas à pas

Un moteur pas à pas permet transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire avec une bonne précision de déplacement. Pour le bon fonctionnement de la machine on a opté pour l'utilisation MOTEUR PAS-A-PAS NEMA 23 1.9N.M 1.8° 78MM de caractéristiques suivantes :

Tableau II.1 caractéristique de Moteur pas a pas .

| | |
|-----------------------|--------------------|
| La longueur du moteur | 76 mm |
| Pas de l'angle | 1.8 ° |
| Diamètre de l'arbre | 6.35 mm |
| Profil d'arbre | rond |
| Tension nominal | 3V |
| Courant nominal | 3A |
| Résistance de phase | 1hom |
| Couple de maintien | 19Kg.cm (283oz-in) |
| Fils | 4 |
| Poids du moteur | 1030 g |



Figure II.12: Moteur pas à pas

II.6.1.2. Carte Arduino

La carte Arduino est une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur et de composants minimum pour réaliser des fonctions plus ou moins évoluées à bas coût. Elle possède une interface USB pour la programmer.

Arduino peut être utilisé pour développer des applications matérielles industrielles légères ou des objets interactifs, et il peut recevoir en entrées une très grande variété de capteurs. Les projets Arduino peuvent être autonomes, ou communiquer avec des logiciels sur un ordinateur.

Il existe différents types et modèles d'Arduino, allant du Nano au Mega, avec différentes caractéristiques, comme le nombre de pins et les fonctionnalités prédéfinies.

Dans notre cas l'Arduino Uno est le plus approprié à la machine CNC.

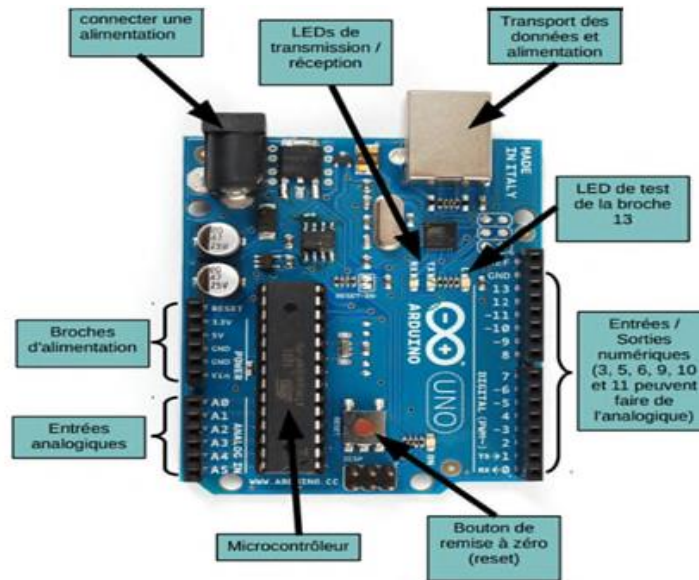


Figure II.13: Carte Arduino Uno.

II.6.1.3. Carte Arduino Sensor Shield v5.0

L'Arduino SensorShield V5.0 est le nouveau blindage empilable qui répartit les différentes broches d'E/S de l'Arduino sur des connecteurs plus robustes que les broches de la carte Arduino, ce qui permet de connecter divers modules comme des capteurs, des servos, des relais, des boutons, des potentiomètres et beaucoup plus de façon beaucoup plus facile.

Les ports d'E/S numériques comprennent les broches numériques 0 à 13. Les ports d'E/S analogiques comprennent les broches analogiques A0 à A5. Chacune de ces rangées d'E/S possède une broche de mise à la terre, de tension et de signal dédiée. Un commutateur de réinitialisation est également fourni. Il prend en charge différents types d'interfaces :

IIC, port de servocommande, port Bluetooth, emplacement de carte SD, port de module APC220, port de capteur à ultrasons.

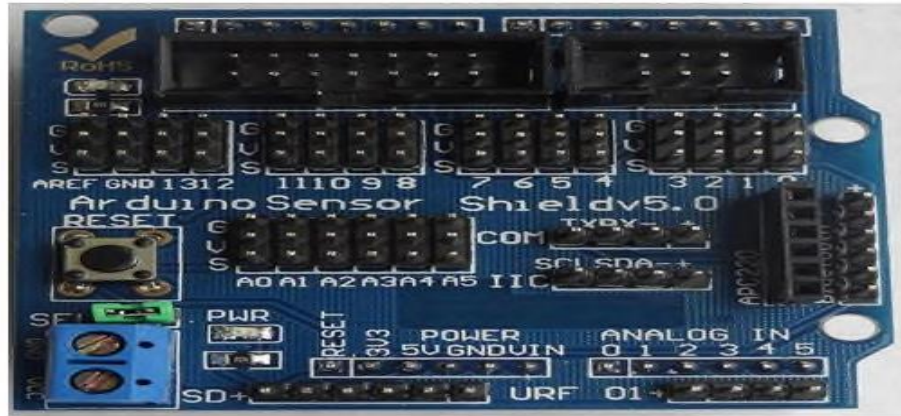


Figure II.14: Carte Arduino Sensor Shield 5v.

II.6.1.4. Driver ST330-v3

Le ST330-v3 est un pilote monophasé bipolaire compact à moteur pas à pas biphasé 3.0A par phase avec des entrées de pas et de direction, commutateur DIP réglable en mode pas à pas (plein, demi, huitième et seizième S3 / S4), couple (100%, 75%, 50 %, 20% S5 / S6), fonctionnent en mode courant (0-3A SW1 / SW2 / SW3) et décroissent (0%, 25%, 50% et 100% S1 / S2).

Convient pour toute sorte d'équipement et d'appareils d'automatisation de petite et moyenne taille.

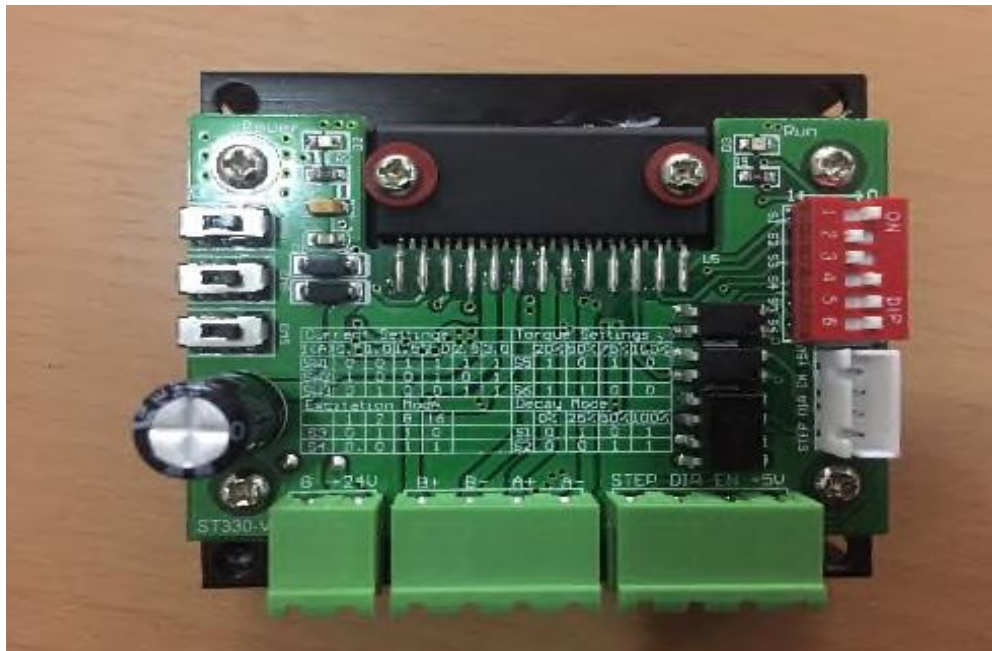


Figure II.15: Driver ST330-v3.

II.6.1.5. Alimentation

- ✓ Commutateur d'alimentation, convertir AC 110V/220V à DC 24V.
- ✓ Puissance : 480W.
- ✓ Tension de sortie : 24V.
- ✓ Courant de sortie : 20A.
- ✓ Rendement > 85%.
- ✓ Matière : aluminium.
- ✓ Protections : court-circuit/surcharge/température.

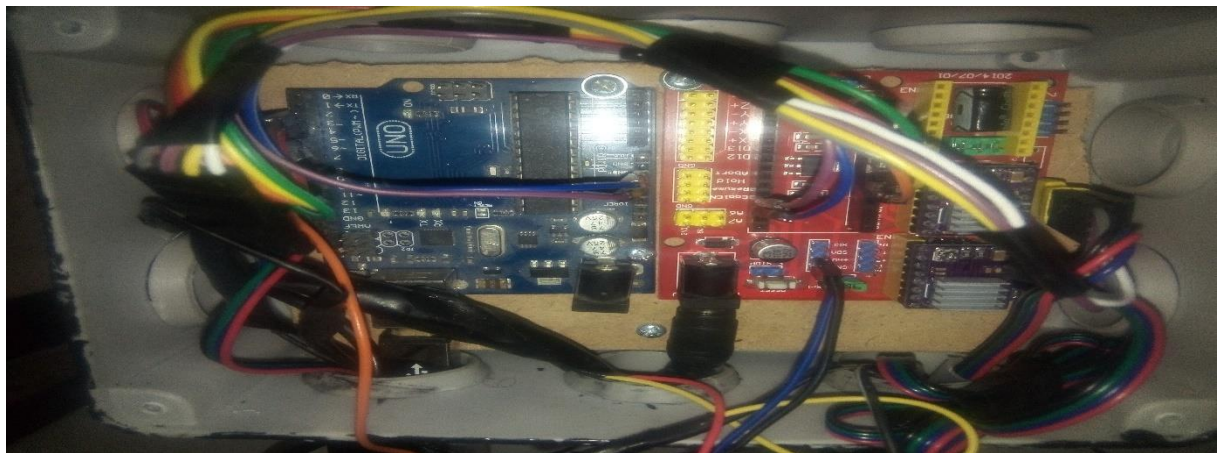


Figure II.16: Boîte d'alimentation (origine).

II.6.1.6. Les câbles électriques de connexion :



Figure II.17: Les câbles de relation "JUMPLE".

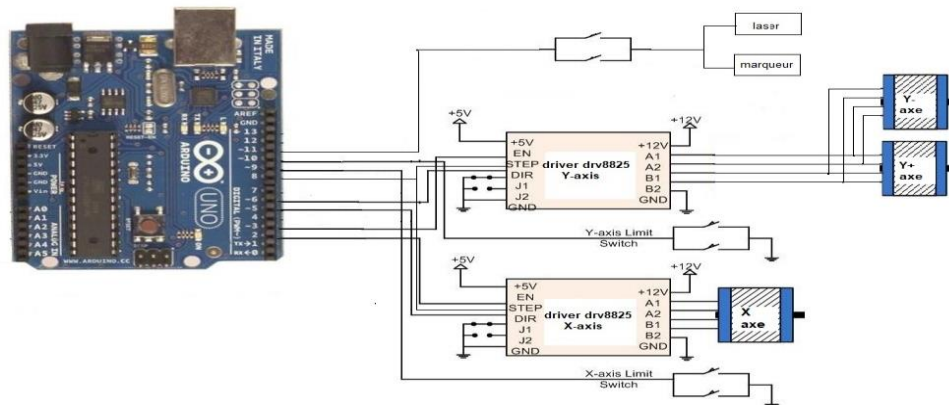


Figure II.18: schéma électrique de l'Arduino.



Figure II.19: Carte relais 5v.

II.6.2. Partie mécanique

II.6.2.1. Vis et écrous

- [2x vis M2](#) pour fixer lazer . Vous pouvez également le coller
- 1x vis M5 x 20mm
- 1x écrou M5
- Des rondelles diamètre 14mm

Des rondelles diamètre 14mm



04 x écrous lourds M5 (ou écrous classiques M5) pour rail 20x20 rainuré 6 :



4 x vis M5 tête cylindrique x 10mm



II.6.2.2. Les supports

Pour fixer le marqueur



II.6.2.3. Rail de guidage

Elle permet de guider le mouvement de translation des roulements selon les trois axes de la machine.

L'axe Y est constitué de deux rails parallèle tandis que l'axe X et Z contiennent un seul rail chaqu'un. Les rails sont de profile en aluminium 60 63 T-5, la longueur des axes X et Y sont de 1m tandis que l'axe Z est de 0.3m



Figure II.20: Rail de guidage

II.6.2.4. Plaques de fixation

Considérer comme un support qui sert à fixer le moteur sur le rail.

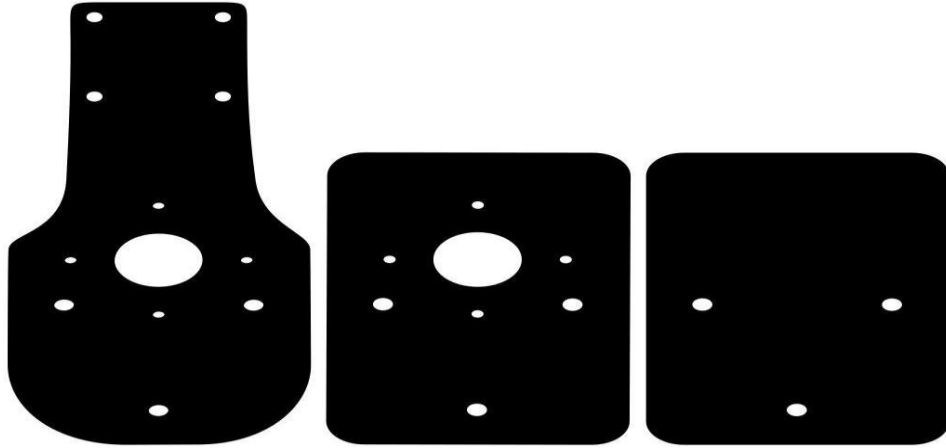


Figure II.21: Plaques de fixations pour les moteur pas à pas.



Figure II.22: Le relais de fixation .



Figure II.23: Le Collie 90 degré.



Figure II.24: La croie.



Figure II.25: Réalisation finale de la machine (origine).

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, on a pu voir comment rassembler les pièces concernant la machine CNC, nous avons présenté plusieurs types des dispositifs utilisés pour la réalisation un machine CNC.

Chapitre III : Programmation et Fonctionnement de traceurs

III.1. Introduction

Ce chapitre présente les notions essentielles des Traceurs et leurs types avec ses fonctions.

III.2. Définition de traceurs

Un traceur, dans divers domaines scientifiques, est une substance aisément décelable qu'on peut introduire en faible quantité dans une lumière, typiquement une lumière courante, une lumière de surface ou une lumière souterraine, pour matérialiser la trajectoire d'une particule, ou plutôt les trajectoires des particules, ou mesurer des caractéristiques de l'écoulement telles que Vitesse du courant, temps de parcours, dilution.etc.

III.3. Description sur laser

La découpe laser est un procédé de fabrication qui consiste à découper la matière grâce à une grande quantité d'énergie générée par un laser et concentrée sur une très faible surface. Cette technologie est majoritairement destinée aux chaînes de production industrielles, mais peut également convenir aux boutiques, aux établissements professionnels et aux tiers-lieux de fabrication. La gravure laser se fait avec la même technologie, mais en utilisant une puissance laser réduite. [14]

LASER signifie amplification de la lumière par émission stimulée de rayonnement :

L : Light

A : Amplification

S : by Stimulated

E : Emission

R : of Radiation

Il existe trois principaux types de lasers :

- ✚ **Les lasers CO2** (majorité des lasers sur le marché). Généralement, le laser CO2 utilise un mélange gazeux couplé à une décharge électrique pour produire le faisceau laser.
- ✚ **Les lasers YAG** (ou Grenat d'Yttrium et d'Aluminium). Le faisceau laser est produit par l'excitation d'un cristal de synthèse par une décharge électrique ou une source lumineuse.
- ✚ **Les lasers à fibres optiques** (développement le plus récent en matière de découpe laser)
Le faisceau laser est généré dans une fibre active et acheminé au moyen d'une fibre de transport vers la tête de découpe de la machine.

III.4. Principe de base

Le faisceau laser est généré par l'excitation d'un atome de matière LASER (solide, liquide ou gazeux - dans notre cas CO2), Cette excitation est alimentée par pompage, Le pompage consiste à envoyer un photon sur l'atome à l'aide d'une source d'énergie externe que ce soit une décharge électrique une source de lumière voire un gaz.

Dans une première phase, ce photon va donc exciter le matériau LASER en le faisant changer d'état électronique il sera donc chargé d'un photon, Puis dans une deuxième phase un deuxième photon va être bombardé sur l'atome cette fois exciter ce qui aura pour effet de le décharger de deux photons en même temps. Ce processus en 2 phases va être répété autant que nécessaire soit de manière continu soit pulsé.

Notons que cette opération engendre deux effets fondamentaux : l'émission monochromatique d'un flux de lumière à une seule longueur d'onde en fonction du matériau Laser utilisé Ce dernier déterminant les applications possibles du laser, la cohérence dans le temps (toutes les ondes sont en phase) et dans l'espace (le faisceau est unidirectionnel). [15]

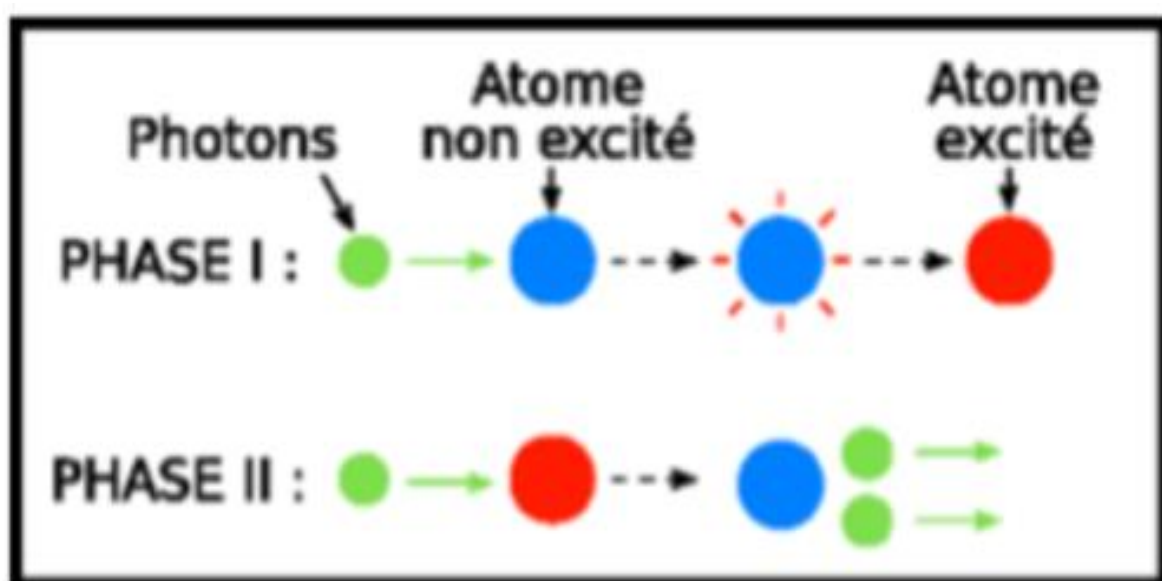


Figure III.1: Principe atomique du LAZER.

1- Les traceurs fluorescents

Certaines molécules organiques absorbent la lumière à certaines longueurs d'onde ; elles réémettent pendant un temps premier court (10^{-16} s) une lumière de plus grande longueur d'onde.

Principe de la fluorescence :

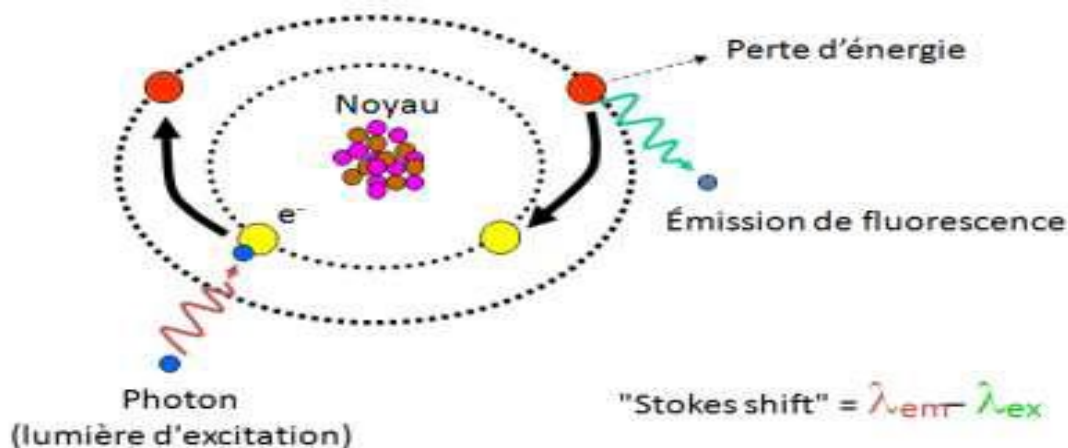


Figure III.2: principe de fluorescence.

Un photon provenant d'une source lumineuse (laser, lampe à vapeur de mercure, etc.) provoque le passage d'un électron d'une orbite stable à une orbite instable. Pendant cet état instable (qui dure de l'ordre de quelques nanosecondes) l'électron perd de l'énergie par interaction avec l'environnement. Il retourne à son orbite stable en émettant un photon d'énergie plus faible que le photon d'excitation et donc de longueur d'onde plus élevée. Le décalage entre les longueurs d'onde d'excitation et d'émission est appelée "décalage de Stokes. [16]

III.5. Programmation sur machine cnc

Inkscape

Inkscape est un puissant logiciel de dessin vectoriel à vocation "artistique", le dessin y est enregistré sous forme d'équations de courbes (chemins) et non par des pixels comme les images bitmap. Ce programme est vaste (mais très bien fait), les fonctions qui nous intéressent dans c'est qu'il permet d'ouvrir un nombre très important de type d'image (PS, DXF, PDF, SVG, PNG, JPG,)

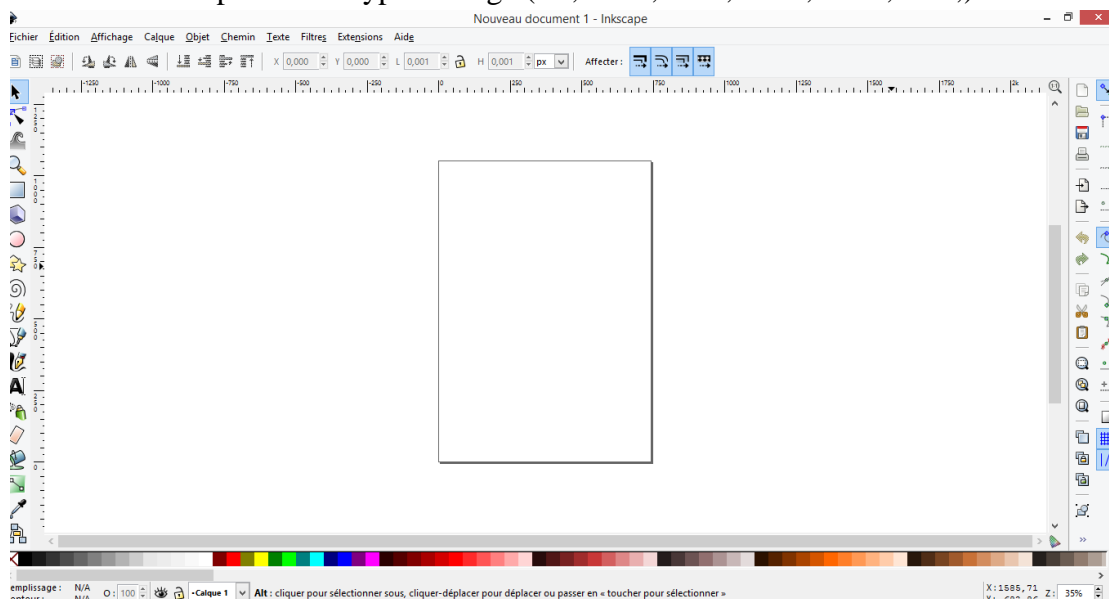


Figure III.3: Interface de inkscape.

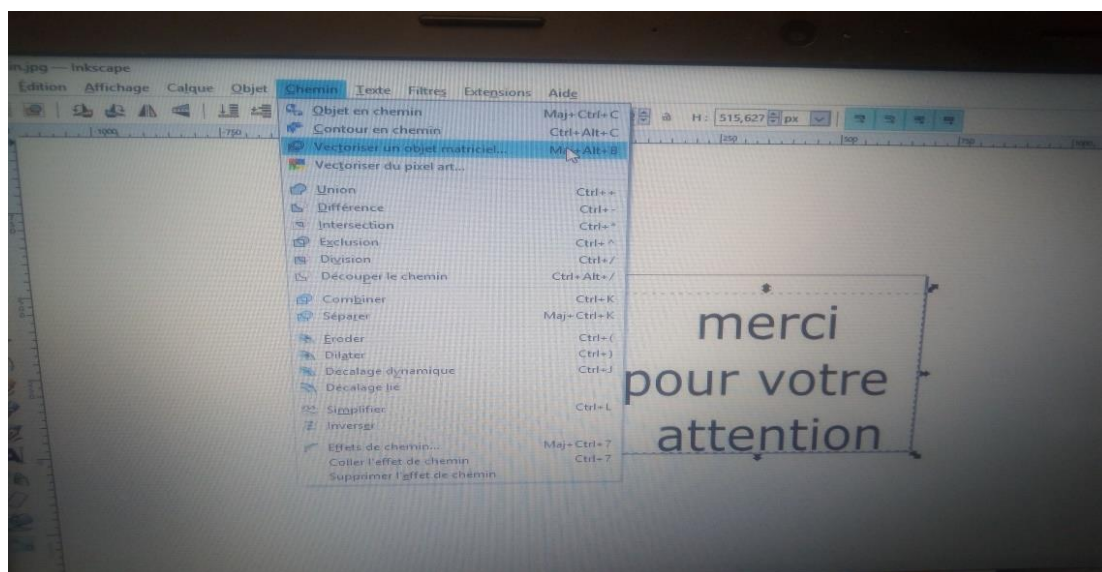


Figure III.4: vectorisé un objet matriciel(original).

III.6. L'éditeur du texte ou image compilateur de langage CNC :

L'éditeur de texte est une interface graphique sur l'ordinateur où l'opérateur peut traiter le G-code à exécuter s'appelé « Inkscape ». Ensuite, ce texte doit être compilé, s'il y a des erreurs ; l'opérateur est prévu afin de les corriger. Une fois compilé, le code est prêt à envoyer à la carte Arduino Uno ou à simuler sur l'ordinateur des images bitmap en image vectorielle [14].

III.7. Langue de contrôleurs numériques « G-code »

III.7.1. Description

Le G-code est le langage de programmation des machines numériques, développé par l'EIA au début des années 1960, et finalement normalisé par l'ISO en février 1980.

Le G-code est basé sur des lignes de code. Chaque ligne (également appelée un bloc) peut inclure des commandes pour faire produire diverses actions à la machine. Plusieurs lignes de code peuvent être regroupées dans un fichier pour créer un programme G-code. Une ligne de code typique commence par un numéro de ligne optionnel suivi par un ou plusieurs mots. Un mot commence par une lettre suivie d'un nombre (ou quelque chose qui permet d'évaluer un nombre). Un mot peut, soit donner une commande, soit. Fournir un argument à une commande. Par exemple, G1 X3 est une ligne de code valide avec deux mots. G1 est une commande qui signifie déplaces toi en ligne droite à la vitesse programmée et X3 fournit la valeur d'argument (la valeur de X doit être 3 à la fin du mouvement). La plupart des commandes G-code commencent avec une lettre G ou M (G pour Général et M pour Miscellaneous (auxiliaire)). Les termes pour ces commandes sont G-codes et M-codes [17].

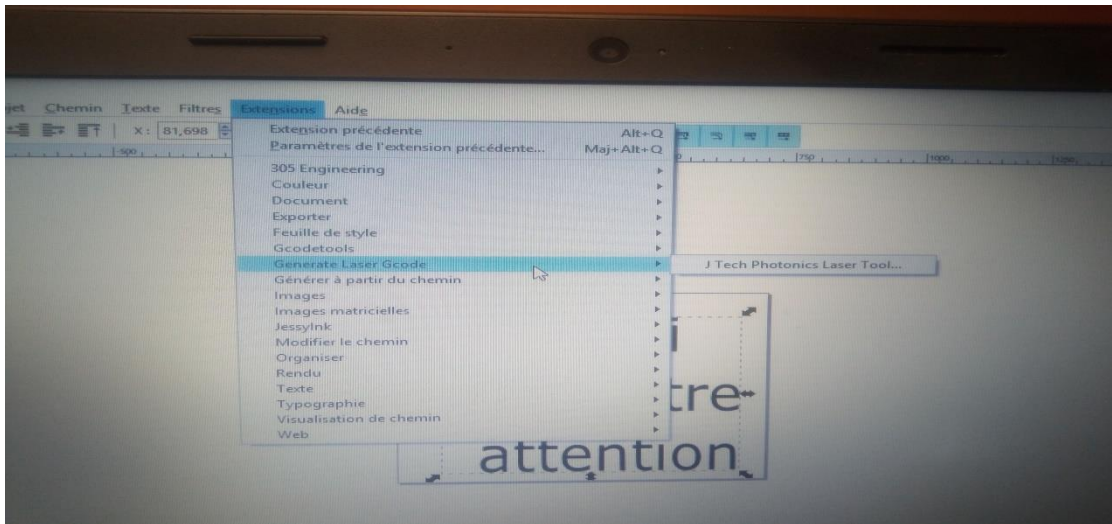


Figure III.5: Convertir en laser G-code (origine).

III.16. Syntaxe :

Un programme est constitué de lignes appelées blocs (Fig.III.5). Un bloc correspond aux instructions relatives à une séquence d'usinage. Chaque bloc est composé d'une suite de mots. Un mot est un ensemble de caractères alphanumériques. [18]

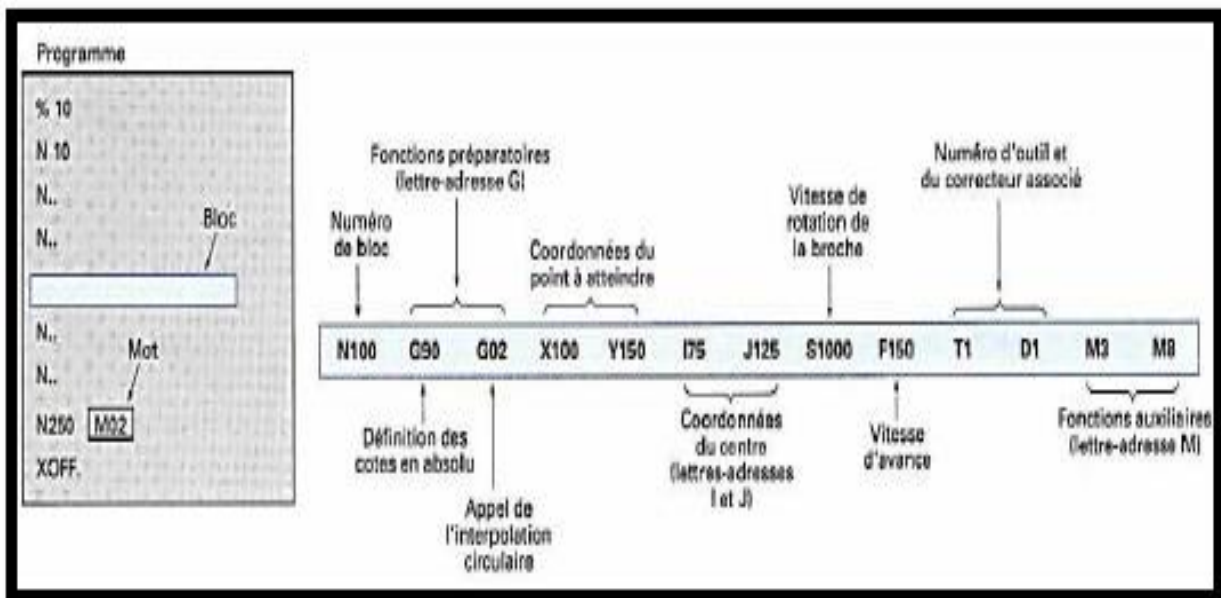


Figure III.6: Syntaxe.

III.8. Les principales fonctions

Tableau III.1 Les fonctions préparatoires G.

| COMMAND | Description |
|---------------|---|
| G00 | Avance rapide en coordonnées cartésiennes (la vitesse rapide est programmée par le constructeur). |
| G01 | Interpolation linéaire en coordonnées cartésiennes. |
| G02 | Interpolation circulaire dans le sens horaire en coordonnées cartésiennes. |
| G03 | Interpolation circulaire dans le sens antihoraire (trigonométrique) en coordonnées cartésiennes. |
| G04 | Temporisation. |
| G09 | Arrêt précis. |
| G10 | Avance rapide en coordonnées polaires. |
| G11 | Interpolation linéaire en coordonnées polaires |
| G12 | Interpolation circulaire dans le sens horaire en coordonnées polaires. |
| G13 | Interpolation circulaire dans le sens antihoraire en coordonnées polaires. |
| G16, G17, G18 | Sélection du plan. |
| G33 | Filetage. |
| G40 | Suppression compensation du rayon d'outil (plaquette en tournage). |
| G 41 | Compensation du rayon d'outil à gauche |
| G 42 | Compensation du rayon d'outil à droite. |
| G 48 | Retrait du contour de la manière dont s'est opérée l'approche. |
| G 50 | Suppression modification de l'échelle. |
| G 51 | Sélection modification de l'échelle. |
| G 53 | Suppression du décalage d'origine. |
| G 54 à G 57 | Décalage d'origine. |
| G 58 et G59 | Décalage d'origines additives, programmables. |
| G 60 | Mode d'arrêt précis. |
| G62,G 63 | Suppression du mode d'arrêt précis. |
| G71 | Indication de cotes en millimètre. |
| G90 | Programmation en cotes absolues. |
| G 91 | Programmation en cotes relatives. |
| G 92 | Limitation de vitesse pour G96. |
| G 94 | Avance par minute, vitesse d'avance A en mm/mn. |
| G 95 | Avance par tour (<i>f</i>) en mm/tr. |
| G 96 | Vitesse de coupe (m/mn). |
| G 97 | Vitesse constante. |
| G 147 | Accostage linéaire en douceur du contour. |
| G 247 | Accostage en douceur du contour selon un quart de cercle. |
| G 347 | Accostage en douceur du contour selon un demi-cercle. |
| G 148 | Retrait linéaire en douceur. |

III.9. Différentes fonctions des adresses :**Tableau III.2** les adresses des CNC [18]

| Adresse | Définitions |
|---------|--|
| O | Numéro de programme |
| F | Vitesse d'avance |
| G | Fonction préparatoire |
| I | Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe X |
| J | Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe Y |
| K | Position du centre de cercle d'interpolation circulaire suivant l'axe Z |
| M | Fonction auxiliaire |
| N | Numéro de bloc |
| P | Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée |
| Q | Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée |
| R | Rayon du cercle en interpolation circulaire. Différent sens selon le cycle ou elle est utilisée. |
| S | Vitesse de rotation de la broche |
| T | Identification de l'outil à utiliser |
| U | Déplacement relatif selon l'axe des X |
| W | Déplacement relatif selon l'axe des Y |
| X | Coordonnée suivant l'axe X |
| Y | Coordonnée suivant l'axe Y |
| Z | Coordonnée suivant l'axe Z |

III.9.1. Programme Grbl

Grbl est un micro logiciel libre développé sur Arduino pour contrôler des graveuses CNC (Computer Numerical Control). Grbl interprète du G-code et déplace en conséquence un outil sur 3 axes (X, Y et Z). Il comprend de multiples optimisations sur l'usage et le déplacement des moteurs afin de gérer correctement les accélérations, les trajectoires... l'organigramme qui assure ce micro logiciel [19]:

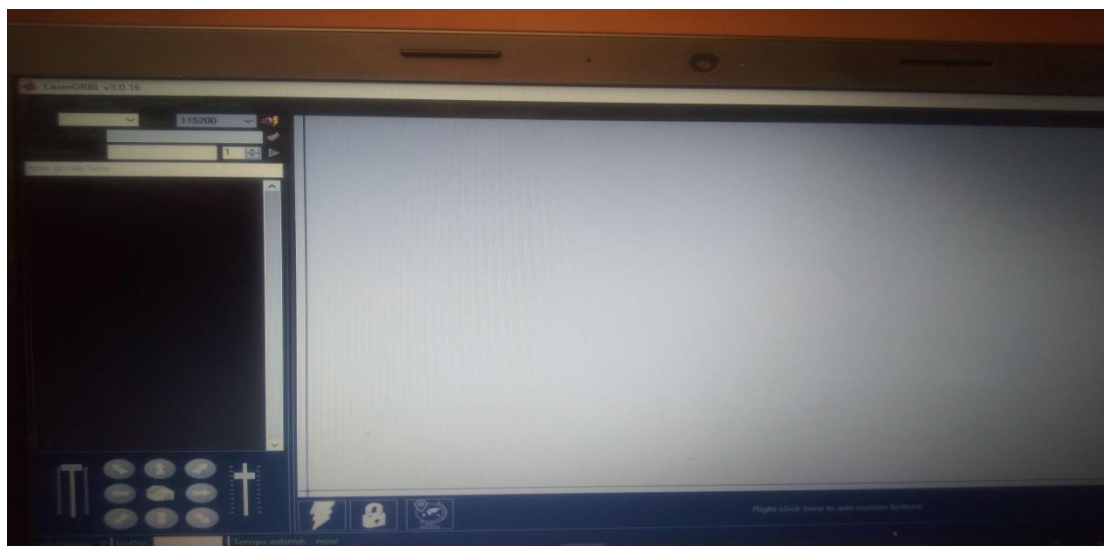


Figure III.7: interface de GRBL(originel).

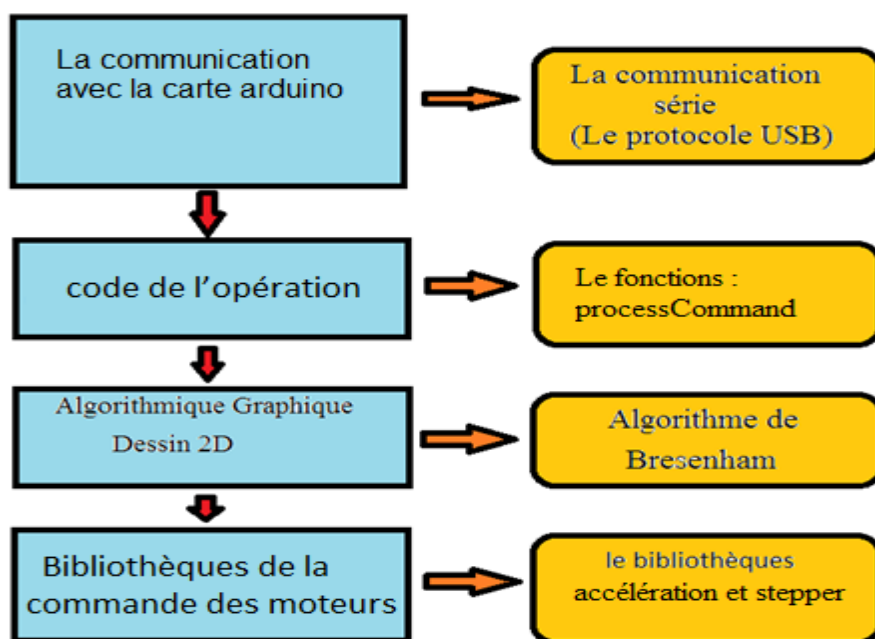


Figure III.8 Simplification résumée sur GRBL.

III.1. C'quoi Le grbl

GRBL est un logiciel pour contrôler le mouvement de machines qui font “des trucs”. Si le mouvement Maker était une industrie, GRBL en serait le standard.

Pour ceux qui font du fraisage et ont besoin d’un contrôleur simple pour leur système basé sur l’omniprésent Arduino. Ceux qui haïssent d’encombrer leur atelier avec un PC-Tour juste pour le port parallèle. Bricoleurs/Hackers qui veulent un contrôleur écrit en compact et modulaire C comme base de leur projet . [20]

III.2. Fonctionnalités

Il n'est bien sur carte propriétaire, mais de l'Open Source Arduino. Un Uno suffit, et le simple fait que toutes ces fonctionnalités "tiennent" dans cette mémoire ridiculement petite est complètement étonnant. La version actuelle, 1.1, est disponible sur Github ici. GRBL va évoluer vers l'utilisation d'un Atmel (Arduino Due) [21]

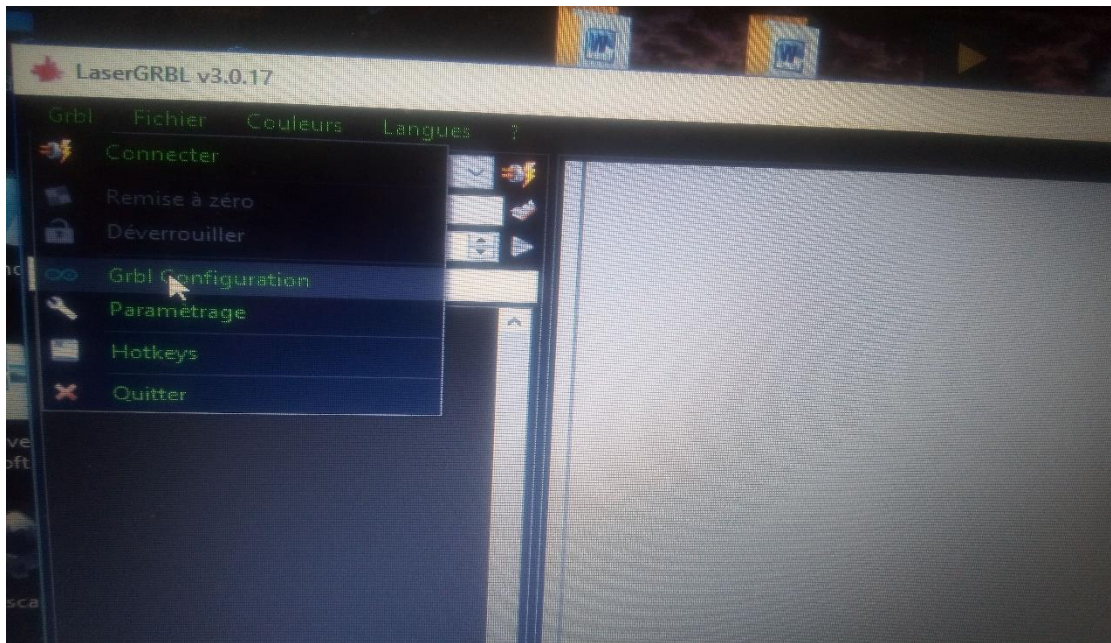


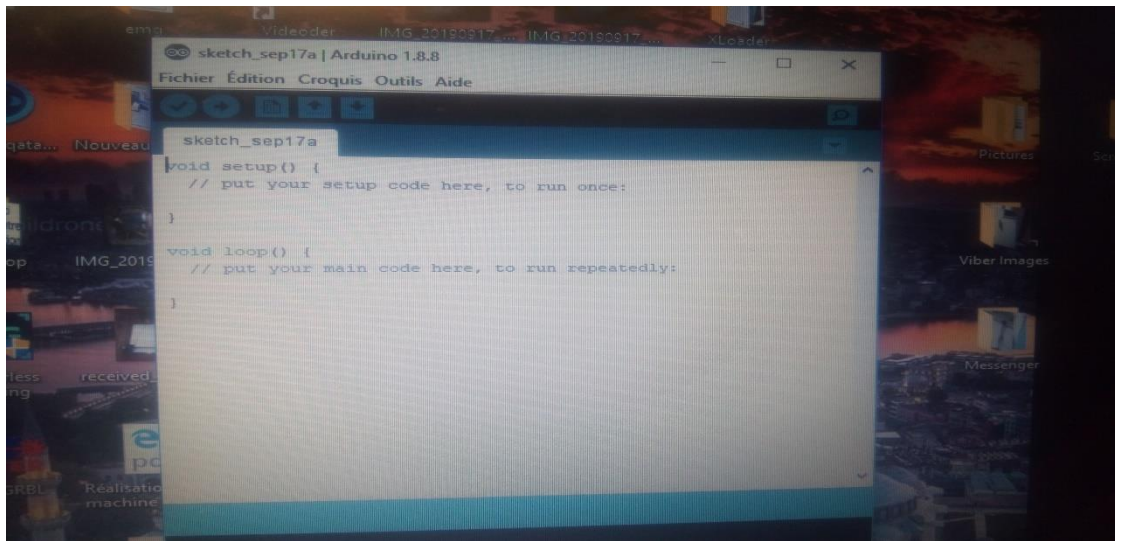
Figure III.9: configuration les paramètres des moteurs pas à pas sur GRBL(original).



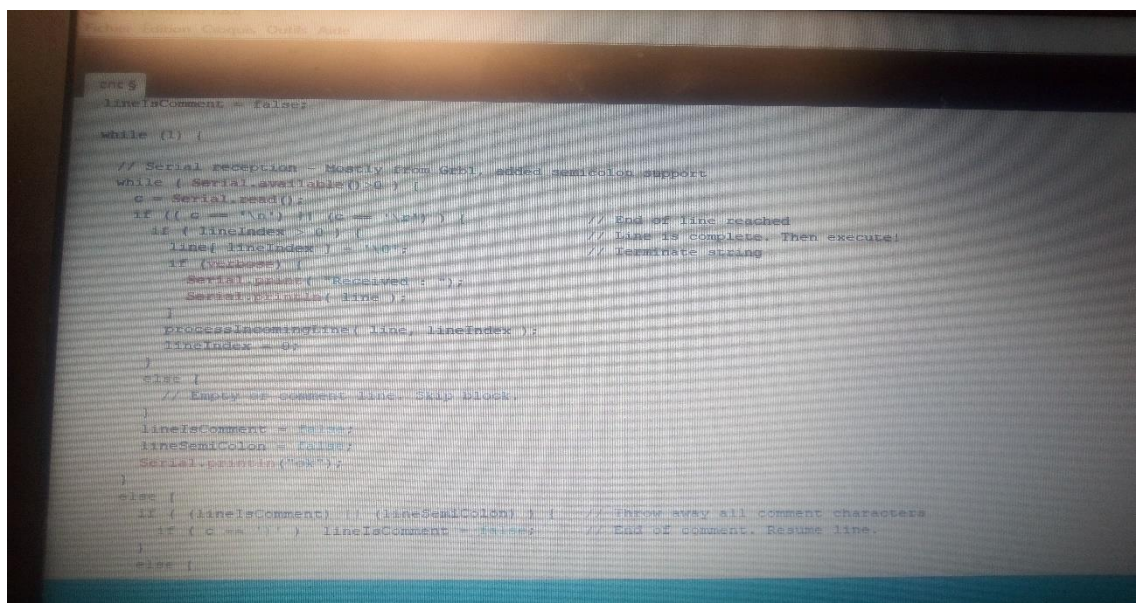
Figure III.10: résultat final.

III.3. Les étapes de fonctionnement

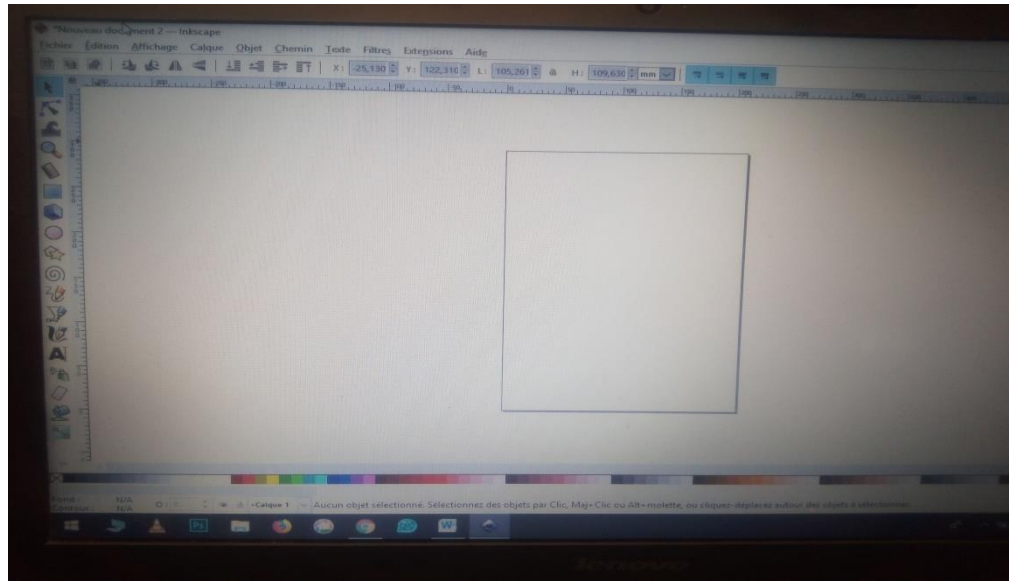
III.3.1. Ouvrir le programme Arduino.



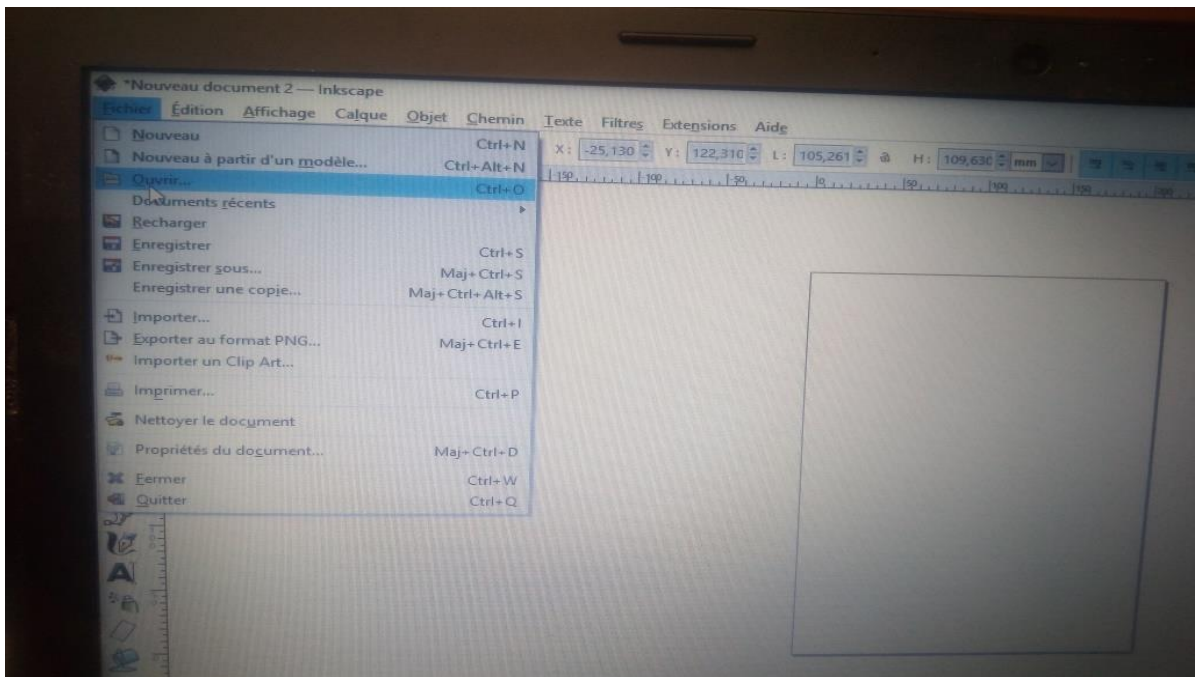
III.3.2. Ouvrir le fichier cnc et téléviser vers carte arduino

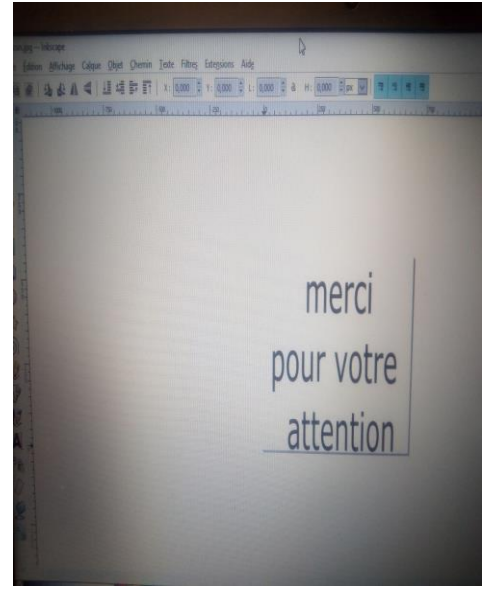
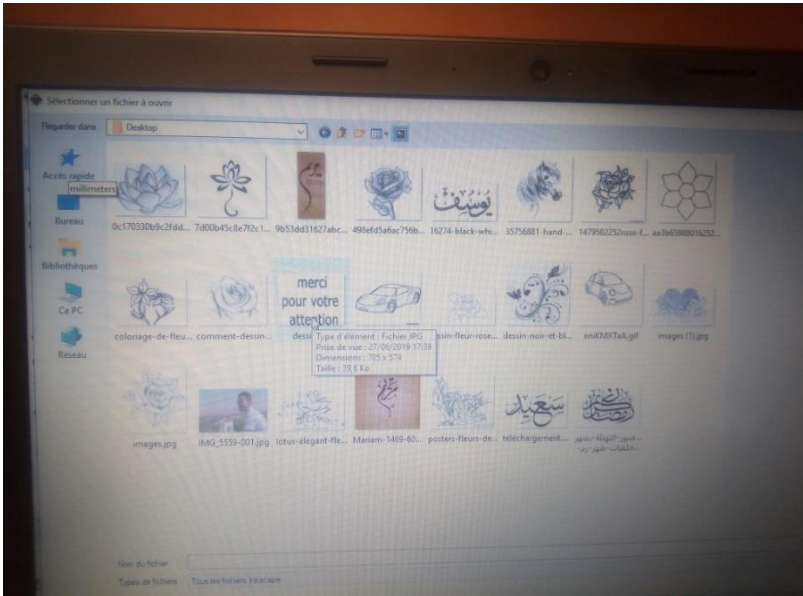


III.3.3. Ouvrir le programme inkscape

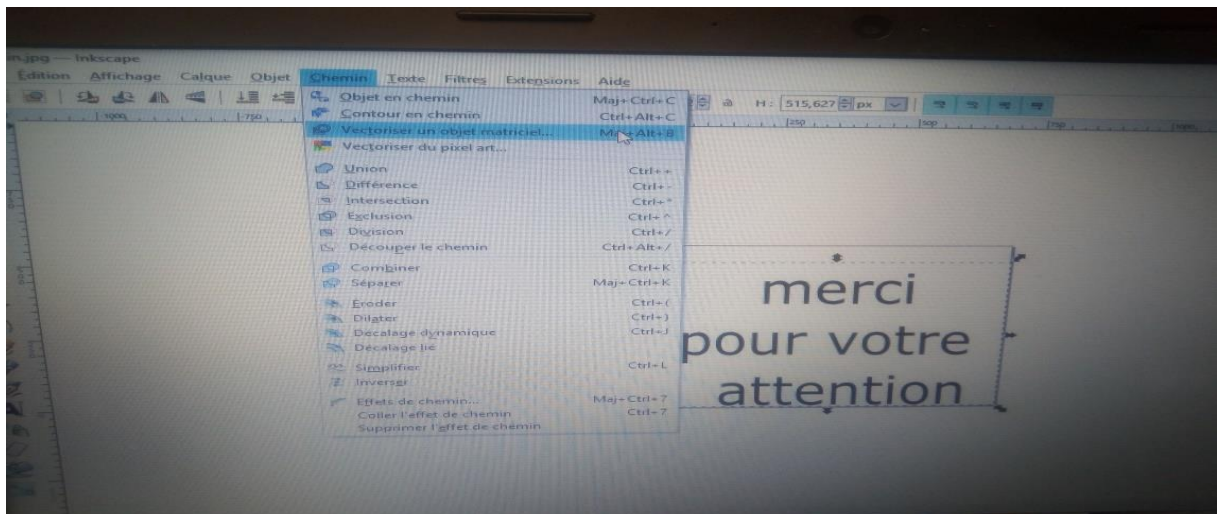


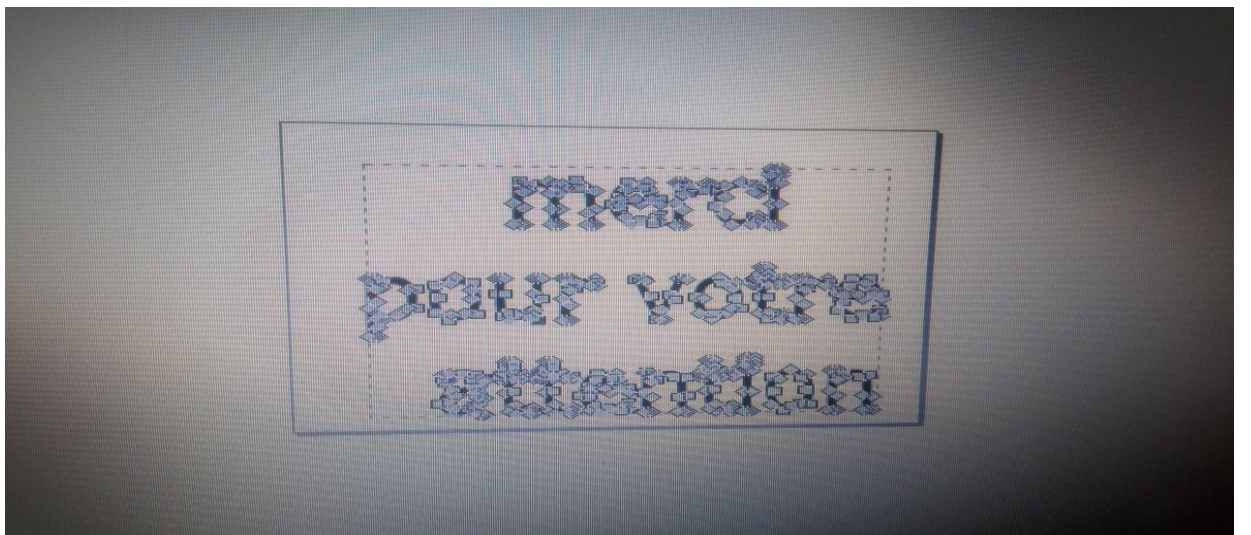
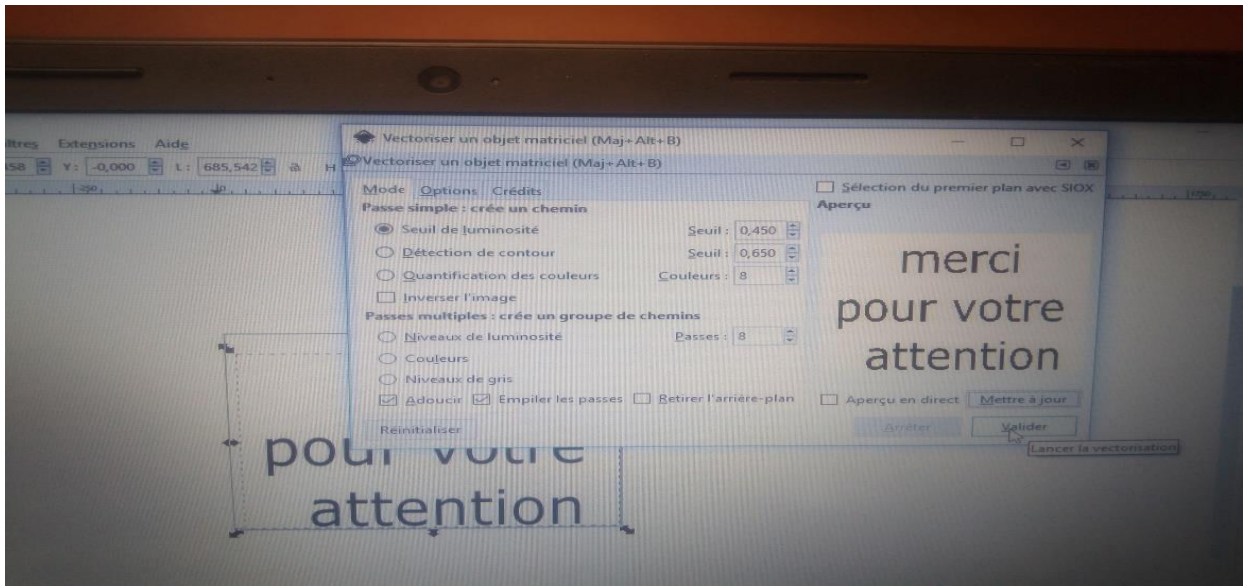
III.3.4. Sélectionner l'image



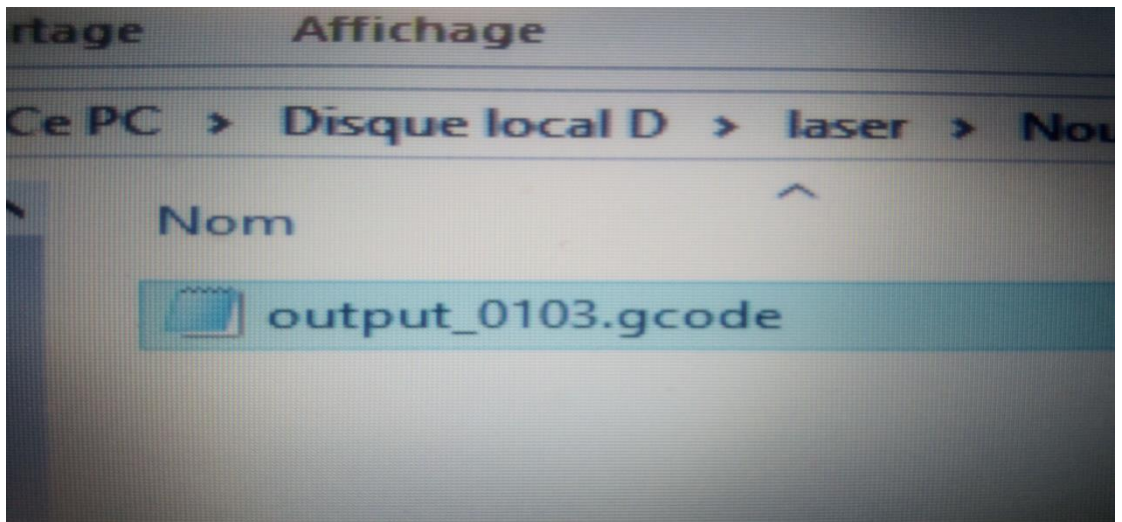
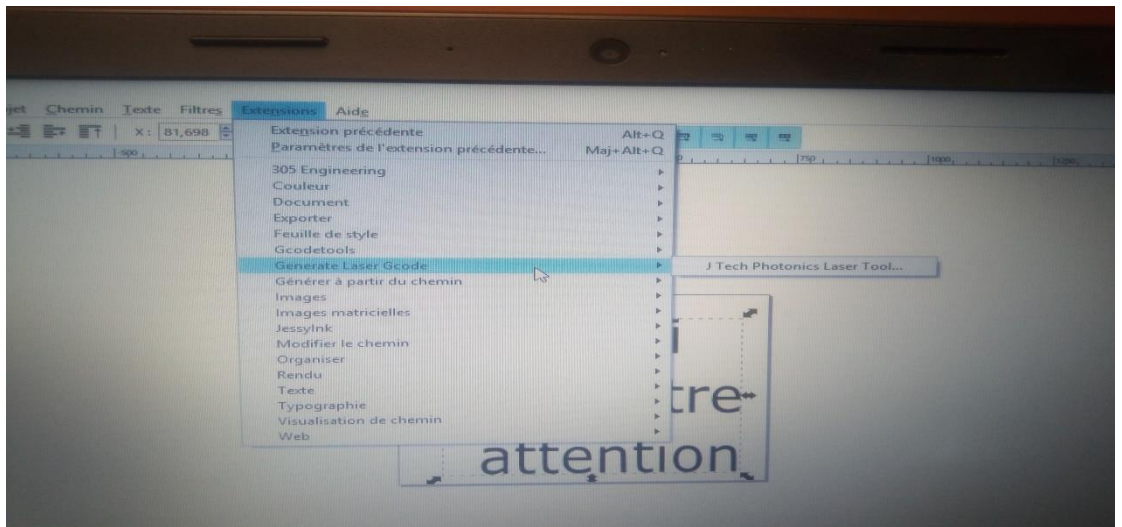


III.3.5. Vectoriser un objet matriciel

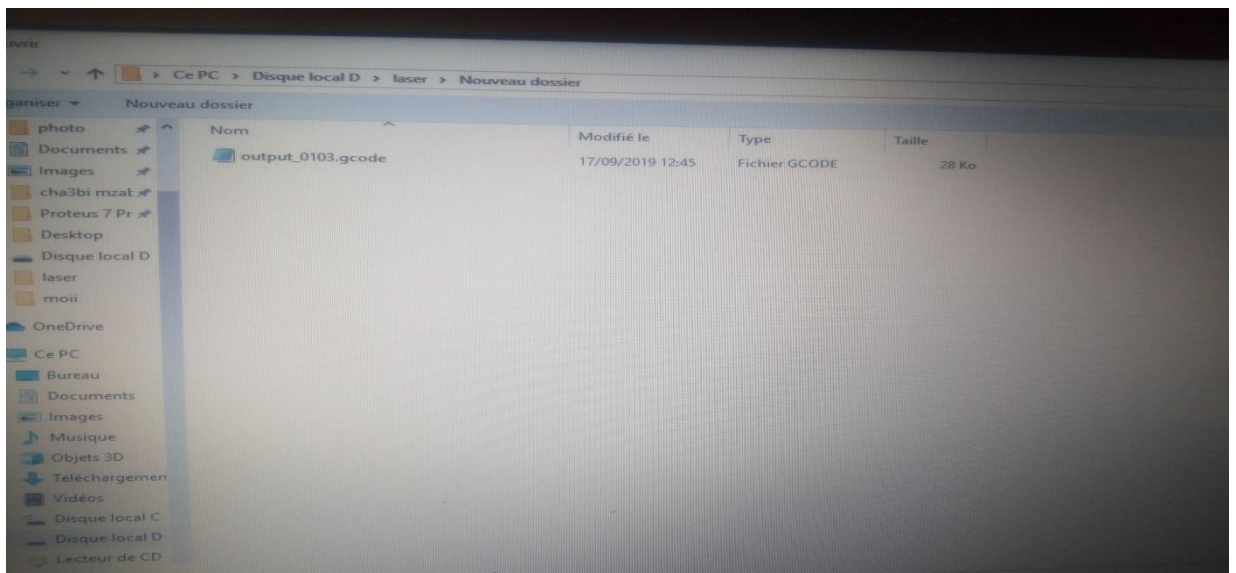




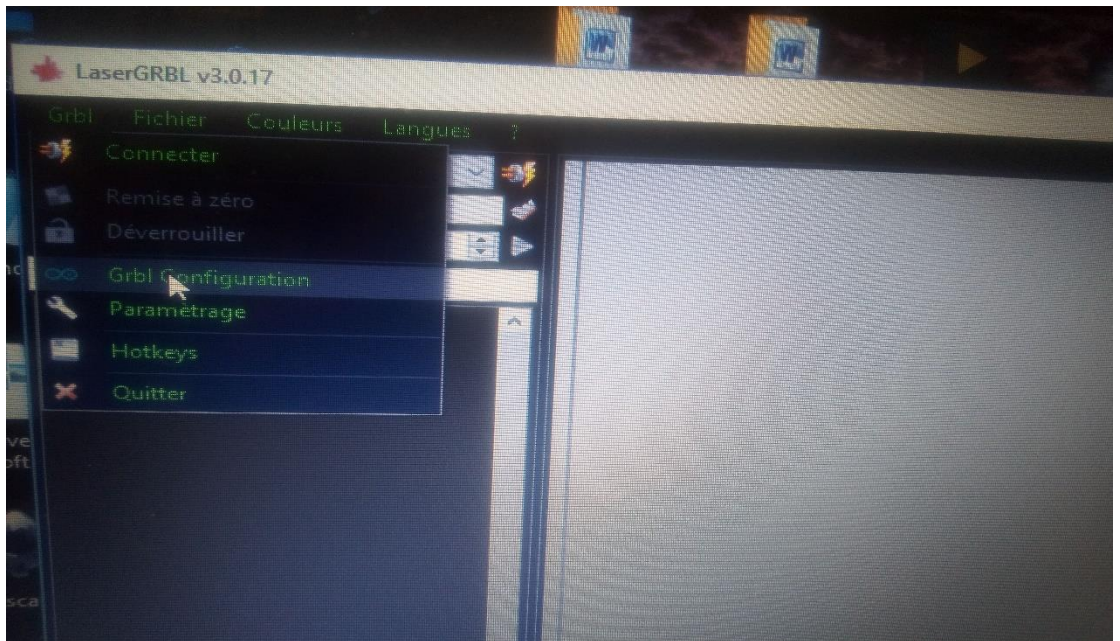
III.3.6. Convertir en laser G-code



III.3.7. Ouvrir le programme Laser Grbl et ouvrir le fichier G-code



III.3.8. Configuration les paramètre des moteurs (accélération, vitesse, les pas...)



III.3.9. Lancer le programme

| # | Parameter | Value | Unit | Description |
|-------|---------------------------------|----------|--------------|---|
| \$0 | Step pulse time | 10 | microseconds | Sets time length per step. Minimum 3usec. |
| \$1 | Step idle delay | 25 | milliseconds | Sets a short hold delay when stopping to let dynamics settle before next step. |
| \$2 | Step pulse invert | 0 | mask | Inverts the step signal. Set axis bit to invert. (000000XX) |
| \$3 | Step direction invert | 0 | mask | Inverts the direction signal. Set axis bit to invert. (000000XX) |
| \$4 | Invert step enable pin | 0 | boolean | Inverts the stepper driver enable pin signal. |
| \$5 | Invert limit pins | 0 | boolean | Inverts the all of the limit input pins. |
| \$6 | Invert probe pin | 0 | boolean | Inverts the probe input pin signal. |
| \$10 | Status report options | 3 | mask | Alters data included in status reports. |
| \$11 | Junction deviation | 0,010 | millimeters | Sets how fast Grbl travels through consecutive motions. Lower value is more accurate. |
| \$12 | Arc tolerance | 0,002 | millimeters | Sets the G2 and G3 arc tracing accuracy based on radial error. Smaller is more accurate. |
| \$13 | Report in inches | 0 | boolean | Enables inch units when returning any position and rate value that is not a simple integer. |
| \$20 | Soft limits enable | 0 | boolean | Enables soft limits checks within machine travel and sets alarm when violated. |
| \$21 | Hard limits enable | 0 | boolean | Enables hard limits. Immediately halts motion and throws an alarm when violated. |
| \$22 | Homing cycle enable | 0 | boolean | Enables homing cycle. Requires limit switches on all axes. |
| \$23 | Homing direction invert | 0 | mask | Homing searches for a switch in the positive direction. Set axis bit to invert. |
| \$24 | Homing locate feed rate | 25,000 | mm/min | Feed rate to slowly engage limit switch to determine its location. |
| \$25 | Homing search seek rate | 500,000 | mm/min | Seek rate to quickly find the limit switch before the slower locate. |
| \$26 | Homing switch debounce delay | 250 | milliseconds | Sets a short delay between phases of homing cycle to let a switch settle. |
| \$27 | Homing switch pull-off distance | 1,000 | millimeters | Retract distance after triggering switch to disengage it. Homing will not occur until this distance is reached. |
| \$100 | X-axis travel resolution | 6,300 | step/mm | X-axis travel resolution in steps per millimeter. |
| \$101 | Y-axis travel resolution | 6,300 | step/mm | Y-axis travel resolution in steps per millimeter. |
| \$102 | Z-axis travel resolution | 64,000 | step/mm | Z-axis travel resolution in steps per millimeter. |
| \$110 | X-axis maximum rate | 8000,000 | mm/min | X-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate. |
| \$111 | Y-axis maximum rate | 8000,000 | mm/min | Y-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate. |
| \$112 | Z-axis maximum rate | 500,000 | mm/min | Z-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate. |
| \$120 | X-axis acceleration | 500,000 | mm/sec^2 | X-axis acceleration. Used for motion planning to not exceed maximum rate. |
| \$121 | Y-axis acceleration | 500,000 | mm/sec^2 | Y-axis acceleration. Used for motion planning to not exceed maximum rate. |

III.3.10. Résultat final :



III.4. Conclusion

Ce chapitre est une étude générale du logiciel de commande graphique et le programme de commande de la machine CNC. L'ensemble des outils que nous avons mis au point ont pour la plupart été développés grâce au logiciel Inkscape, pour son utilisation simple et les nombreuses possibilités qu'il offre. La première étape de cette partie consiste en la lecture d'image pour la tracer et la génération fichier G code. Puis nous avons choisi logiciel G-code Sender pour transfert fichier G-code vers la carte Arduino Uno.

Conclusion générale

L'élaboration de ce travail dans le cadre du projet de la fin d'étude, nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques en électronique et d'acquérir une bonne expérience au niveau de la réalisation pratique .

Lors de cette manipulation, on a essayé de fournir l'automatisation de commande de trois moteurs pas à pas et applique à la machine CNC. Notre projet de fin d'étude consiste à détailler ainsi qu'à réaliser une carte électronique de commande de trois moteurs pas à pas. Ce projet m'a donné une meilleure idée sur la complémentarité entre le volet théorique et le volet pratique .

Dans la première partie, nous avons d'abord entamé qui est basée sur la présentation de la machine CNC. Cette partie est essentielle au fonctionnement des machines à commande numérique .

Dans la deuxième partie, nous avons fait une description sur les parties mécanique et électrique sur Mon, ainsi des conceptions pour réaliser pratiquement une machines-outils commande numérique.

Finalement, notre travail nous permis la réalisation pratique, et le test des différentes cartes assemblées, nous affirmons que nous avons achevé notre tâche demandée : la commande d'un prototype d'une machine de dessin 2D. L'avantage de notre commande est qu'elle est à la norme de la commande numérique des machines à 3 axes. Toutefois, elle peut être facilement exploitée pour ajouter une commande de troisième pour l'imprimante 3D et même un quatrième axe. Nous avons rencontré plusieurs problèmes durant la conception de la commande et la réalisation pratique (protocole de communication, couple des moteurs et leurs vitesses...), mais grâce à ce que nous avons appris durant nos études académiques et l'assistance de nos encadrants, nous avons pu confronter ces difficultés En fait, ce projet a été une source de découverte de plusieurs domaines d'études tel que l'informatique pour la programmation embarquée et le design des schémas électroniques, sans oublier le savoir-faire dans le domaine électronique qui consiste à réaliser pratiquement les circuits électroniques.

En perspective, plusieurs points sont à approfondir et ouvrent la voie à de nouveaux axes de travaux :

- ✓ Contrôle des autres axes (imprimante 3D).
- ✓ Application de la commande avec modèle intelligent.
- ✓ L'utilisation de la communication sans fils entre le système d'acquisition et le Programmation.

RESUME

Les machines à commande numérique sont devenues des moyens de productions incontournables dans l'industrie. Elles permettent des cadences de production importantes et facilitent l'obtention de surface complexe. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser des systèmes d'aide informatique spécialisé pour la conception et la fabrication assisté par ordinateur.

Dans notre travail, nous avons essayé de donner quelque notion fondamentale sur traceur multifonction, des moteurs pas à pas et une présentation de la CAO/FAO .

Une autre partie est consacrée au principe de fonctionnement de la machine CNC Ainsi, que les différents de moteurs pas à pas.

Dans la dernière partie, nous présentons les étapes de fabrication Machine CNC avec des exemples pratiques, ainsi, que les différents logiciels agissant sur la commande numérique et graveur laser.

Mots clés : Machine CNC, commande numérique, automatisme, électronique, Grbl, Gcode, moteur pas à pas.

ABSTRACT

Numerically controlled machines have become indispensable means of production in the industry. They allow high production rates and facilitate the obtaining of complex surface. For this, it is necessary to use specialized computer help systems for design and computer-aided manufacturing.

In our work, we tried to give some basic notion about multifunction plotter, stepper motors and a presentation of CAD / CAM.

Another part is devoted to the principle of operation of the CNC machine so that different stepper motors.

In the last part, we present the CNC machine manufacturing steps with practical examples, as well as the different software acting on the numerical control and laser engraver.

Key words: CNC machine, numerical control, automatism, electronics, Grbl, Gcode, stepper motor.

BIBLIGRAPHIE

- [1] Medane, mémoire de soutenance :SOUALMI Abdelmadjid etMEDDOUR," Conception et réalisation d'une machine à commande numériqueà trois axes" au sein de l'entreprise Denzer Technologies, BEJAIA: Université A .Mira – BEJAIA, 2018.
- [2] Mémoire dans l'université A.MIRA-BEJAIA: A. Fouillé Dunod, " la commande des machines-outils ", Histoire du Fer Bibliothèque de travail n 918.
- [3] Gillesprud'homme, 1995, «commandenumérique des machines
- [4] BENBEKHTI Ahmed, «Etude de réalisation d'un support pour affutage des forets sur une machine à commande numérique.» , master, Universite Abou Bekr Belkaid-Tlemcen 2013.
- [5] BENBEKHTI Ahmed, «Etude de réalisation d'un support pour affutage des forets sur une machine à commande numérique.» , , master, Universite Abou Bekr Belkaid-Tlemcen: <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/3808/1/msgm2.pdf>, 2013..
- [6] BELLOUFI Abderrahim, Université Kasdi Merbah Ouargla., <https://elearn.univ-ouargla.dz/2013-2014/courses/MOCN/.../CHAPITREIV.pdf>: «Machines-outils à commande numérique», Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 2010.
- [7] Patrick BLAIN, technique de l'ingénieur (CAO et méthodologie de conception)., Document B 2 810.
- [8] <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/12335/1/Ms.GM.Bekkaye.pdf>
- [9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Fabrication_assist%C3%A9e_par_ordinateur /12/06/2019 à 01:25
- [10] https://edutechwiki.unige.ch/fr/D%C3%A9coupe_et_gravure_laser.
- [11] <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/decoupe-laser-definition/>.
- [12] Mr RAHOU Mohamed, cours, Module « ATELIER I et II », DEUXIEME ANNEE EPST,92014, . (Mars 2014)..
- [13] <http://help.solidworks.com/2017> à 22:63/25/06/2019.
- [14] www.cnc-book.com/7077-les-langages-cn.html.
- [15] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Traceur_\(informatique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Traceur_(informatique)).
- [16] C. Tavernier, « Arduino Maitrise sa programmation et ses cartes d'interface>>, DUNOD, paris 2011,.
- [17] <http://www.ELECTRONIQUEPRATIQUE.com>.à 23:63/25/06/2019.
- [18] <http://arduino.cc/en/Main/AruiinoBoardMega2560>.
- [19] <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/decoupe-laser-definition/>.