

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences Appliquée

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et Productique

Présenté par :

BOUTAYEB SALAH

BENLAMOUDI TALEB MOHAMMED

FABRICATION D'UN MOULE POUR INJECTION PLASTIQUE PAR CNC

Soutenu Publiquement Le : / 06 / 2021

Devant le jury :

Dr F Bentaleb

president

UKM Ouargla

Dr A Khair Eddine

Examineur

UKM Ouargla

Dr M S Bennouna

Encadreur

UKM Ouargla

Année universitaire: 2020/2021

Remerciement

Tout d'abor, je remercie le bon dieu qui ma donné la force et la patience pour terminer mes études.

Nous remercions notre Encadreur, Dr. Bennouna Mohammed Salah, pour son assistant à l'Université d'Ouargla.

Pour orienter, à sa patience, et à son expérience qui a une contribution

Significative à ce travail, et pour nous guider vers la bonne voie.

Une salutation spéciale à son personnage.

Nous remercions également DJOUDJ CHAHRAZAD pour son aide Une salutation animée pour l'aider.

A tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin, f'exprime ici notre sincère gratitude et merci à eux...

Merci.

TALEB MOHAMMED ET SALAH

Dédicace

***Je dédie ce travail aux être les plus chère a moi dans
ce monde :***

Mes parents

Mes frères

Mes amis

Liste d'abréviation :

CN : command numérique.

CNC : commande numérique par.

Calculateur Cpm : copeau minimum.

DCN : direct commande numérique.

FAST : Fonction System Analysais Technique.

ISO : International Standard Organisation.

MOCN : machine à commande numérique.

N : vitesse de rotation.

Ra : la rugosité arithmétique.

Vc : vitesse de coupe.

Listes des figures :

Chapitre I:

Figure 1 : Les étapes du procédé d'injection-moulage.

Figure 2 : Principe de la presse d'injection.

Figure 3 : Schéma d'une presse à injection de plastique.

Figure 4 : Unité d'injection.

Figure 5 : L'unité de verrouillage.

Figure 6 : Les types d'Unité de verrouillage.

Figure 7 : Architecture d'une vis Injection plastique.

Figure 8 : vis pour matière amorphe.

Figure 9 : Vis pour matière semi-cristalline.

Figure 10 : Les différentes parties d'un moule d'injection plastique.

Figure 11: Moule à deux plaques.

Figure 12 : moule à trois plaques.

Figure 13 : moule à tiroir.

Figure 14 : moule à canaux chauds.

Figure 15 : moule multi empreintes alimentation mixte.

Figure 16 : les différents types de canaux d'alimentation.

Figure 17 : Pièce.

Figure 18 : les positions de plan de joint.

Chapitre II:

Figure 1: mode de programmation G90 et G91 d'un fraisage.

Figure 2: les éléments de la partie opérative.

Figure 3: Fraisage par axiale.

Figure 4: Opération de contournée.

Figure 5: Nomenclature des axes.

Figure 6: Origines en fraisage.

Figure 7: Origines mesure.

Figure 8: Origines en tournage.

Figure 9: point de référence.

Figure 10: référence tourelle.

Figure 11: structure d'un programme CN.

Figure 12: format de bloc.

Figure 13: format d'un mot.

Figure 14: structure d'un programme ISO.

Figure 15: Les fonctions de programmation de G00 et G01.

Figure 16: Les fonctions de programmation de G02 et G03.

Figure 17: mode de programmation G90 et G91 d'un tournage.

Figure 18: mode de programmation G90 et G91 d'un fraisage.

Liste des tableaux :

Chapitre I :

Tableau I-1 : Les avantages et les inconvénients de chaque type des canaux.

Chapitre II :

Tableau II-1 : Tableau des fonctions préparatoires G.

Tableau II-2 : Tableau des Fonctions auxiliaires logiques M.

Tableau II-3 : Autres fonctions.

SOMMAIRE

INTRODUCTIN GENERALE	1
Chapitre I : INJECTION PLASTIQUE	2
1 Introduction.....	3
2 Le procédée d'injection plastique.....	4
2.1 Définition.....	5
2.2 Principe de l'injection plastique	6
2.3 Les étapes du procédé.....	7
3 Les machines utilisées en injection plastique.....	8
3.1 La presse à injecter.....	9
3.2 Fonctionnement d'une presse à injection et de ses équipements périphériques.....	10
3.3 Les différentes parties d'une presse à injection	11
3.3.1 Unité d'injection.....	12
3.3.2 Unité de verrouillage.....	13
4 La vis de plastification	14
5 Différents types des presses d'injection plastique.....	15
5.1 Presse à injection plastique horizontal.....	16
5.2 Presse à injection plastique vertical.....	17
6 Le moule.....	18
6.1 Définition.....	19
6.2 Les différents familles des moules.....	20
7 Les différents types de canaux d'alimentation et leurs usinages associés.....	21
7.1 Section du canal.....	22
8 Le direction de démoulage	23
9 Le plan de joint	24
10 Retrait.....	25
11 conclusions	26
12 Références	27

Chapitre II : Notions sur la commande numérique

1	Introduction	4
2	Définition CN	4
3	La machine outil à commande numérique (MOCN)	4
3-1	Définition	4
3-2	Les parties des machines à commande numérique	5
3-2-1	la partie commande.....	5
3-2-2	La partie pratique (opérative)	5
4	Classification des MOCN	6
4-1	Classification par nature de commande.....	6
4-1-1	Commande numérique par ordinateur (CNC).....	6
4-1-2	Commande numérique direct (DNC).....	6
4-2	Classification par mode de fonctionnement	6
4-2-1	Commande numérique point à point.....	6
4-2-2	Commande numérique par axiale	7
4-2-3	Commande numérique de contournage.....	7
5	Domaine d'utilisation de MOCN.....	7
6	Préparation de travail	8
7	Programmation	8
7-1	Généralité	8
7-2	Référentiel de programmation et système d'axes	8
7-2-1	Nomenclature des axes.....	8
7-2-2	Origines et références	9
7-2-2-1	Fraisage.....	9
7-2-2-2	Tournage.....	10
7-3	Création d'un programme CN.....	11
7-3-1	Préparer le dessin de la pièce.....	11
7-3-2	Définir le déroulement des opérations d'usinage.....	11

7-3-3 Définir la gamme de fabrication	11
7-4 Structure d'un programme CN	12
7-4-1 Format de bloc	12
7-4-2 Format d'un mot	13
7-5 Structure d'un programme ISO	13
7-5-1 Mode de programmation	13
7-5-2 l'interpolation linéaire et circulaire.....	14
7-5-3 Commande de la broche.....	16
7-5-3-1 Rotation	16
7-5-3-2 Vitesse.....	16
7-5-4 Mode d'avance.....	16
7-6 . Les principales fonctions.....	17
7-6-1 . Les fonctions préparatoires G.....	17
7-6-2 . Les fonctions auxiliaires logiques M.....	18
7-6-3 . Autres fonctions.....	19
8. Quelques exemples sur les fonctions	19
8-1 . Interpolation linéaire	19
8-2 . Interpolation circulaire	20
8-3 . Programmation absolue et relative.....	20
9. Avantages et inconvénients liés aux MOCN.....	21
10. Conclusion.....	22
11. Références... ..	22

Chapitre III : Etude de la fabrication d'un moule pour injection plastique pour CNC

III. 1 Introduction.....	44
III.2 Etude de la fabrication.....	44
Calculs de brute nécessaire pour la fabrication de moule	44
III. 3 Analyses chronologiques de fabrication	46
A) Partie fixe.....	46
B) Partie mobile.....	58
III. 4 Conclusions.....	88

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'industrie mécanique représente un secteur très important dans l'économie d'un pays. Elle est l'une des contraintes au progrès et au développement, C'est le niveau d'évolution de la modernité d'une nation.

La fabrication mécanique occupe une grande partie dans le développement industriel, elle participe à l'amélioration des performances des moyens de production locaux.

La nouvelle stratégie industrielle mondiale est basée sur la haute technologie et la modernité acquise par les grands constructeurs internationaux.

L'Algérie comme les autres pays du monde, a besoin de construire une base industrielle suffisante pour rattraper le retard dans ce domaine qui compte chaque jour des avancées extraordinaires. Les techniques d'usinage existent et sont de plus en plus performantes et cependant, l'application des principes de la mécanique reste la technique la plus intéressante dans la conception et la fabrication des différentes pièces. C'est dans cette optique que s'inscrit notre formation de master en fabrication mécanique et productique.

A travers de cette étude, nous intéressons à la fabrication d'un moule pour injection de plastique destiné à la réalisation d'un boîtier de commande des vitres électriques d'une voiture.

L'objectif de notre travail est la modélisation du moule pour injection avec ses différentes parties sous Solidworks et l'étude de fabrication des parties (mâle et femelle) contenant l'empreinte permettant l'obtention de boîtier de commande.

Pour mener ce travail, nous avons commencé par un aperçu général sur l'injection plastique.

Ensuite le deuxième chapitre montre une présentation sur le sujet de CNC.

Le troisième chapitre présente en détail les étapes de fabrication du dispositif et la gamme d'usinage des empreinte sur machine outil à commande numérique à l'aide du logiciel Cam Works avec la gamme d'usinage (fraisage, perçage).

Le mémoire est clôturé par une conclusion générale.

CHAPITRE 1

L'injection Plastique

I.1 Introduction

Le procédé d'injection plastique occupe une place particulière par rapport aux autres procédés de mise en forme des matières plastique, il transforme le quart des produits en plastique et exploite la totalité des ressources.

Pour obtenir une pièce par injection plusieurs ressources sont utilisées, outre le personnel qualifié pour des opérations de réglages, contrôle et suivi , on trouve les presses d'injection plastique, qui peuvent être horizontale, verticale, bi-vis ou des presses spéciales, enfin le moule qui constitue le composant de base puisqu'il offre à la matière la forme de la pièce voulue.

Dans ce qui suit on tente de développer le procédé de l'injection plastique et les matériaux à injecter ainsi que les matériaux utilisés pour l'outillage (moule) et leurs éléments constitutifs.

I.2 Le procédé d'injection plastique

2.1 Définition

Le procédé injection est destiné à produire très rapidement des objets en très grandes quantités. Cette technique permet d'obtenir en une seule opération des pièces finies en matière plastique, de formes complexes, dans une gamme de poids allant de quelques grammes à plusieurs kilogrammes. [1]

2.2 Principe de l'injection plastique

La matière, en granulés, ramollie par la chaleur est injectée dans un moule sous forte pression. Après refroidissement ces moules permettent la réalisation d'objets de dimensions et formes variables, ainsi que de pièces techniques très complexes et de grandes précisions. [1]

2.3 Les étapes du procédé

Le procédé d'injection se déroule en cinq étapes :

- **Étape 1 (a)** : la phase de dosage. Les granulés de polymère tombent depuis une trémie dans un ensemble vis-fourreau. Ils sont ensuite fondus progressivement par actions conjuguées des colliers chauffant le fourreau, du cisaillement de la matière, provoqué par la rotation de la vis et la friction des granulés (entre eux et contre les parois du fourreau et de la vis). La matière fondue est alors convoyée en avant de la vis (via un clapet anti-retour), dans l'espace créé par le recul progressif de cette dernière lors de sa rotation.

- **Étape 2 (b)** : la phase d'injection. Grâce à un mouvement de translation de la vis, le polymère fondu est transféré du réservoir à un moule via des canaux. Ce mouvement de translation est généré par un vérin, à travers le clapet anti-retour qui, dans cette phase, empêche la matière de rebrousser chemin.
- **Étape 3 (c)** : la phase de compactage. Le moule est composé de deux parties, une fixe et une mobile. Durant le compactage, le moule est maintenu sous pression pour rester fermé, pendant que la matière est compactée par la vis. Pendant cette phase, le polymère fondu continue à être injecté pour compenser le rétrécissement, ou retrait, de la matière qui refroidit.
- **Étape 4 (d)** : la phase de refroidissement. Lorsque le polymère est entièrement figé au niveau du ou des seuils d'injection, il n'est plus nécessaire d'appliquer une pression de maintien, et la pièce continue de se refroidir jusqu'à ce qu'elle soit complètement solidifiée. La vis reprend son cycle de rotation à l'étape 1.
- **Étape 5 (d)** : la phase d'éjection. Le moule s'ouvre, et la pièce formée est éjectée du moule. [2]

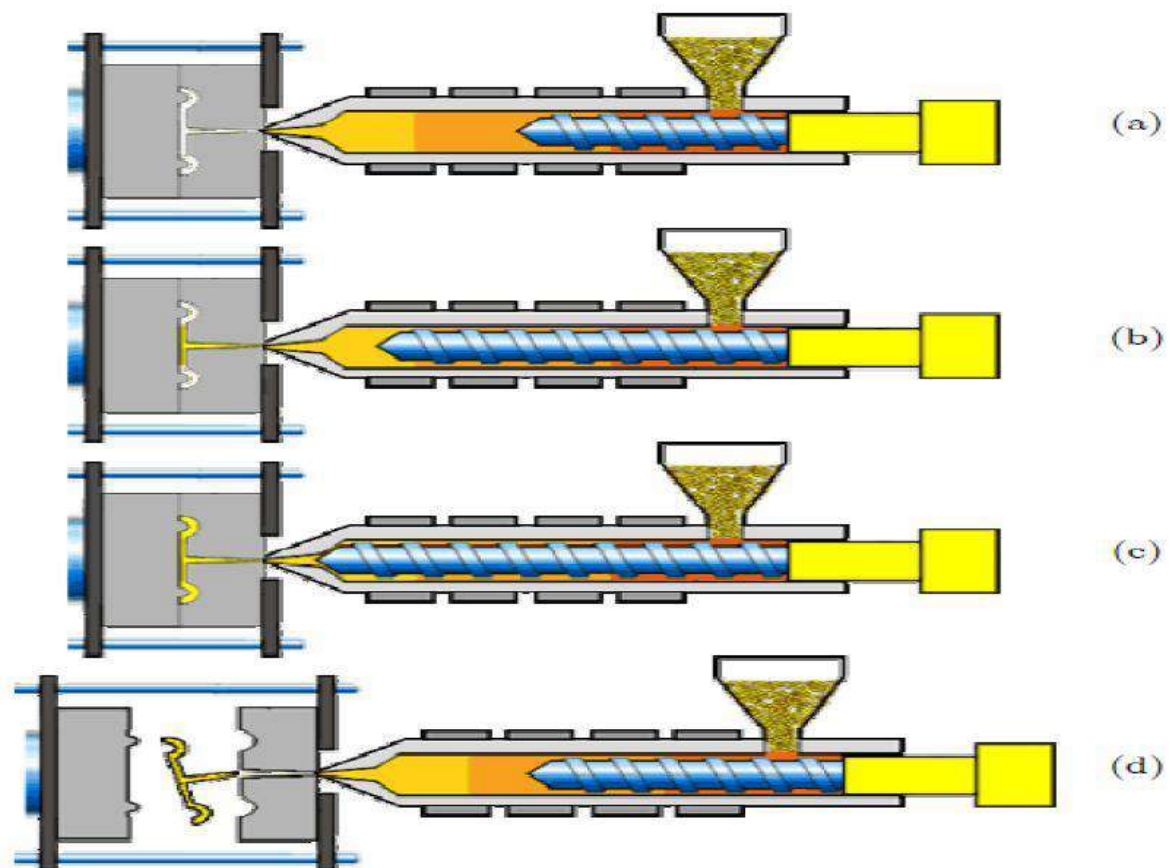


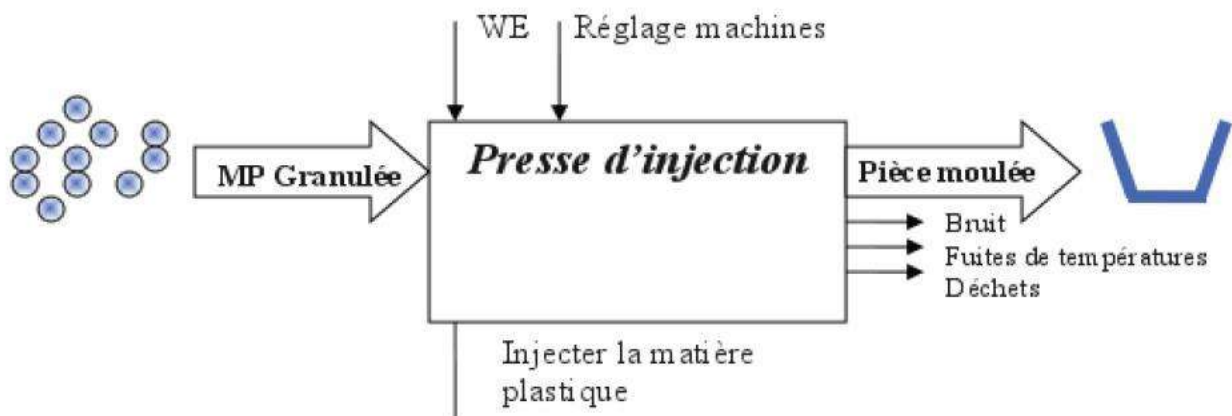
Figure I.1. Les étapes du procédé d'injection-moulage [2]

I.3 Les machines utilisées en injection plastique

Les machines employées en injection plastique sont des presses à injecter. Elles sont utilisées pour des productions de grandes et très grandes séries allant jusqu'à plusieurs milliers de pièces. Les matériaux principalement employés sont les plastiques et les élastomères, ainsi que des métaux comme l'aluminium et le laiton. [2]

3.1 La presse à injecter

La presse d'injection est une machine qui permet d'obtenir des pièces en plastique injecté sous pression dans un moule (monté sur la presse). L'injection du plastique se fait généralement à haute pression et à température supérieure à la température de transition vitreuse la température se ramollit. A cet état la matière n'est plus solide mais n'est pas aussi liquide. Elle est à l'état visqueux entre les deux états liquide et solide. La matière peut être injectée dans le moule et la matière plastique prend la forme de l'empreinte du moule. Après refroidissement, la pièce est éjectée du moule. Le refroidissement se fait par circulation d'eau froide dans le circuit de refroidissement du moule. [2]



Principe de la presse d'injection

Figure I.2 Principe de la presse d'injection [2]

3.2 Fonctionnement d'une presse à injection et de ses équipements périphériques

La figure suivante illustre une presse à injection de plastique et ses principaux composants.

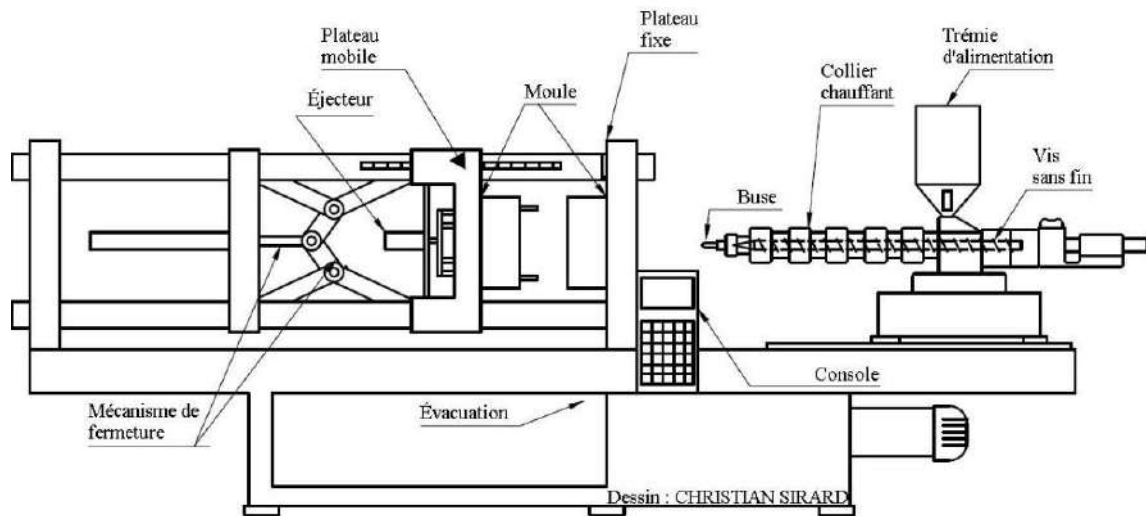


Figure I.3 Schéma d'une presse à injection de plastique. [6]

Une presse à injection de plastique fonctionne généralement de la manière suivante:

La trémie est alimentée en granules de plastique, manuellement ou par un système automatisé. Les granules sont acheminées par gravité, via une goulotte d'alimentation, dans le baril d'injection contenant la vis sans fin. Le plastique est fondu par apport de chaleur dans l'unité d'injection (température pouvant atteindre 200°C [7, 8]) et la matière se déplace dans le baril d'injection grâce à la vis sans fin. Cette vis, en translatant vers le moule, sert aussi de piston pour injecter le plastique fondu sous pression dans les empreintes du moule fermé, à travers la buse communiquant avec un orifice de la partie fixe du moule installée sur le plateau fixe.

Les empreintes ont une température pour permettre de refroidir le plastique fondu injecté et de le solidifier. Durant le refroidissement des pièces, la vis sans fin translate vers la trémie pour se charger en granules et se préparer pour la prochaine injection. Après un délai prédéterminé laissant aux pièces le temps de se solidifier, le moule s'ouvre. Une fois le moule ouvert, les éjecteurs sortent pour extraire les pièces moulées ou les décoller afin de faciliter leur extraction par un robot (équipement périphérique). Une fois les pièces extraites, le mécanisme de fermeture génère le mouvement de fermeture du plateau mobile : la partie mobile du moule se rabat sur sa partie fixe, c'est la fermeture du moule. Le moule fermé est donc prêt à recevoir l'injection de plastique fondu et le cycle reprend. [3]

3.3 Les différentes parties d'une presse à injection

3.3.1 Unité d'injection

L'unité d'injection est responsable de l'échauffement et de l'injection de la matière du polymère dans un moule, la première partie de cette unité est appelée trémie, elle est constituée de façon à contenir une grande quantité de granulés du polymère, pour le fonctionnement de la trémie ; on entame un premier processus de l'opération et qui consiste à alimenter la machine en matière première, une fois le mécanisme de ce système enclenché on chauffe la matière jusqu'à liquéfaction du polymère. On assure ensuite l'injection du polymère « liquéfié ».

La poussée de la matière est réalisée par un arbre filtré appelle vis avec des gradations de diamètre pour chaque longueur importante, ce dernier aide l'augmentation de la force de poussée de la matière jusqu'au seuil d'injection. [4]

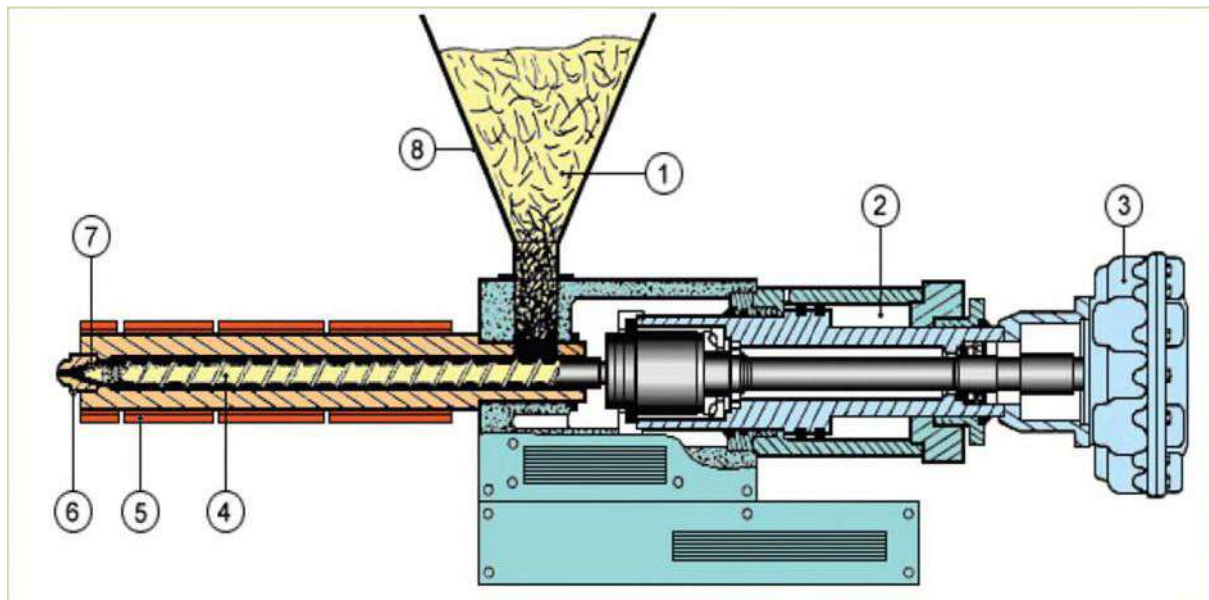


Figure I.4. Unité d'injection. [4]

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1-Granulés. | 5- Foureux chauffant. |
| 2-Vérin d'injection. | 6- Buse d'injection. |
| 3-Moteur de d'alimentation. | 7- Clapet. 8- Trémie. |
| 4-Vis sans fin. | |

3.3.2 Unité de verrouillage

Ce dispositif de manœuvre des plateaux porte moule doit assurer l'ouverture, la fermeture et le verrouillage du moule avec une force suffisante pour s'opposer à l'ouverture du moule pendant l'injection. Les fonctions principales de l'unité de fermeture sont :

- Fermeture
- Verrouillage
- Déverrouillage
- Ouverture
- Ejection

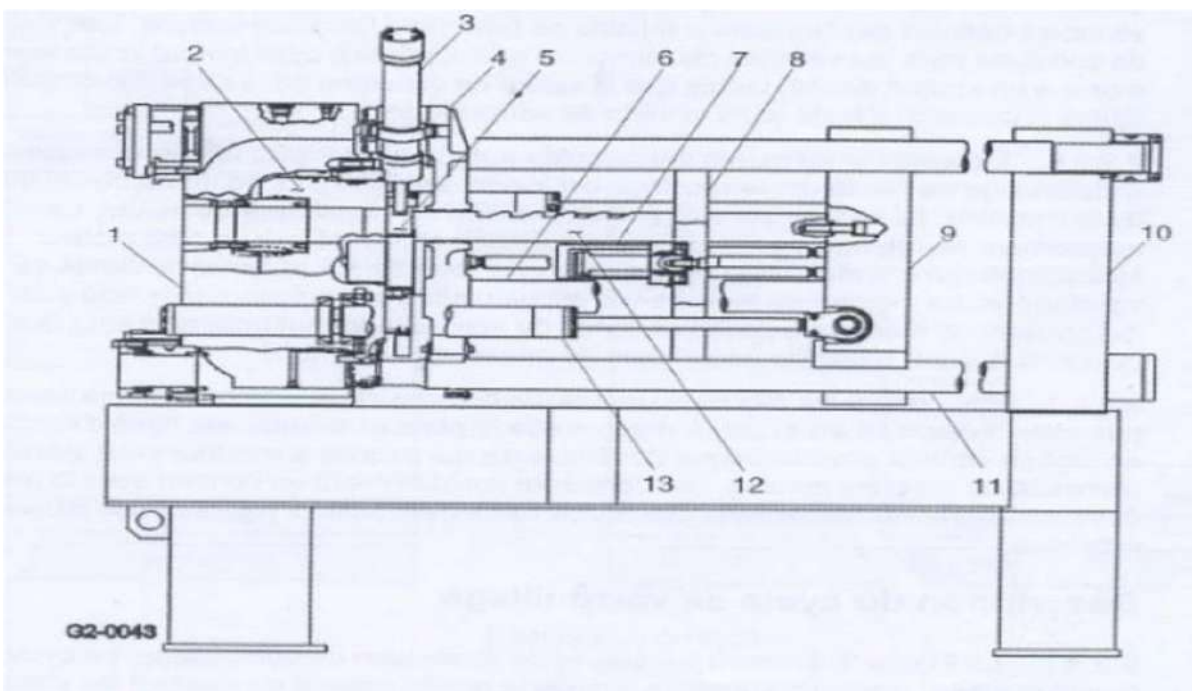


Figure I.5. L'unité de verrouillage.[4]

- 1-carter de vérin de verrouillage.
- 2-piston de l'unité de verrouillage.
- 3-cylindre de dispositif de fermeture.
- 4-carter de dispositif de fermeture.
- 6- dispositif de fermeture.
- 7- colonne de verrouillage de sécurité.

Généralement Il y a trois types de fermeture d'unité de verrouillage :

- **Fermeture mécanique**

Bien que les mouvements sont assurés par un vérin, elle est appelée mécanique, car l'effort de verrouillage est assuré par les genouillères sur certaine presse lorsque le point d'alignement est dépassé, on peut couper la pression dans le vérin et l'ensemble reste stable.

- **Fermeture hydraulique**

Ce type de fermeture ne fait appel à aucun mouvement mécanique. Ceux- ci sont réalisés par des mouvements hydraulique à l'aide d'un gros vérin central qui a pour but de faire l'approche du plateau mobile jusqu'au plateau fixe, et d'un vérin plus petit qui assure le verrouillage dans la phase final de la fermeture.

- **Fermeture mixte**

Est un compromis entre la fermeture hydraulique et la fermeture mécanique, en effet les mouvements d'ouverture et de fermeture se font uniquement par des genouillères, tandis que le verrouillage est assuré par un ou des vérins hydraulique. [4]

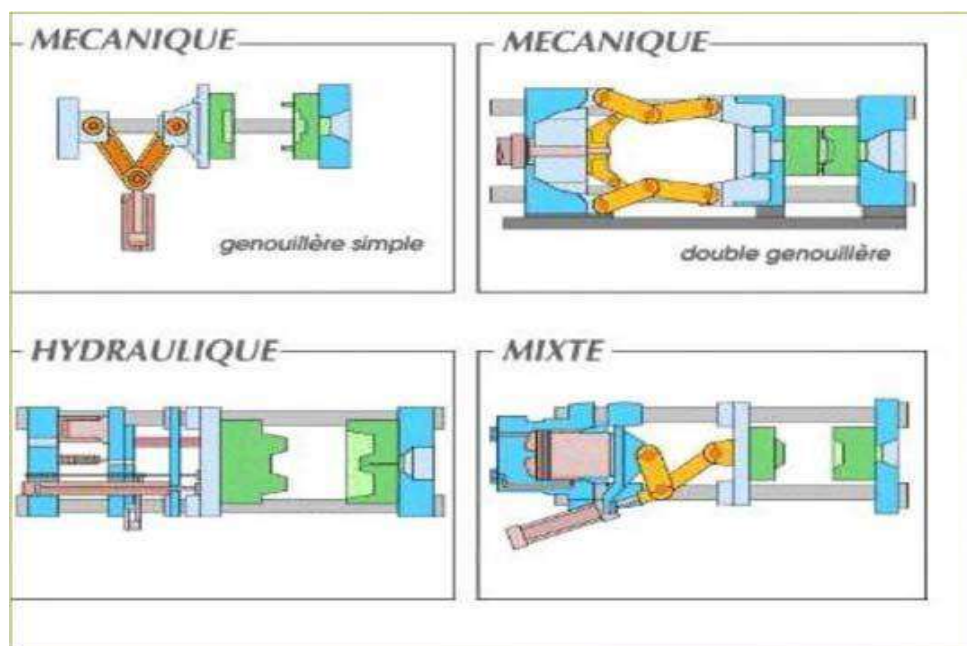


Figure I.6. Les types d'Unité de verrouillage. [4]

I.4 La vis de plastification

C'est l'élément le plus important de la presse à injecter. Le but étant de plastifier une matière sans lui faire perdre de ses caractéristiques au moment du passage en fusion. Elle assure deux fonctions essentielles :

- Transport et plastification de la matière.
- Injection sous pression de la masse fondue dans le moule.

Elle est composée de 3 zones :

- **Zone d'alimentation :**

Alimenter et transporter les granulés à l'intérieur du cylindre.

Dans cette zone, la profondeur des filets de la vis est importante, et reste constante.

- **Zone de compression**

On diminue progressivement la profondeur des filets. On comprime et on cisaille la matière. La conjugaison friction + apport calorifique des résistances chauffantes provoque la fusion des granulés

- **Zone d'homogénéisation**

Dans cette zone, la profondeur redevient constante, ce qui permet d'homogénéiser la masse de Matière fondue et de bien mélanger les additifs.

Les longueurs de ces différentes zones et leur profil peut être différent, On retrouvera:

- Vis à profil pour matières amorphes.
- Vis pour matières semi-cristallines.
- Vis pour matières spécifiques (sans clapet pour PVC rigide). [4]

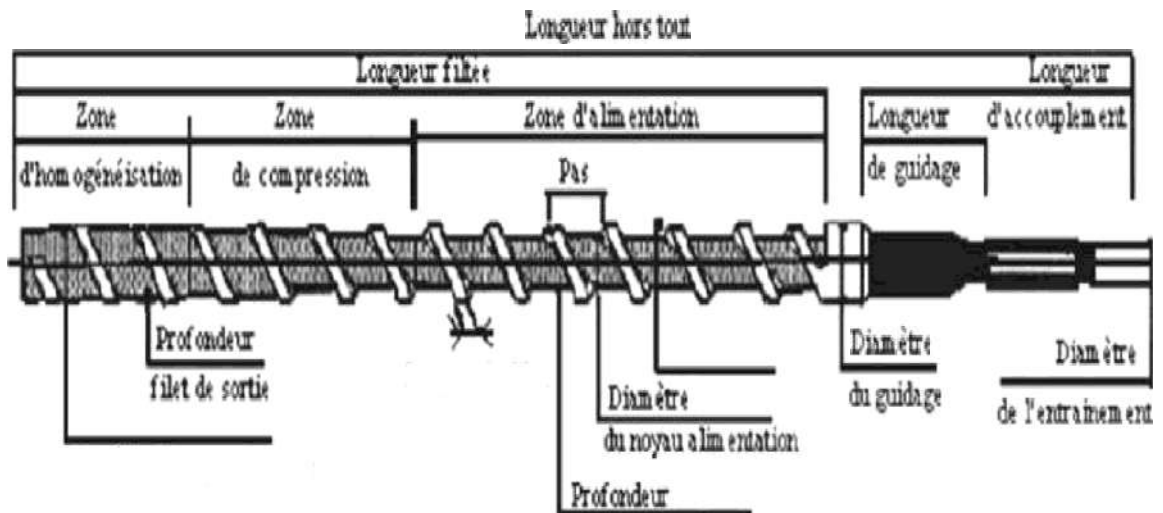


Figure I.7. Architecture d'une vis Injection plastique [5]



Figure I.8. vis pour matière amorphe [5]



Figure I.9 Vis pour matière semi-cristalline [5]

I.5. Différents types des presses d'injection plastique

Il existe plusieurs des presses injections plastiques, permet celle dernières on trouve des presses injections électriques, horizontales, verticales, les presses les plus utilisables dans les secteurs productions industrielles sont des presses horizontales.

5.1. Presse à injection plastique horizontal

L'axe de la vis est horizontal et le plan d'ouvrage du model vertical .l'ouverture provoque alors ma sorte immédiate de la pièce par gravite après éjection, un gain de temps et une automatisation aisée [6]

5.2 presse à injection plastique vertical

Ici l'axe de la vis est dans une position verticale et l'ouverture du moule dans un plan horizontal. On utilise ce type de presse pour mouler des petites pièces comportant de nombreux inserts métalliques (surmoulage) [6]

5.3 presse à injection plastique électrique

Les principales commandes de mouvements des presses sont hydraulique, mais dernièrement sont apparues des presses à commandé tout électrique par servomoteurs alternatif, qui apportent les avantages suivantes [6] :

- ✓ Meilleure précision (indépendance de la température d'huile).
- ✓ Démarrage plus rapide, cycle plus court
- ✓ Consommation énergétique
- ✓ Surface au sol réduit
- ✓ Maintenance simplifié

I.6 Le moule

6.1 Définition

Le moule est l'outil utilisé en injection des matières plastiques, qui remplit plusieurs fonctions et il a pour but de donner à la matière une forme finale nommée pièce ou article. Un moule est constitué principalement de composants illustrés par la figure suivante [7] :

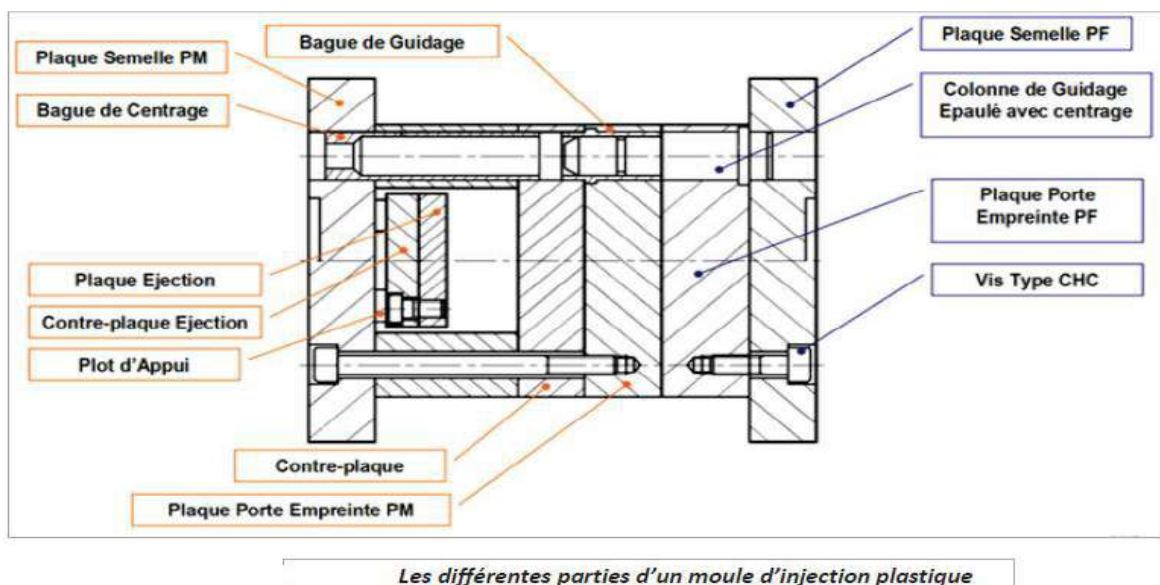


Figure I.10 Les différents parties d'un moule d'injection plastique [7]

6.2 Les différents familles des moules

Un moule doit généralement remplir des fonctions, de moulage, éjection, guidage et refroidissements, plusieurs familles de moules trouvent leurs justifications en fonction du [7] :

- Le nombre d'empreintes (1, 2, 4, 8, 16, 32 ...).
- Son architecture : nombre de plaques, tiroirs, coquilles.
- Le système d'alimentation : carotte perdue, canaux chauffants.
- Le type d'alimentation des empreintes : pin point, en masse, en parapluie, sous-marine, en ligne, en "n points.
- L'éjection des pièces (par éjecteur, bloc d'éjection ou autres).
- La régulation de la température.
- La durée de vie (choix des matériaux).

En fonction de ces paramètres on site les grandes familles de moules sont :

- Moule standard (cylindrique ou cubique).
- Moule 3 plaques, Moule multi plaque.
- Moule à dévêtis sage.
- Moule à tiroir, Moule à coins.
- **Moule à deux plaques :**

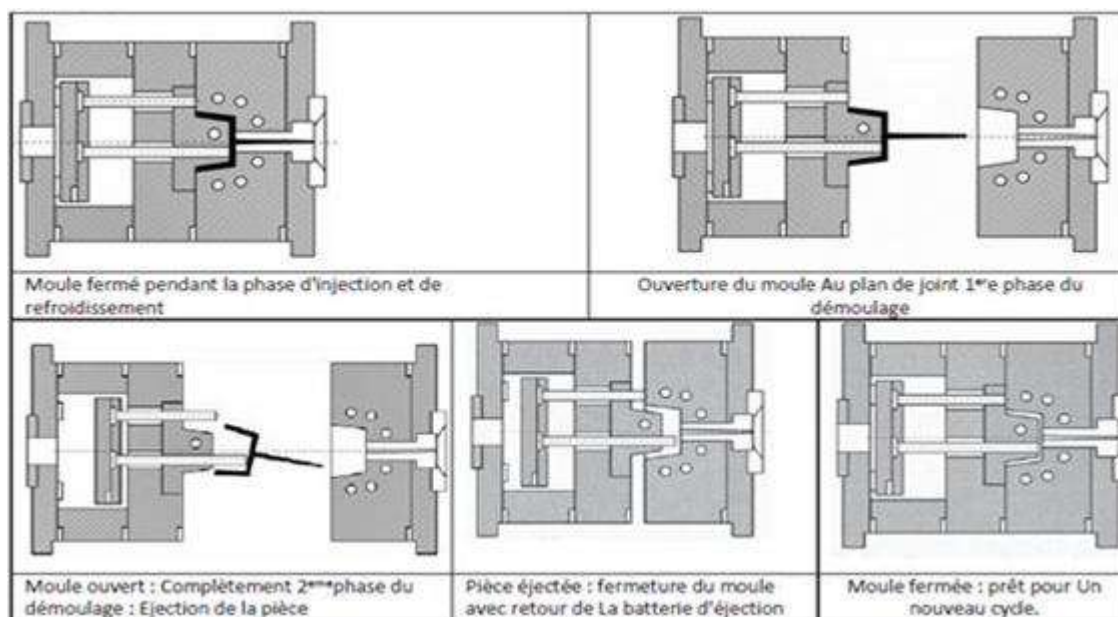


Figure I.11 Moule à deux plaques [7]

- **Moule à trois plaques :**

La figure suivant illustre le fonctionnement d'un moule à trois plaques, également on rencontre dans l'industrie des moules à plusieurs plaque utilisant le même principe, la chronologie des ouvertures, se fait les priorités définis par le concepteur, principalement on a un plan de joint carottes et un plan de joint pièce. [8]

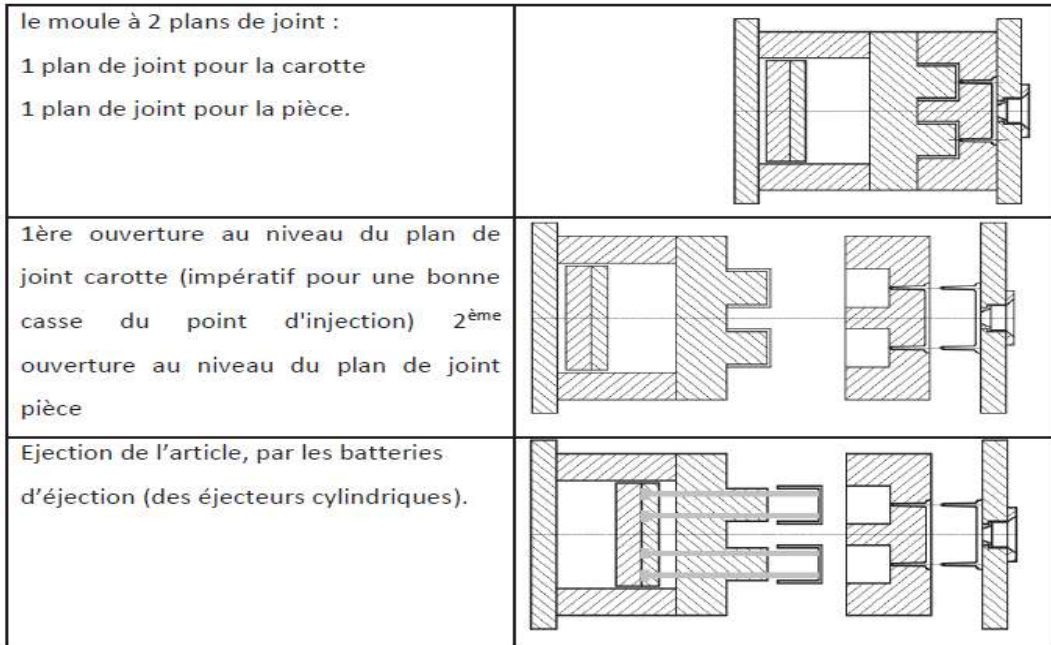


Figure I.12 moule à trois plaques [8]

- **Moule à tiroir :**

Les moules à tiroir et les moules à coins forment des solutions particulières pour permettre d'injecter des pièces présentant des contre dépouilles, leur fonctionnement est présenté par La figure suivant [8] :

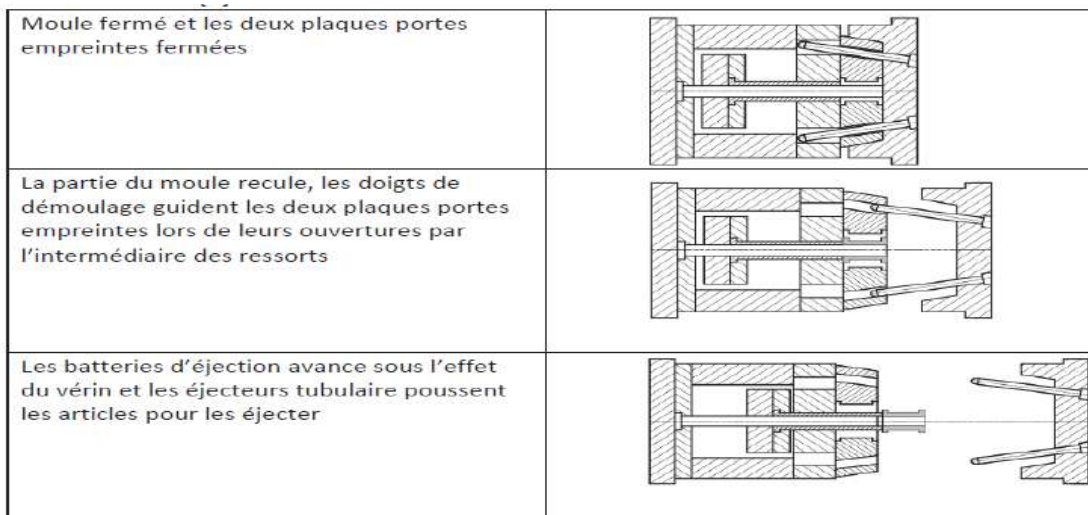


Figure I.13 moule à tiroir [8]

- **Moule à canaux chauds :**

La matière dans les canaux de transfert reste à la température de moulage jusqu'à l'entrée de l'empreinte, ce qui se traduit par une diminution des pertes de matière et un gain de productivité, en effet le temps de solidification de la matière n'est plus que celui propre de la pièce, de même que l'on gagne le temps de remplissage du système d'alimentation. [9]

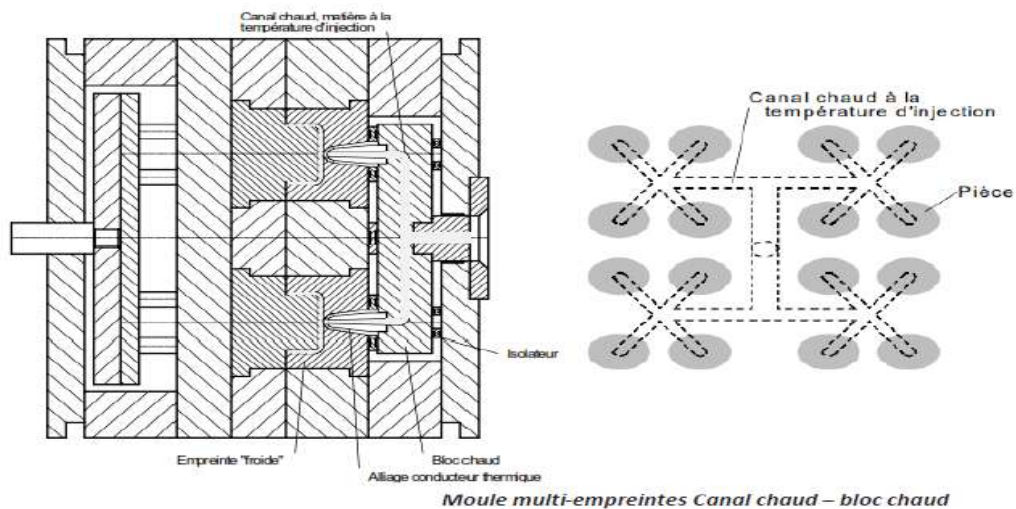


Figure I.14 moule à canaux chauds [9]

Dans cette technique une partie des éléments de transfert garde la matière chaude tandis qu'une autre solidifie des petits canaux (cas des petites pièces ou d'injections latérales décalées de l'axe de la machine). Ce compromis permet de limiter les investissements, notamment sur les busettes. Les petits canaux ne produisant que peu de déchet, ne perturbent pas le temps de refroidissement. [9]

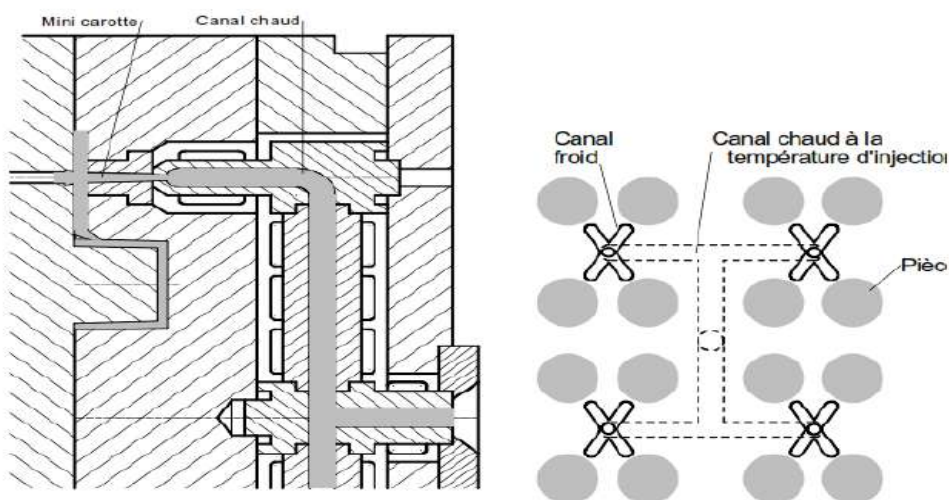


Figure I.15 moule multi empreintes alimentation mixte [9]

I.7 Les différents types de canaux d'alimentation et leurs usinages associés

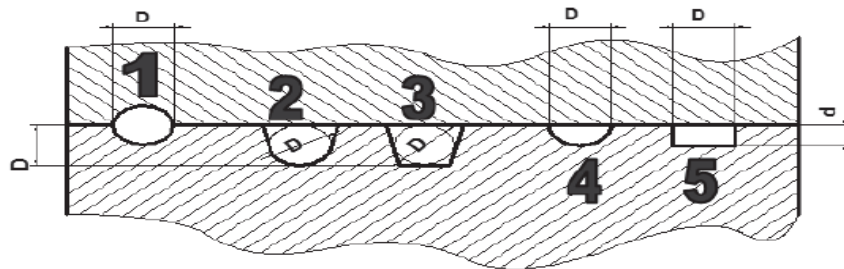


Figure I.16 les différents types de canaux d'alimentation [10]

7.1 Section du canal

Le refroidissement dans les canaux est directement proportionnel au périmètre de la section du canal. La section circulaire est la géométrie optimale à privilégier mais étant partagée entre la partie fixe et la partie mobile, elle est contraignante à usiner. (Privilégier les sections parabolique et trapézoïdale). Les sections semi-circulaire et carré sont à proscrire. [10]

	avantages	Inconvénients
1. canal cylindrique	<ul style="list-style-type: none"> • C'est le canal le plus performant • Il offre une section d'écoulement maximale pour un périmètre minimale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usinage sur 2 plaques du moule .cependant avec les machines à commande numérique cet inconvénient disparaît • Utilisation difficile avec les moules 3 plaques
2. canal cylindrique plus dépouille pour déporter le plan de joint	<ul style="list-style-type: none"> • Usinage sur une seule plaque • Utilisation avec les moules 3 plaques. • Idéal pour le choix de canaux sous chariot 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté pour la réalisation de l'outil spécial : affutage délicat. • Perte de matière par rapport au canal rond
3. canal trapézoïdale	<ul style="list-style-type: none"> • Usinage sur une seule plaque • Utilisation avec les moules 3 plaques. • Outil spécial plus facile à affuter 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de matière par rapport au canal rond • Obligation d'utilisation d'outil non standard

4. canal t/2 cylindrique	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicité d'usinage 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais écoulement
5. canal rectangulaire	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité d'exécution 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais démoulage • Mauvais écoulement

Tableau I-1 : Les avantages et les inconvénients de chaque type des canaux [10]

I.8 La direction de démoulage

La pièce doit être orientée pour que le démoulage par l'intermédiaire des éjecteurs soit possible. Lors de l'ouverture du moule, la pièce doit rester sur la partie mobile avant d'être éjectée. Les parties creuses seront donc préférentiellement orientées de la cote du bloc empreinte mobile. [11]

I.9 Le plan de joint

La surface de séparation commune de deux parties constitutives du moule s'appelle le plan de joint, généralement elle est reportée sur la plus part des pièces moulu. Son Emplacement ne doit pas faire apparaitre de contre dépouille et garantir le maintien de la pièce coté éjection. [11]

Exemple

Pour injecter la pièce ci-contre plusieurs positions de plan de joint sont possibles.

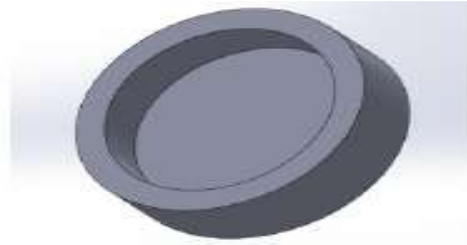


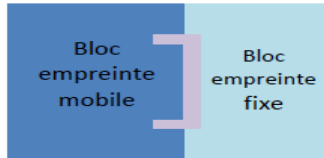
Figure I.17 Pièce [11]

Position 1 :



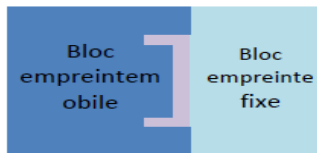
Avantages	Inconvénients
L'empreinte dans la partie fixe est relativement simple L'éjection de la pièce est facilitée	Usinage des deux coté du moule Le positionnement des deux blocs empreintes doit être assuré.

Position 2 :



Avantages	Inconvénients
L'empreinte dans la partie fixe est relativement simple	Apparition d'une ligne de joint sur la pièce Usinage des deux coté du moule Le positionnement des deux blocs empreintes doit être assuré. Difficulté d'éjection de la pièce.

Position 3 :



Avantages	Inconvénients
Partie fixe du moule non usinée (=face miroir) Pas de positionnement des deux blocs empreintes à assurer.	Ejection encore plus difficile

Position 4 :



Avantages	Inconvénients
Partie mobile du moule non usinée (=face miroir)	La pièce reste bloquée dans la partie fixe. (donc position impossible)

Figure I.18 les positions de plan de joint [11]

On privilégie donc la position 1.

I.10 Retrait

Cote de l'empreinte = cote pièce x (1/ 1-**Retrait**)

On entend par retrait les processus qui conduisent à la réduction des dimensions de la pièce par rapport à celles du moule froid.

Le retrait exerce une influence directe sur les dimensions d'une pièce moulée par injection. Un retrait différentiel provoque des déformations (gauchissement ou voilage). Lors de la conception des pièces on doit appliquer un coefficient de correction des dimensions de l'empreinte qui tiennent compte du retrait de la matière. La représentation schématique du retrait de moulage R_m , du post-retrait P_r et du retrait total R_t .

Le retrait de moulage est indiqué en %

$$R_m = \frac{M_f - L}{M_f} \times 100$$

La diminution de volume de la pièce moulée n'est pas encore terminée. Le retrait se poursuit dans le temps et tend vers une valeur "définitive" d'autant plus vite atteinte que la température de stockage est élevée.

Ce phénomène, essentiellement dû à une post-cristallisation, est appelé Post-retrait P_r . Selon la norme DIN 53464, on entend par post-retrait la différence calculée entre la cote L de la pièce moulée et la cote L_1 de cette même pièce après un traitement ultérieur à une température donnée. Le post-retrait est indiqué en %

$$P_r = \frac{L - L_1}{L} \times 100$$

Le post-retrait des matières plastiques partiellement cristallines est toujours inférieur au retrait de moulage.

La somme du retrait de moulage et du post-retrait est appelé retrait total R_t . [12]

$$R_t = R_m + P_r$$

I.11 Conclusion

Le Procédé de moulage par injection permet une production discontinue, automatique et en série, de pièces en matières thermoplastiques, thermodurcissables et en élastomères, avec une grande précision. Les pièces obtenues, de dimensions et de masses très variables (de quelques grammes jusqu'à 50 kg) ont des applications dans tous les domaines d'activité. À titre d'exemple, nous pouvons citer : la visserie de petites dimensions ; des articles utilisés en médecine et en pharmacie ; des pièces mécaniques telles que des engrenages ; des boîtiers ou enveloppes d'appareils et accessoires informatiques, électroménagers ou électriques ; des jouets; des objets liés à la pratique des sports et des loisirs ; et, pour les plus volumineux, des pare-chocs d'automobiles, des conteneurs de stockage et des éléments de mobilier. La machine à injecter permet :

- De plastifier les matières.
- De les injecter sous forte pression (500 à 1 500 bar environ), à travers une buse, dans l'empreinte d'un moule en deux ou plusieurs parties.
- De maintenir le moule en position fermée pendant l'injection avec des forces importantes (de quelques kilo newtons jusqu'à 50 000 kN 5 000 t pour les plus grosses machines actuelles).
- D'ouvrir les moules après solidification des pièces.
- De démouler les pièces obtenues, par le déplacement de dispositif d'éjection.

La machines de l'injection plastique a un rôle très important dans le fonctionnement du moule d'injection (fixation du moule, fermeture, remplissage, refroidissement, ouverture et éjection des pièces).

I.12 Référence

- [1] Bennouna Mohamed Salah, « MOULAGE ET INJECTION PLASTIQUE », département de mécanique, université de OUARGLA.
- [2] <https://Prototechasia.com/injection-thermoplastique/machines-injection-thermoplastique>.
- [3] AHMED HAMADI, «Conception Générale des moules pour injection plastique», mémoire du diplôme d'ingénieur, département de mécanique, université de M'sila, 2003
- [4] Boufkhed hicham, «étude technologique et la maintenance préventive d'une presse à injection pet», mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, département de génie mécanique, Bejaïa 2016/2017.
- [5] Djermoune mokhtar, «étude et conception d'une vis de transport pour l'injection plastique», mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, mira Bejaïa 2017/2018.
- [6] <https://ww.Irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-822.pdf>
- [7] Techniques de l'Ingénieur, traité Plastiques et Composites.
- [8] Rahal adel «usinage par électroérosion», mémoire présentée en vue de l'obtention du diplôme de master 02, département de génie mécanique, université badji mokhtar-Annaba, 2016/2017.
- [9] H.H.Kausch. Matièreaux polymère, propriétés mécaniques et physiques.
- [10] <https://Tel.archives-ouvertes.fr/tel-00439589/document>.
- [11] <http://Schwendiplasturgie.free.fr/lycee/cours/Moules%20d%27injection.pdf>.
- [12] [https://fr.Wikipedia.org/wiki/Empreinte_\(moule\)](https://fr.Wikipedia.org/wiki/Empreinte_(moule))

CHAPITRE 2

Notions sur la commande numérique

II.1 Introduction

Dans le domaine de l'industrie mécanique. De la conception du produit selon le cahier des conditions et d'autre part l'utilisation du logiciel de contrôle numérique utilisé dans la fabrication nécessite un rendement élevé pour cela est nécessaire pour utiliser des systèmes de support informatique spécialisés dans la conception et la fabrication à l'aide de médias automatisés.

Grâce à ce chapitre, nous avons donné quelques notions de base aux machines CNC.

II.2 Définition

CN La commande numérique est un procédé d'automatisation qui permet les déplacements des organes de la machine outil, à partir d'informations codées de caractères alphanumériques. [1]

II.3 La machine outil à commande numérique (MOCN)

3-1 Définition

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 de pièce,
- les mécanismes connexes, pour le contrôle ou la sécurité, l'évacuation des copeaux

Les quatre familles des machines à commande numérique :

- Fraisage à commande numérique (FCN) ;
- tournage à commande numérique (TCN) ;
- usinage à commande numérique (CUCN) ;
- rectification à commande numérique ;

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. À cela peuvent se rajouter des interfaces dites conversationnelles ou par apprentissage qui simplifient l'utilisation de la machine. La notion de commande numérique s'étend aussi au domaine de la chaudronnerie : découpage plasma, presse plieuse. [2]

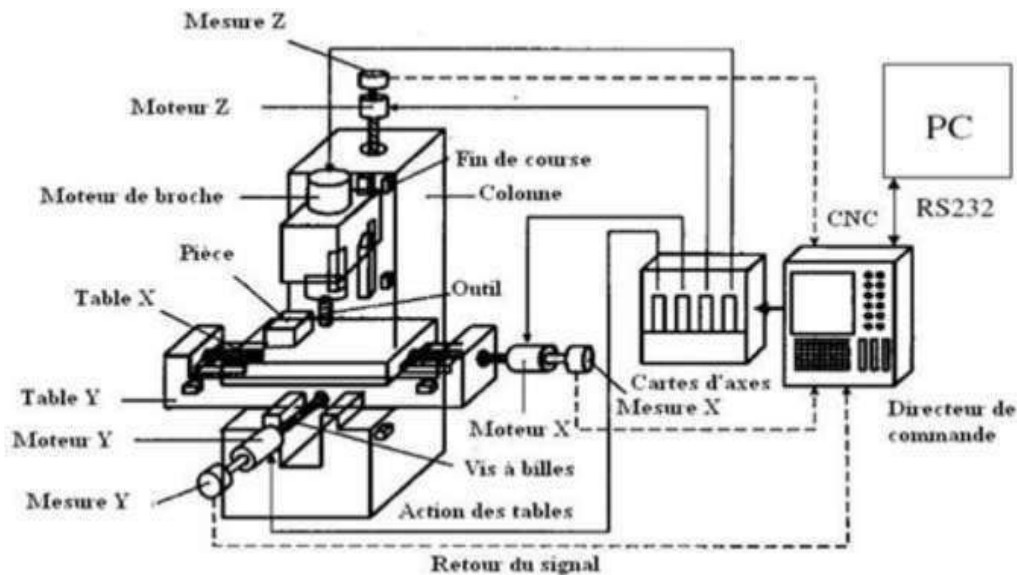


Figure II-1 : schéma de machine à commande numérique [3]

3-2 Les parties des machines à commande numérique

- La partie commande
- La partie pratique (opérative)

3-2-1 La partie commande

Cette partie convertit les symboles de programme en commandes pour divers éléments de la partie pratique.

Les fonctions principales :

-Présentation et clarification du programme

-Connectivité

-La mémoire

-Fonctions homme sur la partie commande :

- ✓ Création du programme
- ✓ Sélection des références de la machine
- ✓ Intervention en cas de problème

3-2-2 La partie pratique (opérative)

Les mouvements sont commandés par des moteurs, et elle comprend :

- Un socle, très souvent en béton hydraulique vibré, assurant l'indépendance de la machine au sol,
- Un socle, très souvent en béton hydraulique vibré, assurant l'indépendance de la machine au sol,
- Un support outil (broche, torche, laser, jet d'eau ...)

- Des moteurs chargés de l'entraînement de la table

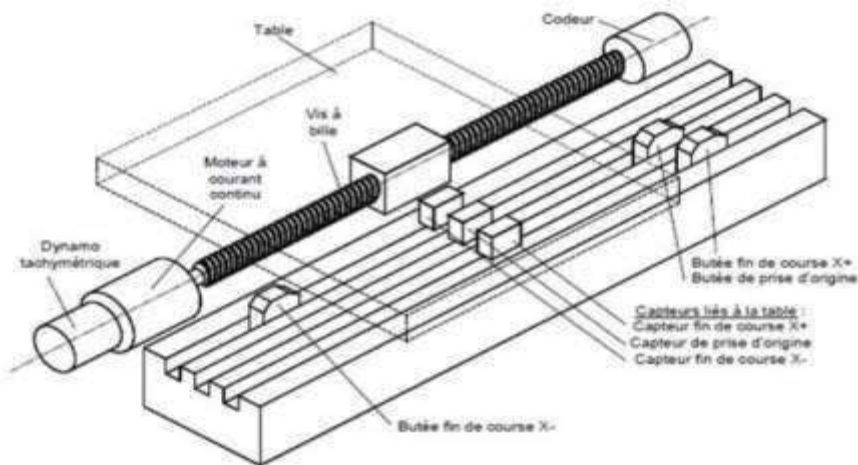


Figure II-2 : les éléments de la partie opérative [3]

II.4 Classification des MOCN

Les machines à commande numérique sont classées en plusieurs classifications, parmi lesquelles:

4-1 Classification par nature de commande

- Commande numérique par ordinateur
- Commande numérique direct

4-1-1 Commande numérique par ordinateur (CNC)

Ce contrôle contient un ou plusieurs organisateurs automatiques avec suffisamment de mémoire pour stocker plusieurs programmes. Ce système a la souplesse nécessaire pour terminer et modifier les programmes sur la machine et est largement utilisé.

4-1-2 Commande numérique direct (DNC)

Plusieurs machines sont contrôlées par un régulateur central puissant. Chaque machine contient un système de contrôle numérique simple pour se connecter avec le régulateur central et permettre la correction des erreurs.

4-2 Classification par mode de fonctionnement

- Commande numérique point à point
- Commande numérique par axiale
- Commande numérique de contournage

4-2-1 Commande numérique point à point

Le passage d'un point à un autre s'effectue en programmant la position finale et le trajet parcouru pour atteindre cette position n'est pas contrôlé par le directeur de commande numérique. Par exemple, les trajectoires planes d'un point A vers un point B peuvent s'exécuter de manières différentes schématisées. [4]

4-2-2 Commande numérique par axiale

Les trajectoires sont parallèles aux axes de déplacement et la vitesse de déplacement (programmable) est contrôlée. Ce type de déplacement permet par exemple des fraisages précis à vitesses imposées. [4]

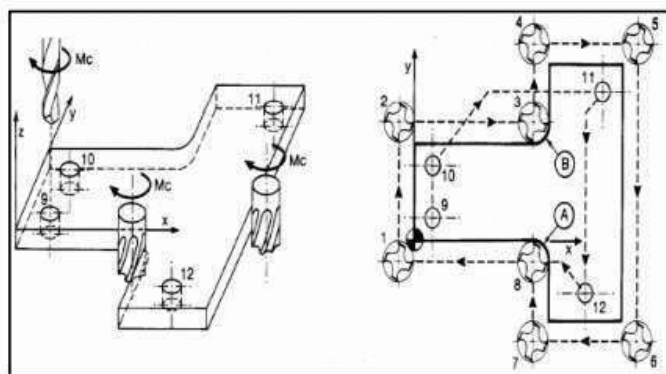


Figure II-3 : Fraisage par axiale [4]

4-2-3 Commande numérique de contournage

Des interpolateurs linéaires et circulaires permettent de réaliser des trajectoires linéaires et circulaires dans le plan ou dans l'espace (Certains D.C.N. n'autorisent pas l'interpolation circulaire dans l'espace). Les différents axes exécutant la trajectoire sont contrôlés en vitesse et en position pour assurer une synchronisation permanente des mouvements. [4]

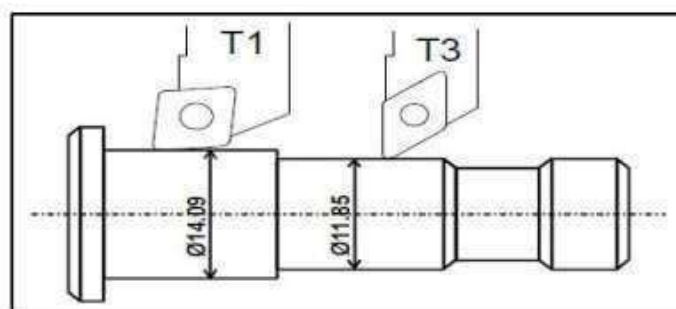
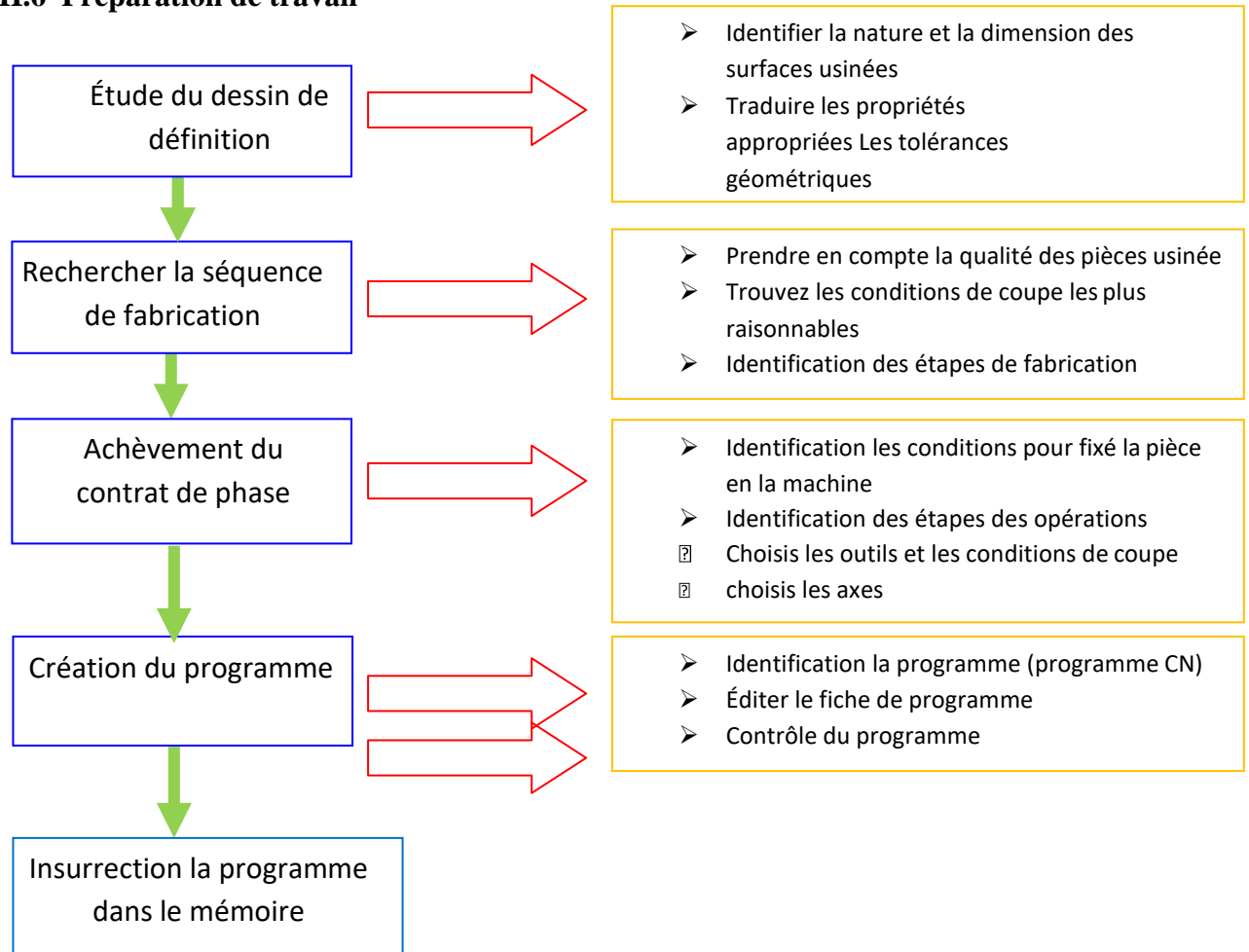


Figure II-4 : Opération de contournage [4]

II.5 Domaine d'utilisation de MOCN [3]

- Perçage, taraudage
- Tournage, alésage
- Fraisage
- Rectification
- Poinçonnage, cisailage.

II.6 Préparation de travail



II.7 Programmation

7-1 Généralité

La programmation est le travail de préparation qui consiste à transposer la gamme d'usinage de la pièce en un ensemble ordonné d'instruction comprises et exécutées par la CN en vue de réaliser son usinage. Ce travail peut être effectué manuellement ou avec l'assistance d'un ordinateur utilisant un langage de programmation évolué. [5]

7-2 Référentiel de programmation et système d'axes

7-2-1 Nomenclature des axes

Axes primaires :

Le système normal de coordonnées est un trièdre orthonormé direct (X, Y, Z). Le sens positif est celui qui provoque un accroissement de dimension. Dans la plupart des cas.

- L'axe Z est celui de la broche
- L'axe X est le déplacement ayant la plus grande amplitude
- L'axe Y forme avec les deux autres axes le trièdre de sens direct

Axes auxiliaires :

Les axes U, V et W sont respectivement parallèles aux axes

X, Y et Z. Axes rotatifs :

A, B et C sont les axes rotatifs autour de chacun des axes X, Y et Z. [1]

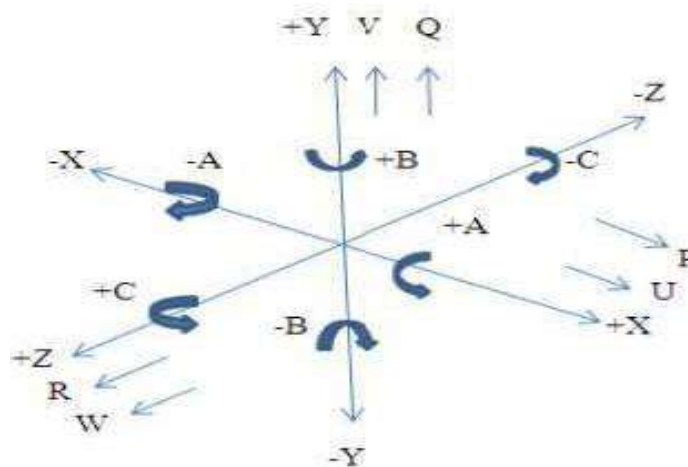


Figure II-5 : Nomenclature des axes [3]

7-2-2 Origines et références

Pour une machine à commande numérique les points d'origine et de référence suivants doivent être définis :

7-2-2-1 Fraisage

- Zéro machine ou point de référence OM machine : il est défini par le constructeur comme origine du système de coordonnées de la machine.
- Zéro pièce ou point d'origine pièce Op : il est défini pour la programmation des cotes de la pièce et son choix est laissé à l'appréciation du programmeur. [1]

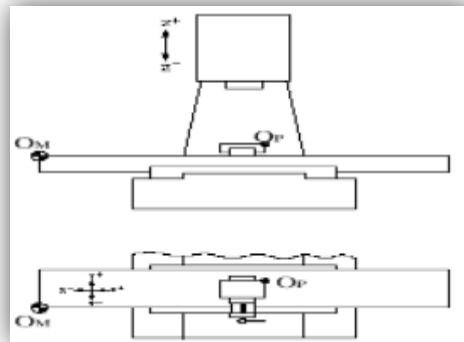


Figure II-6 : Origines en fraisage [1]

- Point de référence : c'est un point défini par le constructeur et servant à la synchronisation du système. En effectuant la recherche des zéro machines les axes se déplacent vers ce point et prennent des valeurs par rapport aux zéro machines.
- Origine mesure : C'est le point par rapport auquel se fait la mesure de longueur d'outil, il se situe généralement à la base de la broche. [1]

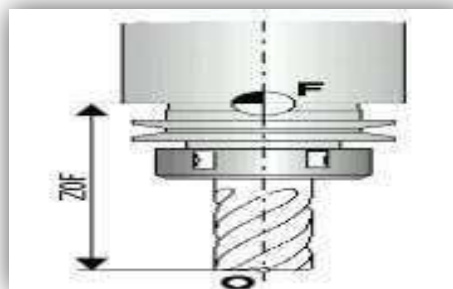


Figure II-7 : Origines mesure [1]

7-2-2-2 Tournage

- Zéro machine ou point de référence machine OM : il est défini par le constructeur comme origine du système de coordonnées de la machine.
- Zéro pièce ou point d'origine pièce Op : il est défini pour la programmation des cotes de la pièce et son choix est laissé à l'appréciation du programmeur. [1]

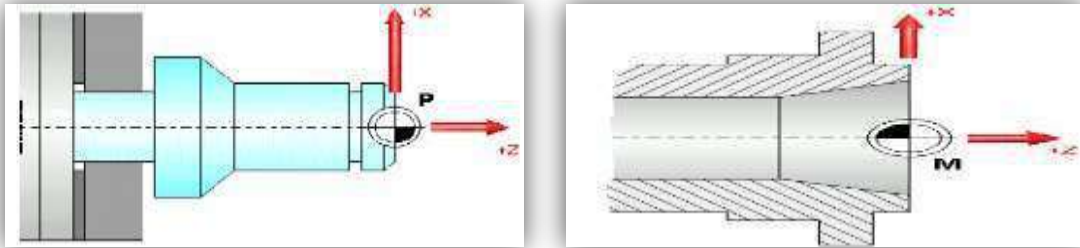


Figure II-8 : Origines en tournage [1]

- Point de référence : c'est un point défini par le constructeur et servant à la synchronisation du système. En effectuant la recherche des zéro machines la tourelle se déplace vers ce point et prend ses valeurs par rapport aux zéro machines.

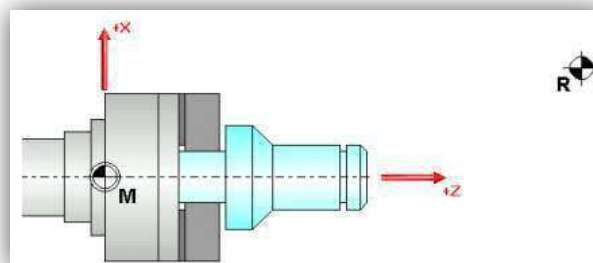


Figure II-9 : point de référence [1]

- Référence tourelle : c'est un point défini par le constructeur sur la tourelle, toutes les mesures des cotes ainsi que des outils sont repérés par rapport a ce point. [1]

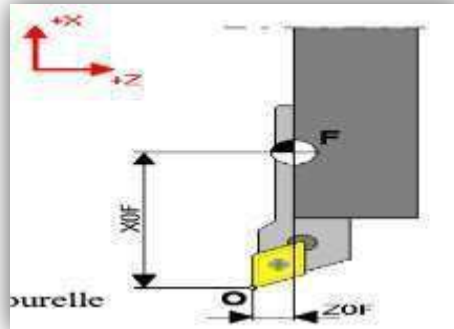


Figure II-10 : référence tourelle [1]

7-3 Création d'un programme CN

Avant toute programmation proprement dite, il est important de planifier et de préparer méticuleusement les opérations d'usinage. Plus votre préparation n'aura été précise quant à la structure de votre programme CN, plus la programmation proprement dite sera simple et rapide et moins vous aurez d'erreurs dans le programme terminé. [5]

7-3-1 Préparer le dessin de la pièce

- définir l'origine de la pièce
- indiquer le système de coordonnées
- éventuellement calculer les coordonnées manquantes

7-3-2 Définir le déroulement des opérations d'usinage

- Quels sont les outils à mettre en œuvre, à quel moment et pour le traitement de quel contour ?
- Dans quel ordre les différents éléments de la pièce devront-ils être usinés ?
- Quels sont les éléments qui se répètent et qui devraient figurer dans un sous- programme ?
- Est-ce que d'autres programmes pièce ou sous-programmes contiennent des contours susceptibles d'être utilisés pour la pièce actuelle ?

7-3-3 Définir la gamme de fabrication

Définir pas a pas toutes les phases d'opération de la machine, par exemple :

- Déplacements a vitesse rapide pour le positionnement
- Changement d'outil
- Définition du plan d'usinage
- Dégagement pour les mesures
- Mise en marche/arrêt de la broche, de l'arrosage
- Appel des données d'outil
- Correction de trajectoire
- Accostage du contour
- Retrait de l'outil

7-4 Structure d'un programme CN

Le programme CN se compose d'une suite de blocs. Chaque bloc contient les données pour l'exécution d'une opération d'usinage. Il est divisé en trois domaines constituent la gamme d'usinage. [5]

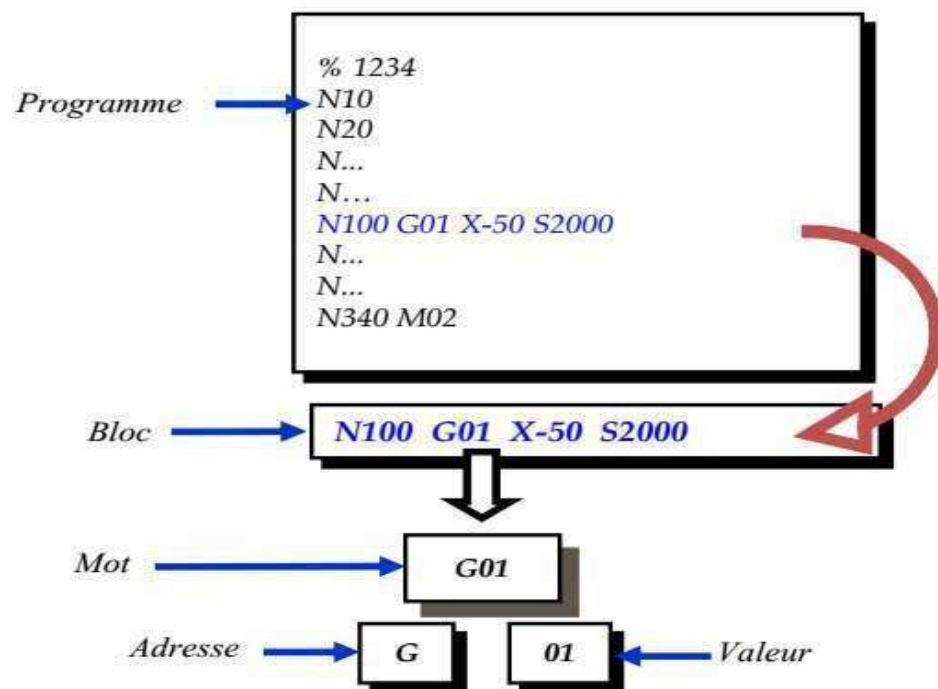


Figure II-11 : explication simplifiée d'une structure d'un programme CN [5]

7-4-1 Format de bloc

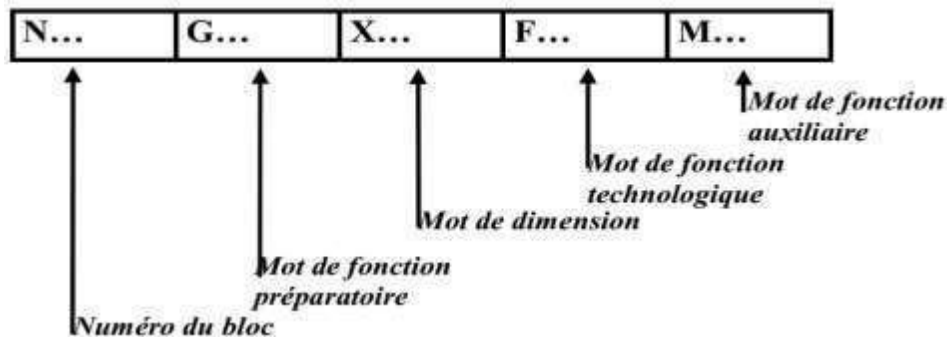


Figure II-12 : format de bloc [5]

7-4-2 Format d'un mot

Le mot définit une instruction ou donnée à transmettre au système de commande.

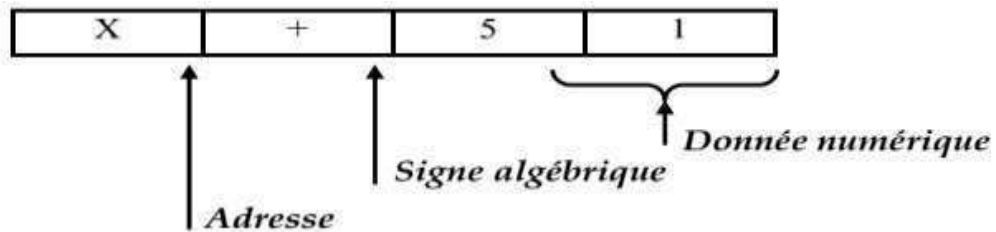


Figure II-13 : format d'un mot [5]

7-5 Structure d'un programme ISO

La programmation structurée permet d'analyser et de concevoir plus rapidement un programme de commande numérique. En effet toutes les opérations d'usinage font appel à un certain nombre de fonctions identique (appel d'outil, rotation de broche, mise en route et arrêt de la lubrification, conditions de coupe...etc.). [5]

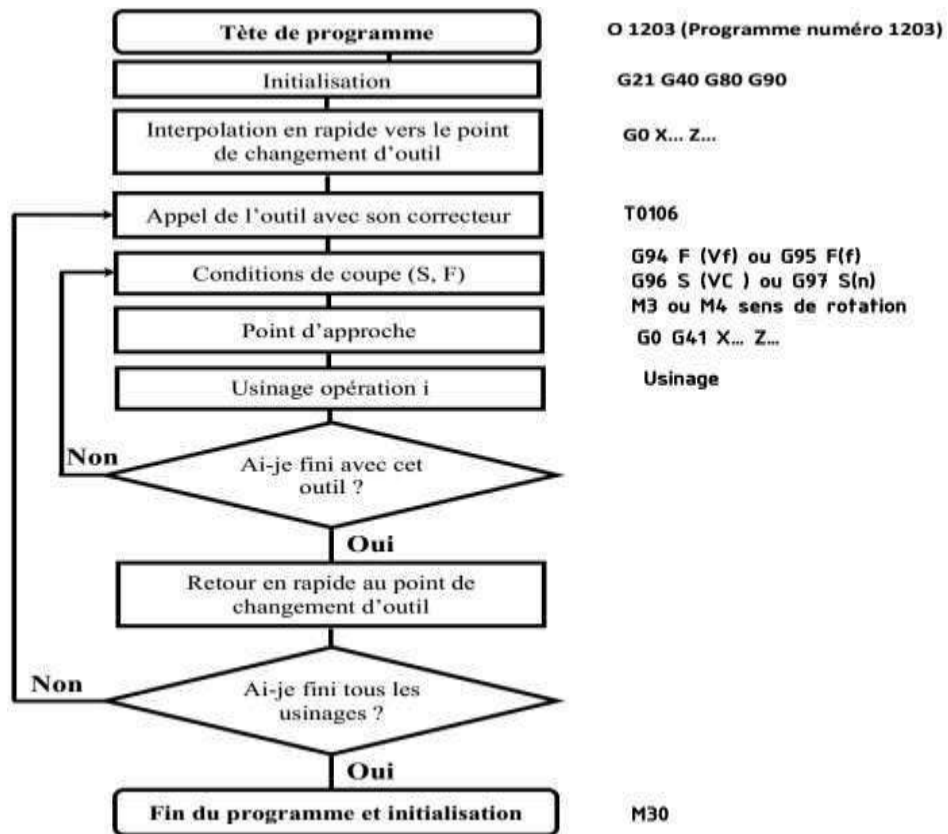


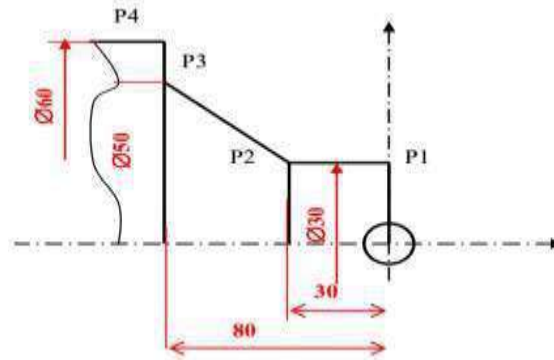
Figure II-14 : structure d'un programme ISO [5]

7-5-1 Mode de programmation

En programmation absolue, la cotation se réfère à l'origine du système de coordonnées après décalage total. En programmation relative, la valeur numérique programmée de l'information de déplacement correspond à la distance à parcourir. Le signe indique le sens de déplacement.

- G90 : programmation absolue
- G91 : programmation relative

Exemple :

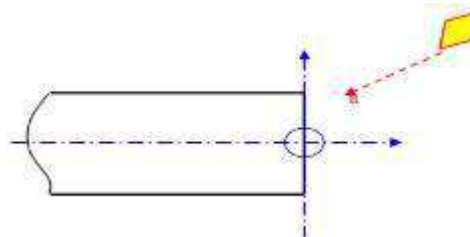


Cotes absolues	Cotes relative
X30 Z0..... Point P1	X30 Z0...Point P1
X30 Z-30...Point P2	X00 Z-30... Point P2
X50 Z-80...Point P3	X20 Z-50... Point P3
X60 Z-80...Point P4	X10 Z0...Point P4

7-5-2 l'interpolation linéaire et circulaire

G00 : Interpolation linéaire en avance rapide Indiquée dans le paramètre machine d'axe « G00 Feed » le point programmé est atteint suivant un trajet linéaire.

Exemple :



Déplacement rapide avant exécution d'un usinage

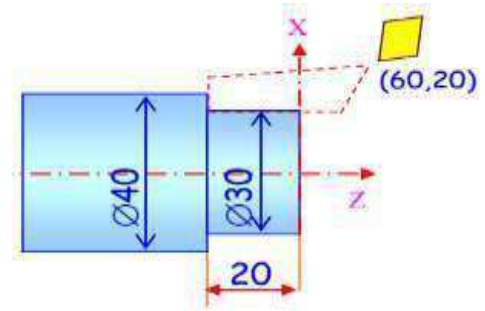
N.....

N130 G00 X15 Z20

G01 : Interpolation linéaire à vitesse d'avance programmée.

Exemple :

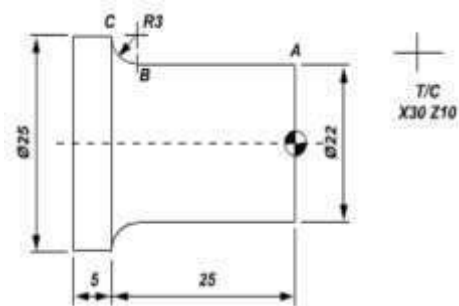
```
N50 G00 X30 Z5  
N60 G01 X30 Z-20  
N70 X45  
N80 G00 X60 Z20
```



G02: Interpolation circulaire à droite (sens horaire ou anti trigonométrique) à vitesse d'avance programmée.

Exemple :

```
N10 G21  
N20 T01  
N30 G00 X30 Z10  
N40 M04 X22 Z2 S200  
N50 G01 Z-23.5 F0.05  
N60 G02 X25 Z-25 I1.5 K0 F0.05  
N70 G00 M05 X30 Z10  
N80 M30
```



G03: Interpolation circulaire à gauche (sens antihoraire ou trigonométrique) à vitesse d'avance programmée.

Exemple :

N10 G21

N20 T01

N30 G00 X30 Z10

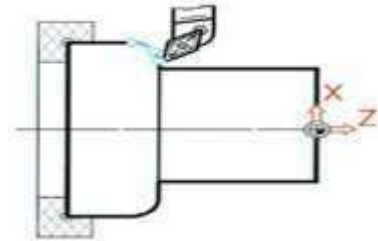
N40 M04 X22 Z2 S200

N50 G01 Z-23.5 F0.05

N60 G03 X25 Z-25 I1.5 K0 F0.05

N70 G00 M05 X30 Z10

N80 M30



7-5-3 Commande de la broche

7-5-3-1 Rotation

M03 : cette fonction Spécifiez le sens anti trigo

M04 : cette fonction spécifiez le sens trigo

Exemple :

N..

N50 S500 M03 M41 (Rotation sens anti-trigonométrique, gamme M41)

N...

N150 M05 (Arrêt de la broche)

7-5-3-2/ Vitesse

G96 : Cette fonction permet d'appliquer une vitesse de coupe constante m.mn-1 en variant la fréquence de rotation.

G97 : Elle annonce une vitesse de rotation constante tr.mn-1

Exemple :

N...

N60 G97 S2000 M04 (vitesse N = 2000tr.mn-1 rotation à gauche) N70 G00 X60 Z4 (Positionnement de l'outil au diamètre 60)

N80 G96 S200 (Vc = 150 m.mn-1)

.....

7-5-4 Mode d'avance

G94 : cette fonction spécifiez la vitesse d'avance en mm/mn

G95 : cette fonction spécifiez la vitesse d'avance en mm/tr

Exemple :

N..

N50 G00 X10 Z20

N60 G95 F0.3 (vitesse d'avance en mm/tr) N70 G01 X..Z..

N..

7-6 Les principales fonctions

7-6-1 Les fonctions préparatoires G

G00	Interpolation linéaire à vitesse rapide	G09	Arrêt précis en n de bloc.
G01	Interpolation linéaire à vitesse d'avance programmée.	G10	Bloc interruptible
G02	Interpolation circulaire sens négatif	G16	Orientation de l'axe de l'outil
G03	Interpolation circulaire sens positif	G17	Choix du plan xy
G04	Temporisation	G18	Choix du plan zx
G06	Ordre d'exécution d'une courbe spline	G19	Choix du plan yz
G29	Correction de rayon spatiale	G31	(cu) cycle de filetage au grain
G33	(tour) cycle de filetage	G40	Annulation de correction de rayon
G41	Correction de rayon à gauche du profil	G42	Correction de rayon à droite du profil
G45	Cycle de poches simple	G48	Définition d'une courbe spline
G49	Suppression d'une courbe spline	G51	Fonction miroir
G52	Programmation par rapport au repère machine	G53	Invalidation des décalages pref et dec1
G54	Validation des décalages pref et dec1	G59	Décalage d'origine programmé
G64	(tour) cycle d'ébauche par axial	G65	(tour) cycle de gorge
G70	Programmation en pouce	G71	Programmation dans le système métrique
G73	Invalidation du facteur d'échelle	G74	Validation du facteur d'échelle

G75	Déclaration d'un sous- programme de dégagement d'urgence	G76	Transfert de valeurs
G77	Appel d'un sous programme	G78	Synchronisation des groupes d'axes
G79	Saut conditionnel ou inconditionnel	G80	Annulation de cycle d'usinage
G90	Programmation absolue	G91	Programmation relative
G92	Présélection de l'origine programme	G92 r	(cu) programmation de l'avance tangentielle
G92 s	(tour) limitation de la vitesse de broche	G93	Vitesse d'avance exprimée en inverse du temps
G94	Vitesse d'avance en mm par minute	G95	Vitesse d'avance exprimée en mm par tour
G96	Vitesse de coupe constante	G97	Vitesse de broche exprimée en tour par mn.
G21	Programmation en millimètre	G81	Perçage centrage
G82	Perçage cambrage	G83	Perçage déburrage
G84	Taroudage	G85	Alésage
G86	Alésage arrêt broche indexé	G87	Perçage brise-copeaux
G88	Alésage et dressage de face	G89	Alésage arrêt en fin de trou

Tableau II-1 : Les fonctions préparatoires

7-6-2 Les Fonctions auxiliaires logiques M

M00	Arrêt programmé	M01	Arrêt programmé optionnel
M02	N de programme	M03	Rotation de broche sens anti-trigonométrique
M04	Rotation de broche sens trigonométrique	M05	Arrêt broche
M06	Changement d'outil	M07	Arrosage numéro 2
M08	Arrosage numéro 1	M09	Arrêt arrosage
M10	Blocage d'axe	M11	Débloccage d'axe
M12	Arrêt d'usinage programmé	M19	Indexation de broche
M40 à m45	Gamme de broche	M48	Validation des potentiomètres de broche et d'avance
M49	Inhibition des potentiomètres de broche et d'avance	M30	Arrêt du programme (répéter)
M39	Fermeture automatique mandrin	M81	Mise en route / arrêt production
M97	Fabrication continue	M98	Appel du sous programme
M99	Fin du sous programme		

Tableau II-2 : Les Fonctions auxiliaires logiques M

7-6-3 Autres fonctions [6]

E+ et E-	Discriminant	ES	Elément sécant
EA	Droite dénie par un angle	ET	Elément tangent
EG	Modulation de l'accélération	T	Numéro d'outil
ED	Décalage angulaire programmé	D	Correcteur d'outil
EM	Dimension extrême en visualisation graphique	EB	Chanfreins et congés

Tableau II-3 : Autres fonctions

II 8 Quelques exemple sur les fonctions

8-1 Interpolation linéaire

G00 : Interpolation linéaire à vitesse rapides.

G01 : interpolation linéaire à vitesse programmée.

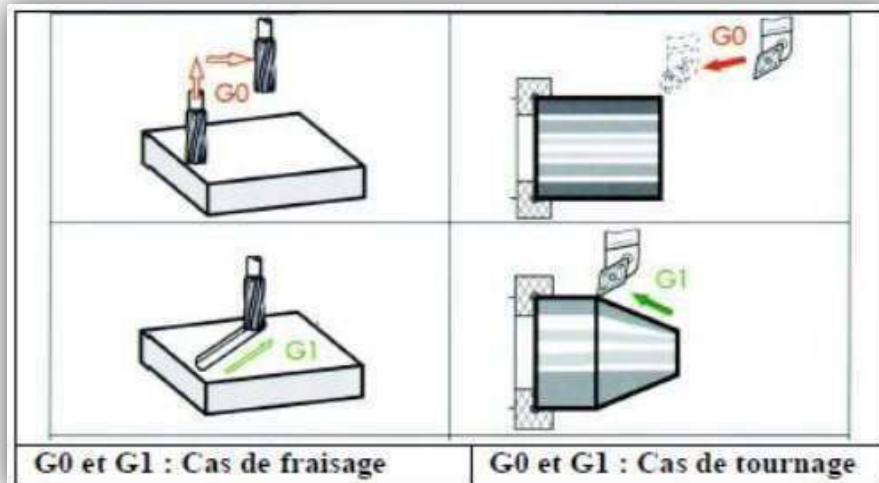


Figure II-15 : Les fonctions de programmation de G00 et G01 [5]

8-2 Interpolation circulaire

G02 : Interpolation circulaire sens horaire.

G03 : Interpolation circulaire sens antihoraire.

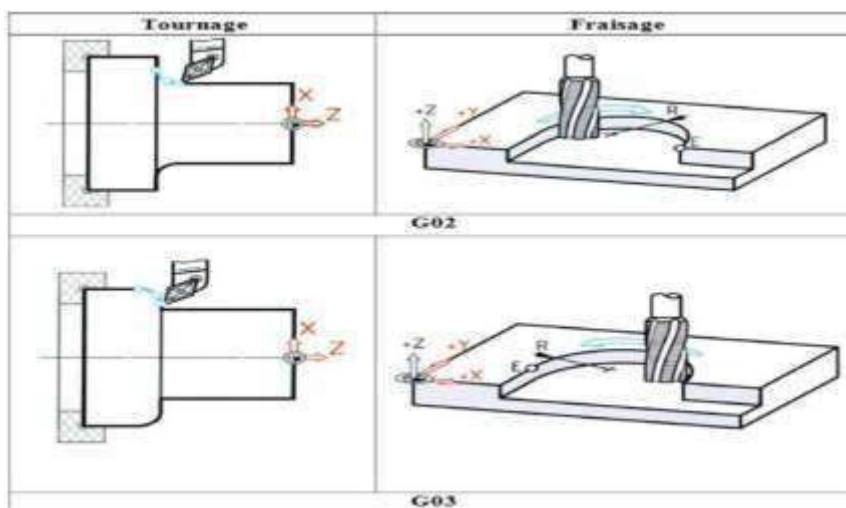


Figure II-16 : Les fonctions de programmation de G02 et G03. [5]

8-3 Programmation absolue et relative

- G90 : Tous les mouvements sont programmés Par rapport à l'origine programme.
- G91 : Tous les mouvements sont programmés Par rapport à la dernière position de la trajectoire précédente.

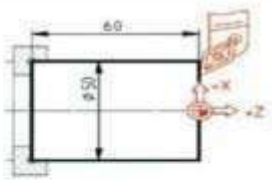

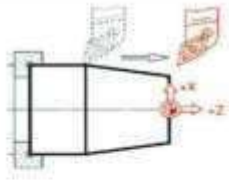
			
En G90	Position actuelle : X40 Z0	Position X50 Z-40	Position Z1
En G91		X5 mm sens (+) Z40 mm sens (-) X5 Z-40	Z41 mm sens (+) Z41

Figure II-17 : mode de programmation G90 et G91 d'un tournage [5]

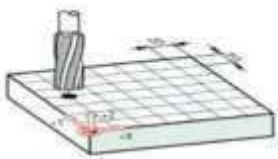
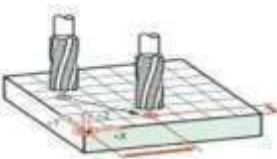
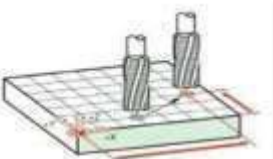
			
En G90	Position actuelle : X10 Y30	Position X30 Y10	Position X60 Y30
En G91		X20 mm sens (+) Y30 mm sens (-) X20 Y-30	X30 mm sens (+) Y20 mm sens (+) X30 Y20

Figure II-18 : mode de programmation G90 et G91 d'un fraisage [5]

II 9 Avantages et inconvénients liés aux MOCN

Avantages	Inconvénient
<ul style="list-style-type: none">✓ Permet la réalisation d'usinage impossible sur les machines conventionnelles.✓ Favorise les très petites séries et les pièces unitaires.✓ Précision✓ Fidélité de reproduction	<ul style="list-style-type: none">✓ Pour bénéficier de la majorité des avantages précédents il faut que tout le parc machine de l'entreprise soit des MOCN.✓ Amortissement impose souvent un travail en deux ou trois équipes.✓ Programmation et électronique demandant de la qualification.✓ Fausse fragilité de l'électronique.✓ Réticence du personnel au changement.

II 10 Conclusion

L'utilisation des MOCN présente un grand intérêt pour la fabrication en petite et moyenne série ainsi que pour les formes complexes des pièces à usiner.

Dans ce chapitre on a présenté une recherche bibliographique sur les machine outils a commande numérique, les commande les plus utilisées et les classifications des MOCN.

II.11 Références

[1] https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/pmocn_had.pdf de H Azzeddine - 2018

[2] Machine-outil à commande numérique Source

<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=74956228> Contributeurs: AEIOU, Adelagnes, Alan ffm, AntonyB, Badmood, Barbetorte, Bdc43, Butterfly austral, Cantons-de-l'Est, Cardus, Cdang, Chaoborus, Chelavier, Elg, Erasoft24, Ercii, Ernest01, Escaladix, F&TI "Monin Stéphane", Flodelaplage, Gfsas, Ipokop, JLM, Jerome66, Jpn445, Kasos, La Cigale, Leag, Louperivois, Michel c12, NicoV, Nono64, Ordifana75, Pautard, Phe, Pld, Pulsar, R, Romanc19s, Saison, Sebletoulousain, Silex6, Sprud, T, Thielleux, WikiBilou, Willow51, Zedh, 76 modifications anonymes

[3] Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Option : Modélisation et simulation en mécanique. Université m'hamed bougara boumerdes faculté des sciences de l'ingénieur département : génie mécanique Thème Etude et réalisation d'une machine outil à commande numérique (fraiseuse 3 axes) Mr. MAHDJOUBI ABDEL FETTAH

[4] Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master université badji-mokhtar- annaba Simulation de l'usinage d'un guidage longitudinal sous le logiciel SINUTRAIN 828D Shop Mill BOUANIK FOUAD

[5] <https://fr.scribd.com/document/316039960/chapitre-3-programmation-iso-pdf>. HECHMI CHERMITI ISET Kairouan.

[6] Machines Outils à Commande Numérique SIDOBRE Daniel Université Paul Sabatier LAAS-CNRS 7 Av. du Col. Roche 31077 Toulouse Cedex

Chapitre 3

Etude de la fabrication d'un
moule pour injection plastique
par CNC

1 Introduction

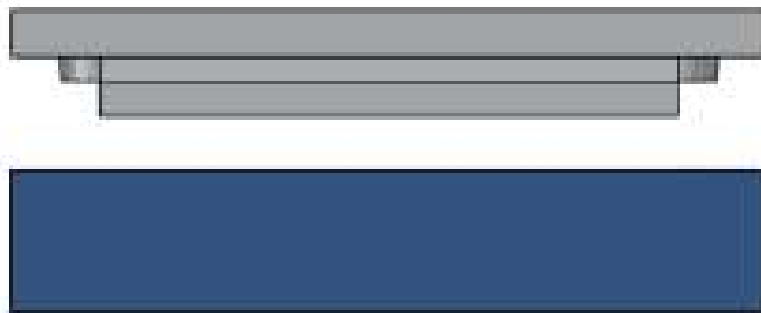
Dans ce chapitre nous allons étudier la fabrication de moule injection plastique sur des machines à commande numérique type CNC. Pour cette raison on adopte un raisonnement qui commence par l'analyse des liaisons et aboutira à la réduction des gammes d'usinage et des contrats de phase qui serviront eux aussi à la réduction des programmes de la commande numérique nécessaires à la fabrication des différentes pièces de notre appareil.

2 Etude de la fabrication

Conception du produit (dessin technique)

Après avoir déterminé les différentes formes fonctionnelles qui découlent des différentes fonctions de l'appareil on peut à présent concevoir notre produit et donc faire les différents dessins industriels.

Les figures suivantes sont le dessin en perspective et les projections orthogonales de l'ensemble du produit et de ces composants.



Universite Kasdi Merbah Ouargla Faculte Science Appliquees Departement Genie Mecanique

1:3



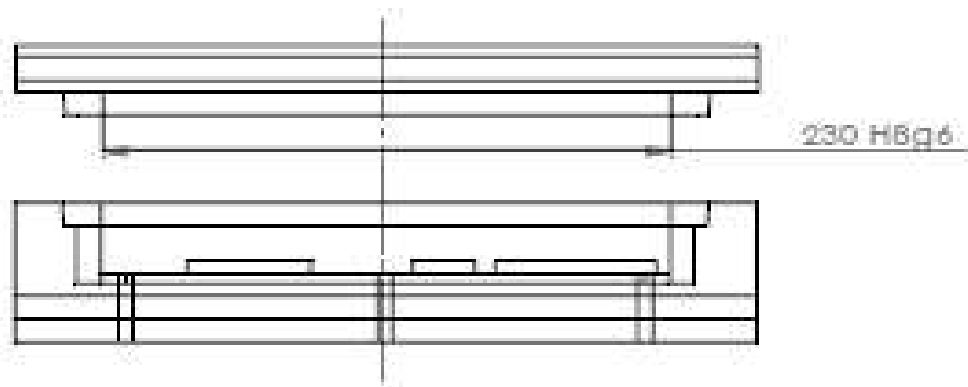
A4

Assemblage en perspective du moule

BOUTAYEB

BENLAMOUDI

JUN 2021



Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté Science Appliquée Département Génie Mécanique

1:3

BOUTAYEB

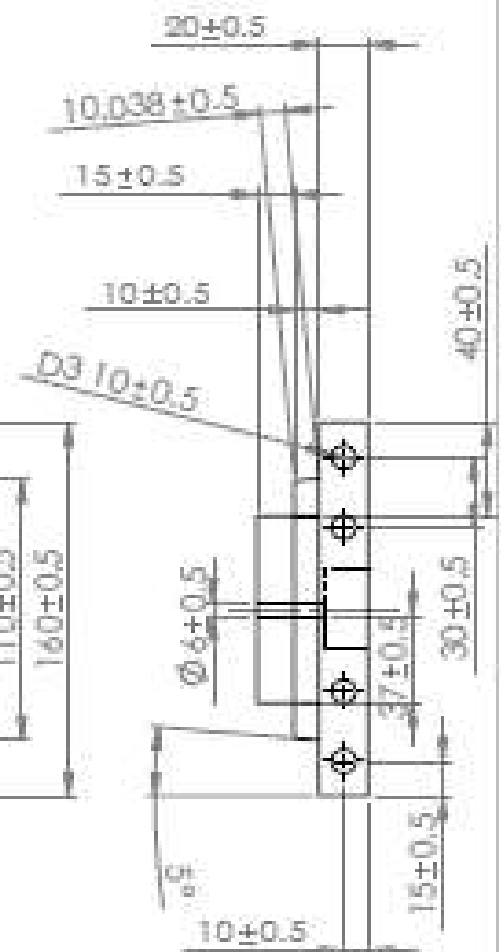
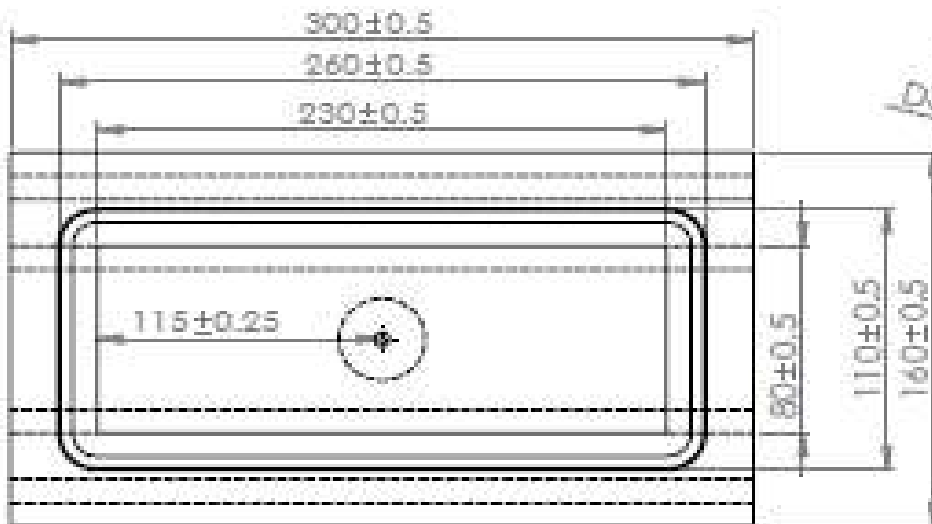
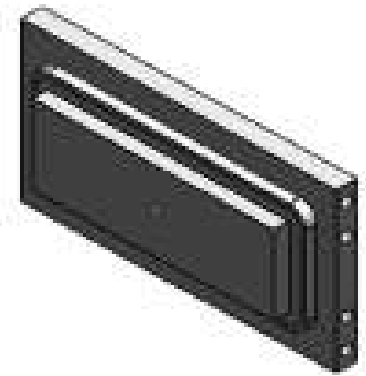
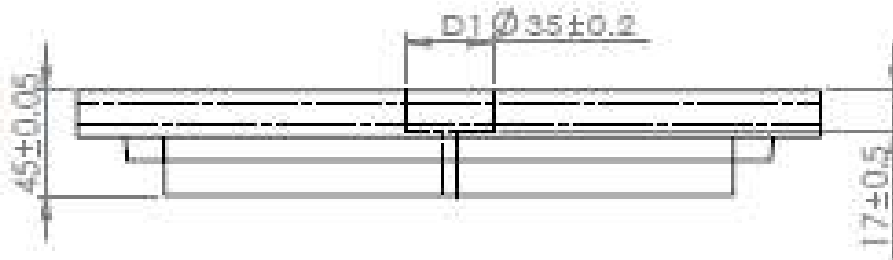


Le moule

BENLAMOUDI

A4

JUN 2021



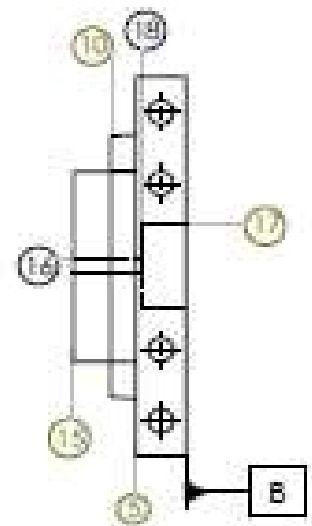
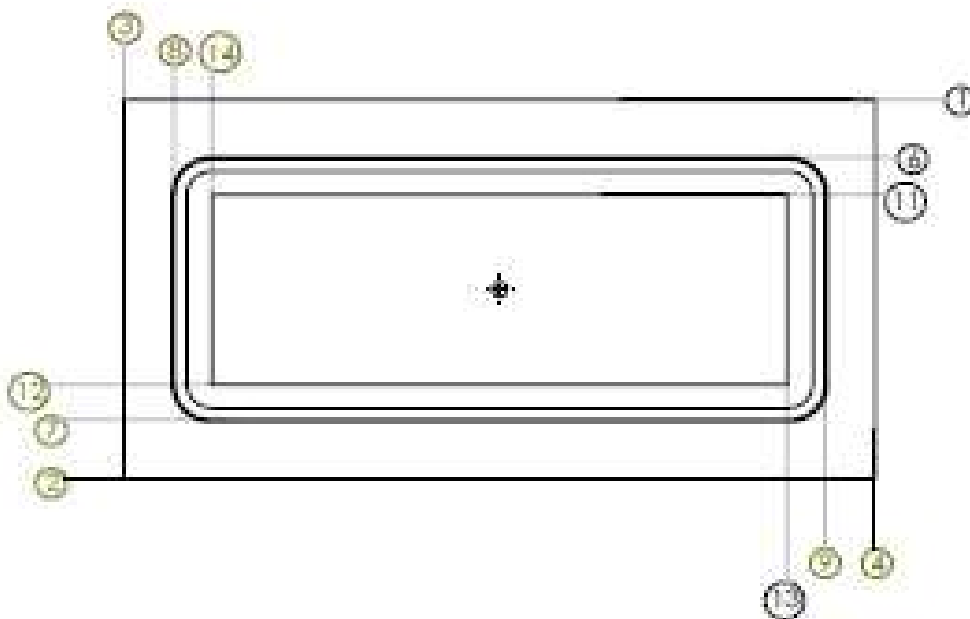
Ra=3.2 sauf indication
 IT=+/-0.5 sauf indication
 D3 est obturée par moulage en coquille

Université Kasdi Merbah Ouargla faculté science Appliquée Département Génie mécanique

A4	Partie fixe du moule	Benlamoudi
1:3		Boutayeb
		juin 2021



B	//	0.3	18-5
1	□	0.5	8
2	//	0.3	1
3	L	0.5	2
4	//	0.3	3
5	∕	0.1	4-7-8-9
10	//	0.3	5
11		0.5	10
12	//	0.3	11-16
14	//	0.3	13
15	//	0.5	14-16
17	⊞	0.1	16



Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté Science Appliquée Département Génie Mécanique

1:3



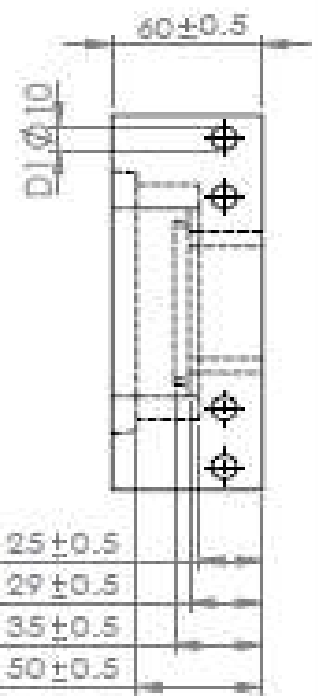
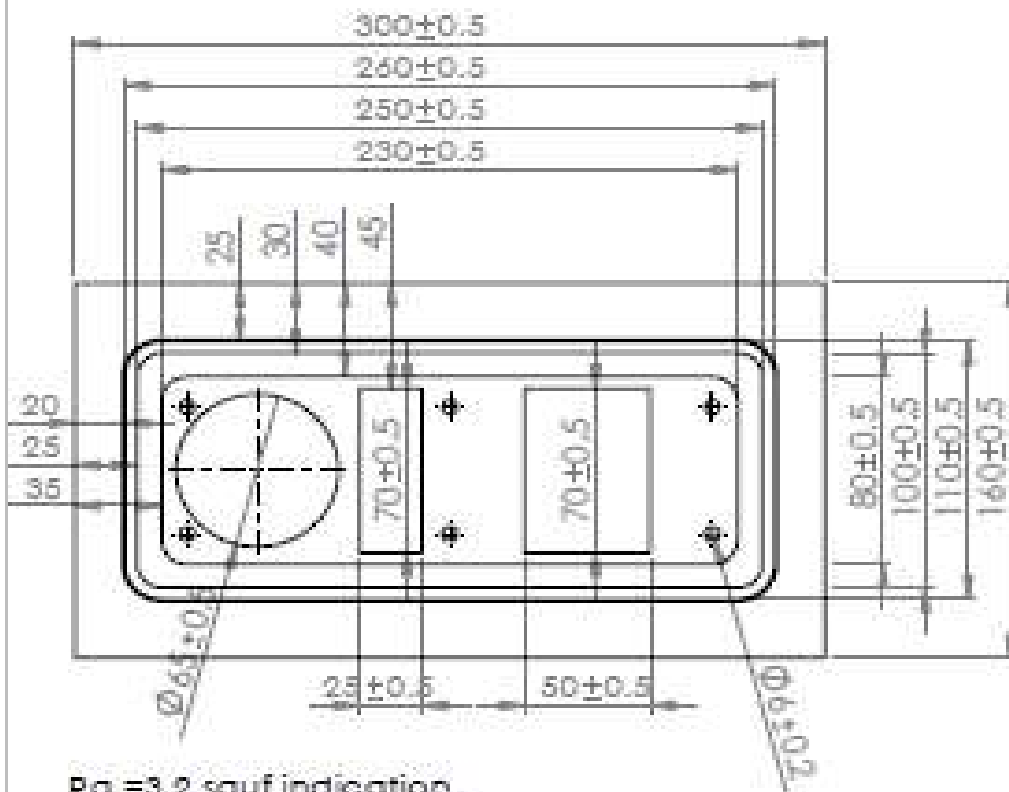
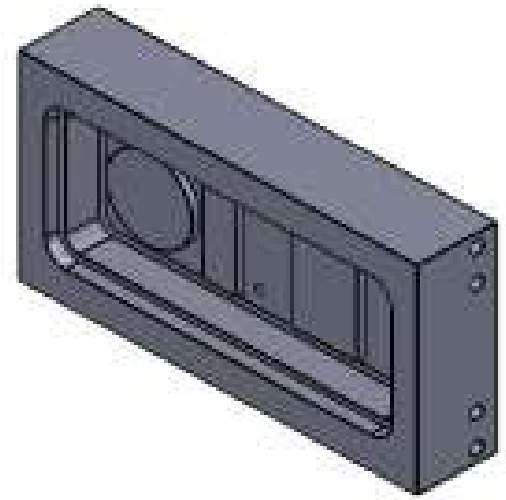
Les surfaces du Partie fixe de moule

BOUTAYEB

BENLAMOUDI

A4

JUN 2021



Ra = 3.2 sauf indication
 IT = +/- 0.5 sauf indication
 D1 est obtenue par moulage en coquille

Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté Science Appliquée Département Génie Mécanique

1:3



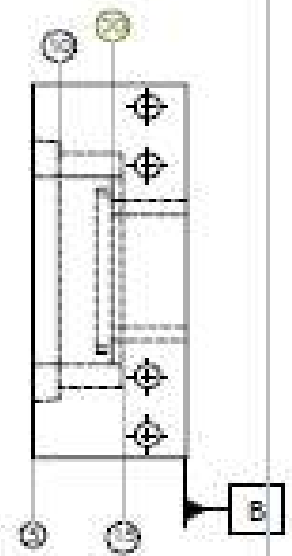
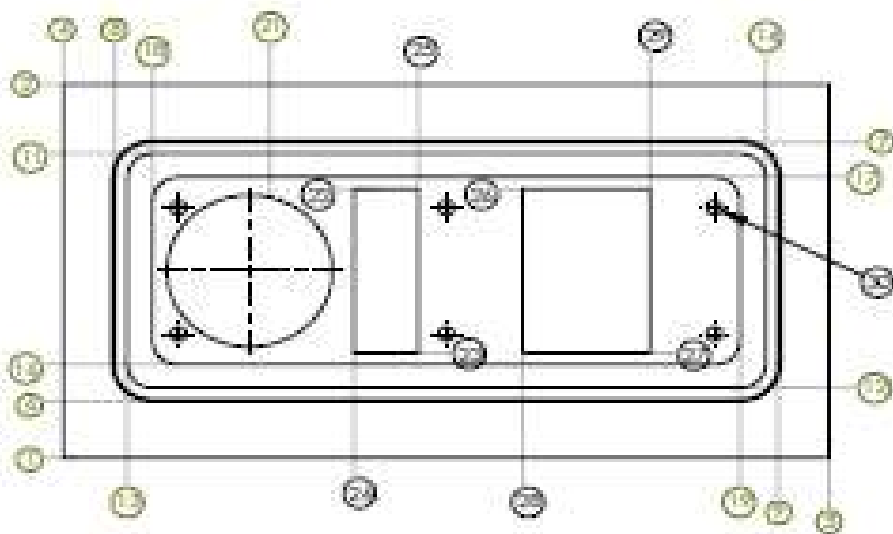
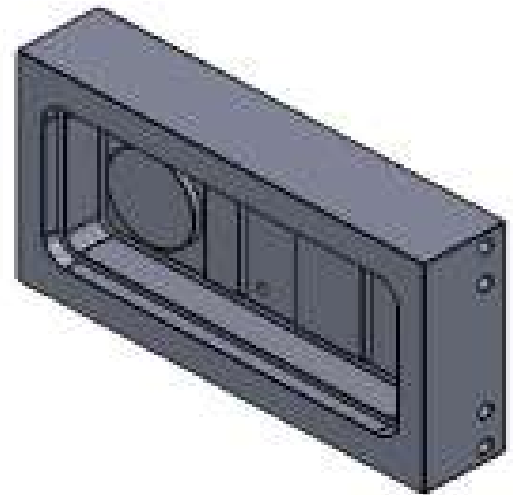
A4

BOUTAYEB

BENLAMOUDI

JUN 2021

1		0.5	B
2		0.3	1
3		0.5	2
4		0.3	3
B		0.3	5-15-20
5		0.1	6-8
7		0.3	6
5		0.3	9-10
11		0.5	10
12		0.3	11
13		0.5	12
14		0.3	13
15		0.5	16-18
17		0.3	16
19		0.3	18
20		0.5	21-22-26
23		0.3	22
24		0.5	23
27		0.3	26
28		0.5	26
29		0.3	28
30		0.2	1



Ra = 3.2 sauf indication
IT = +/- 0.5 sauf indication
D1 est obtenue par moulage en coquille

Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté Science Appliquées Département Génie Mécanique

1:3



A4

Les surfaces de partie mobile du moule

BOUTAYEB

BENLAMOUDI

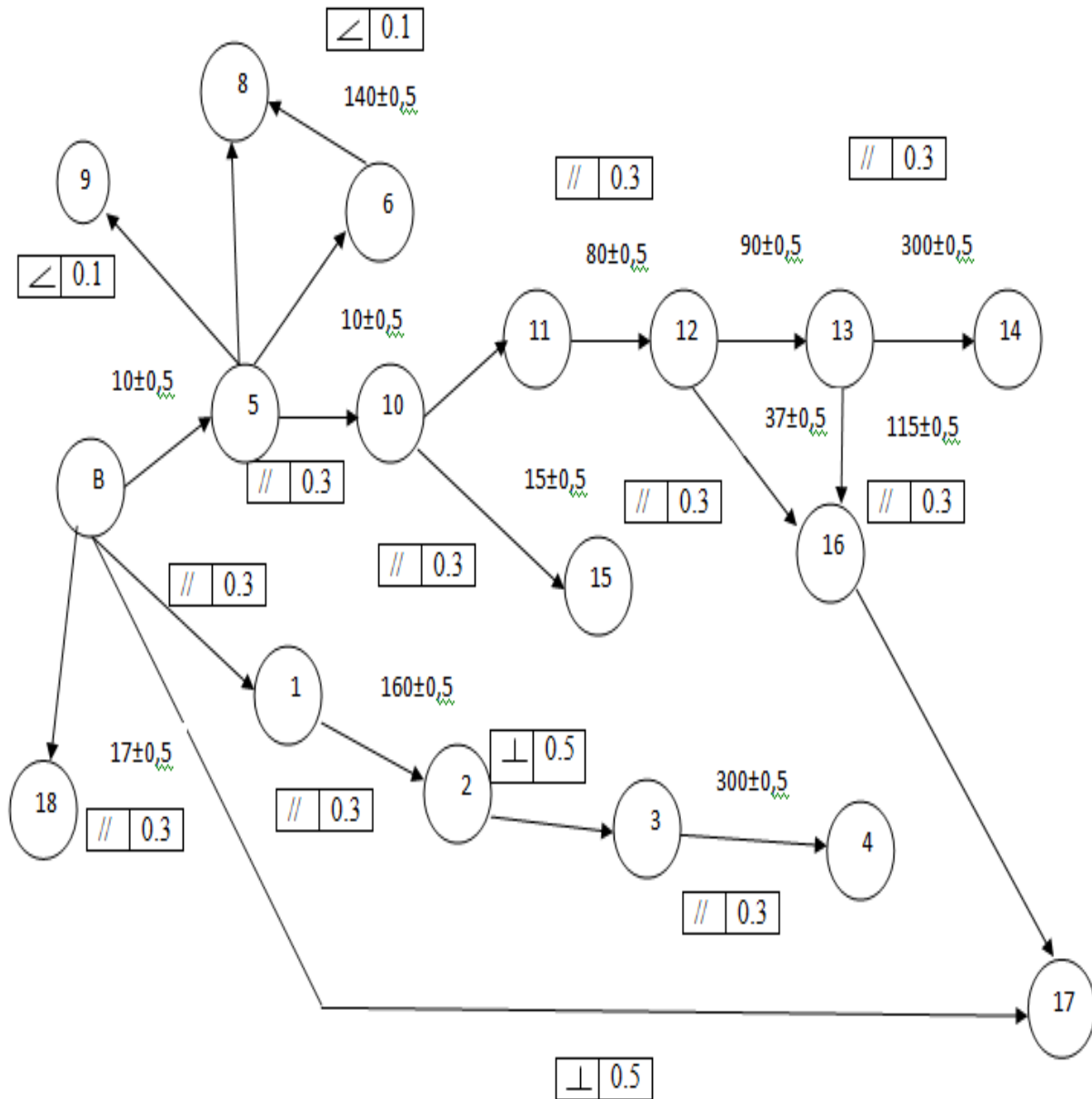
JUN 2021

3/ analyses chronologiques de fabrication

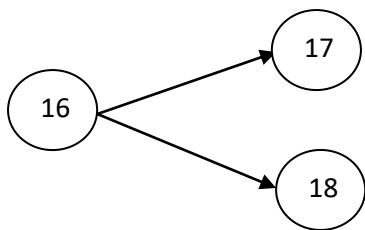
A-Partie fixe

1 analyse des contraintes d'antériorité et de simultanéité

a) contraintes de l'antériorité dimensionnelles et géométrique



A) contrainte d'antériorité d'ordre technologique :



Surfaces	Cotes de liaison aux surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	
	Usinées	Brutes	Ra	IT	Particulières	Nombre de passe	Symbolisation
1		(B)	3.2	1	\perp 0,5 B	Ebauche et finition	1E, 1F
2	(1) 160±0,5		3.2	1	// 0,3 1	Ebauche et finition	2E, 2F
3			3.2	1	\perp 0,5 2	Ebauche et finition	3E, 3F
4	(3) 300±0,5		3.2	1	// 0,3 3	Ebauche et finition	4E, 4F
5		(B) 20±0,5	3.2	1	// 0,3 B	Ebauche et finition	5E, 5F
6			3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	6E, 6F
7	(6) 110±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	7E, 7F
8			3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	8E, 8F
9	(8) 260±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	9E, 9F
10	(5) 10±0,5		3.2	1	// 0,3 5	Ebauche et finition	10E, 10F
11			3.2	1	\perp 0,5 10	Ebauche et finition	11E, 11F
12	(11) 80±0,5		3.2	1	// 0,3 11	Ebauche et finition	12E, 12F
13			3.2	1	\perp 0,5 12	Ebauche et finition	13E, 13F
14	(13) 230±0,5		3.2	1	// 0,3 13	Ebauche et finition	14E, 14F

Surfaces	Cotes de liaison aux surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	
	Usinées	Brutes	Ra	IT	Particulières	Nombre de passe	Symbolisation
15	15±0,5 10		3.2	1	// 0,3 10	Ebauche et finition	15E , 15F
16	37±0,5 115±0,5 12 13		3.2	1	// 0,3 12 // 0,3 13	Ebauche et finition	16E , 16F
17			3.2	1	⊙ 0,1 16 ⊥ 0,5 B	Ebauche et finition	17E , 17F
18		17±0,5 B	3.2	1	// 0,3 B	Ebauche et finition	18E , 18F

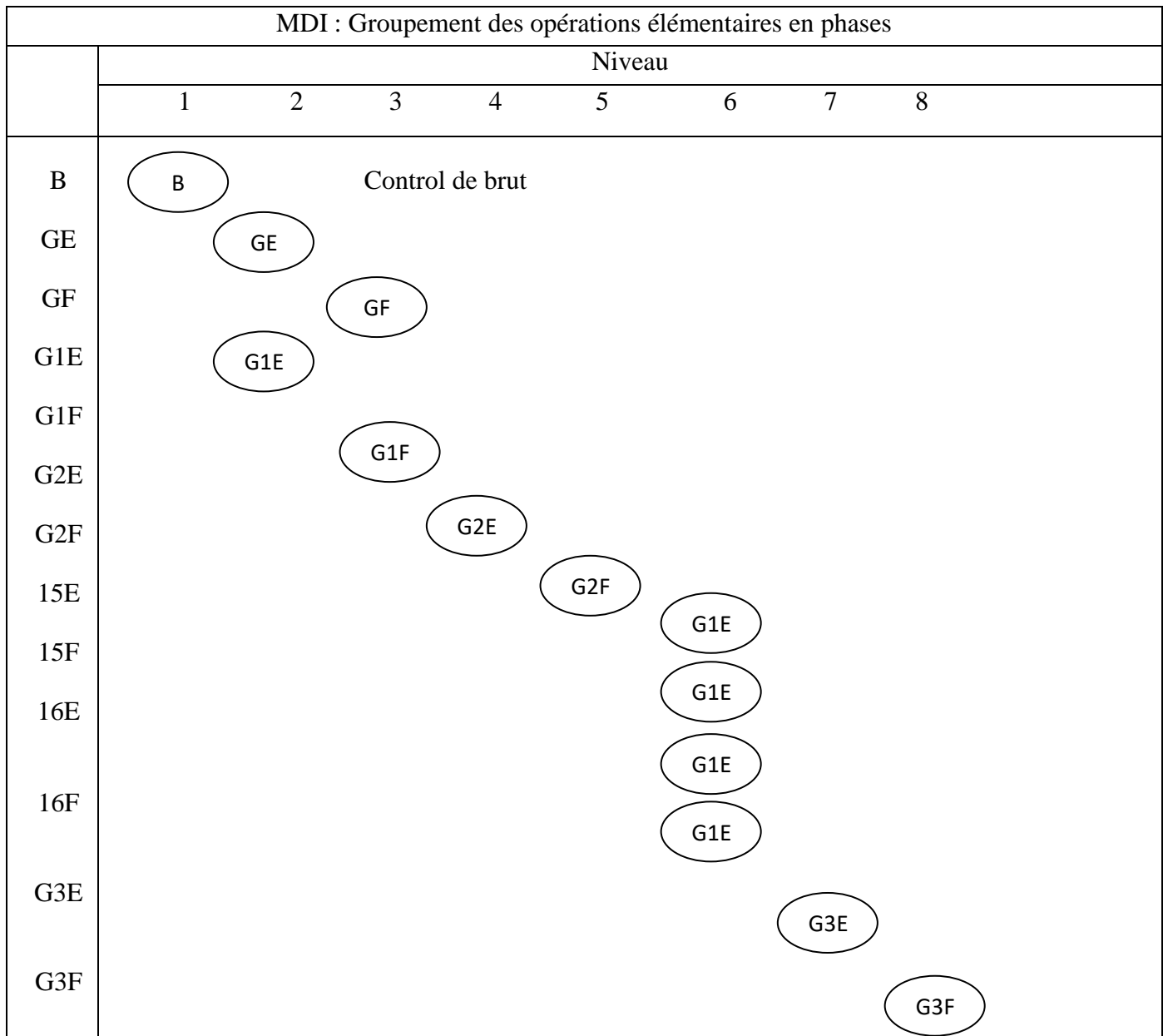
MDI : Groupement des surfaces		
Symbole	les surfaces	outils utilisés et raison de l'assemblage
G	1 2 3 4	GE GF ébauche et finition avec une fraise
G1	5 6 7 8 9	ébauche et finition avec une fraise 2T G1E - G1F
G2	10 11 12 13 14	ébauche et finition avec une fraise 2T G2E - G2F
15		ébauche et finition un outil de surfacage 15 ^E 15F
16		ébauche et finition foret alésoir 16E 16F
G3	17 18	Ebauche et finition un outil à lamer G3E G3F

Opérations	Contraintes											
	Dimensionnelles	Géométriques						Technologiques			Economiques	
		//	⊥	—	⊕	▭	⊙	reprise	Opération	bavure	Moindre usinage	Outil de finition
B ₁												
GE		B										
GF		B						GE				
G1E	B	B										
G1F	B	B						G1E				
G2E	G1F	G1F										
G2F	G1F	G1F						G2E				
15E	G2F											
15F	G2F											
16E	G2F											
16F	G2F											
G3E		B	B				16F					
G3F		B	B				16F	G3E				

Tableau 1 : Tableau des niveaux

Entrées															Niveaux							
	B	GE	GF	G1E	G1F	G2E	G2F	15E	15F	16E	16F	G3E	G3F	Total	1	2	3	4	5	6	7	8
B	■													0	0	0	0	0	0	0	0	0
GE	1	■												1	1	0	0	0	0	0	0	0
GF	1	1	■											2	2	1	0	0	0	0	0	0
G1E	1			■										1	1	0	0	0	0	0	0	0
G1F	1			1	■									2	2	1	0	0	0	0	0	0
G2E					1	■								1	1	1	1	0	0	0	0	0
G2F					1	1	■							2	2	2	2	1	0	0	0	0
15E							1	■						1	1	1	1	1	1	0	0	0
15F							1		■					1	1	1	1	1	1	0	0	0
16E							1			■				1	1	1	1	1	1	0	0	0
16F							1				■			1	1	1	1	1	1	0	0	0
G3E	1										1	■		2	2	1	1	1	1	1	0	0
G3F	1										1	1	■	3	3	2	2	2	2	2	1	0
															B	GE	GF	G2E	G2F	15E	G3E	G3F
																G1E	G1F			15F		
																				16E		
																				16F		

MDI : Niveau d'implémentation							
1	2	3	4	5	6	7	8
B	GE G1E	GF G1F	G2E	G2F	15E-15F-16E-16F	G3E	G3F



Etape	Opération
100	Contrôle de brut
200	Fraisage G1E - G1F
300	Surfaçage B
310	Fraisage G0E- G0F
320	Perçage 16E -16F
330	Lamage G3E -G3F
400	Contrôle finale

Groupe : Elément : Partie fixe		Gamme d'usinage		
Nombre : 1 Matière : alliage aluminium Brut :				
N° De Phase	Identifier les étapes et les processus	Les machines	Appareils Outil de Coupe	Dessin
100	Contrôle de brut Vérifiez les normes et les spécifications	Atelier de métrologie	Pied à coulisse	S'assurer-vous que le brut est capable de donner la pièce requise par le bureau d'études.
200	<p>Frisage : 1 pièce au montage référentiel de départ par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -appui plan sur B 3N (1-2-3) -appui linéaire sur 2 2N (4-5) -appui ponctuelle sur 3 en 1N(6) <p>201 : Ebauche G1E.G2E 202 : Finition G1E.G2E 203 : Surfacier en E 15 204 : Surfacier en F 15</p> <p>$C_{m1} = 20^{\pm 0.5}$ $C_{m2} = 30^{\pm 0.5}$ $C_{m3} = 45^{\pm 0.5}$ $C_{m4} = 25^{\pm 0.5}$ $C_{m5} = 40^{\pm 0.5}$</p>	Fraiseuse A commande numérique	Montage F200 Fraise à 2T Ø20	
300	<p>Frisage : 1 pièce au montage référentiel de départ par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Appui plan sur 5 3N (1-2-3) -Appui linéaire sur 7 2N (4-5) -Appui ponctuelle sur 	Fraiseuse A		

	<p>9 1N(6)</p> <p>301 : Surfacé en F B $C_{m7} = 22 \pm 0.5$</p> <p>302 : Contournée en E GE</p> <p>303 : Contournée en F GF</p> <p>320 : Percer en F 16 $Co1 = 6 \pm 0.2$</p> <p>330 : lamer en F 17 18 $Co2 = 35 \pm 0.2$ $C_{m6} = 3 \pm 0.5$</p>	<p>commande numérique</p>	<p>Montage</p> <p>F300</p> <p>Fraise à 2T Ø20</p> <p>TLD</p> <p>K10</p>	
<p>400</p>	<p>Contrôle finale</p>			

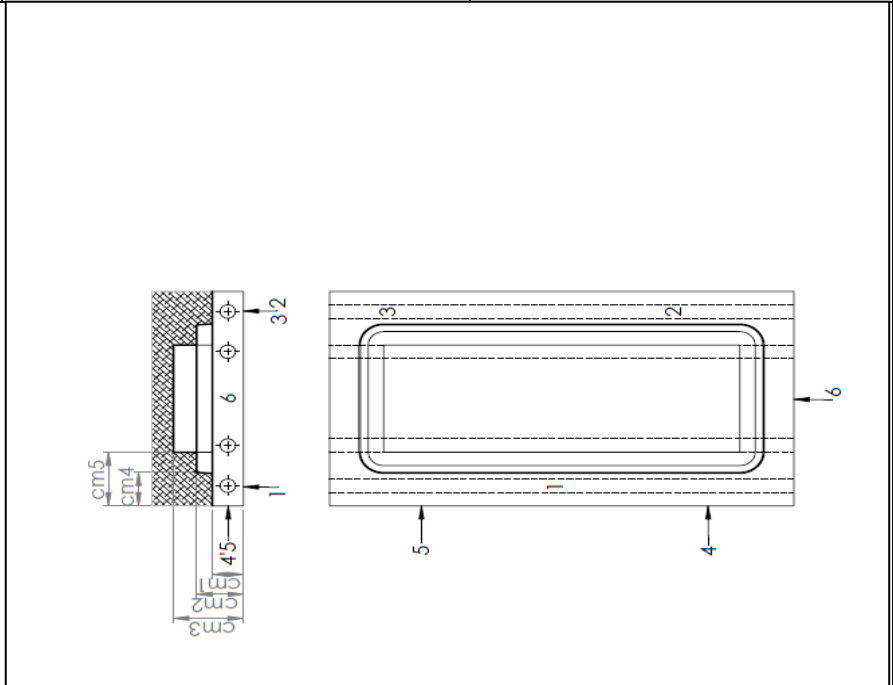
Contrat de phase

Pièce : partie fixe de moule	Nombre : 1	Matière : alliage aluminium
Phase : fraisage 200	Machine : fraiseuse a commande numérique	Brut :

mouvement de l'outil

Référentiel de mise en position défini comme suite :

- appui plan sur B 3N (1-2-3)
- appui linéaire sur 2 2N (4-5)
- appui ponctuelle sur 3 en 1N(6)



Les mouvements initiaux		Les outils	Elément s			Le temps en mn
			Coupe			
		V a n			p N L	
1	prendre la	Montage d'usinage T 200				
2	pièce placez la pièce					
3	Ebauche G1E.G2E $C_{m1}=20\pm 0,5$, $C_{m2}=25\pm 0,5$, $C_{m4}=40\pm 0,5$,	Fraise 2T	175	0,05	490	1 1 54,2
4	finition GF et G2F	Fraise de surfacage	200	0,04	550	0,2 1 54,2
5	retour au point de départ					
6	Surfacier en E 15 $C_{m3}=30\pm 0,5$ $C_{m5}=45\pm 0,5$					
7	Surfacier en F 15					
8	démonter la pièce					
9	nettoyage					
10	contrôle la pièce	Les cotes Ra les tolérances géométriques				

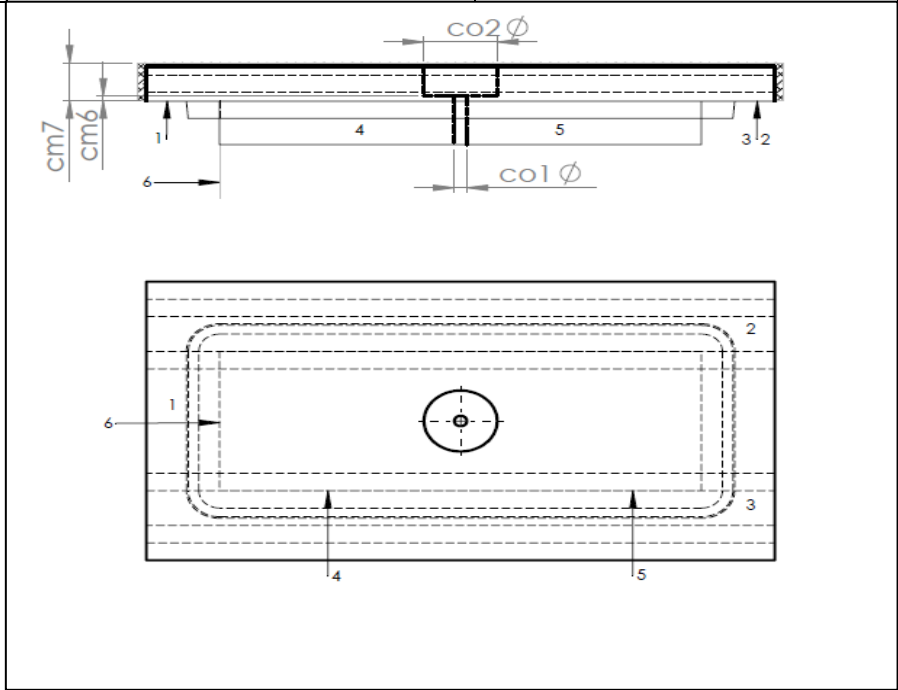
Contrat de phase

Pièce : partie fixe de moule	Nombre : 1	Matière : alliage aluminium
Phase : fraisage 300	Machine : fraiseuse a commande numérique	Brut :

mouvement de l'outil

Référentiel de mise en position défini comme suite:

Appui plan en 5 3N (1-2-3)
 Centrage court en 7 2N (4-5)
 Appui ponctuelle en 9 1N (6)



	Les mouvements initiaux	Les outils	Elément s			Le temps en mn		
			Coupe					
			V	a	n	p	N	L
1	prendre la	Montage d'usinage T 200						
2	pièce placez la pièce							
3	Surfacer en F B $C_{m7} = 22 \pm 0.5$	Fraise 2T Foret alésoir $\phi 6$ Fraise 2	175	0,05	490	1	1	54,2
4	retour au point de départ	Taille	200	0,04	550	0,2	1	54,2
5	Contournée en E GE	Outil à lamer						
6	Contournée en F GF							
7	retour au point de départ							
8	Percer en F 16 $C_{01} = 6 \pm 0.2$							
9	retour au point de départ							
10	lamer en F 17 18 $C_{02} = 35 \pm 0.2$							

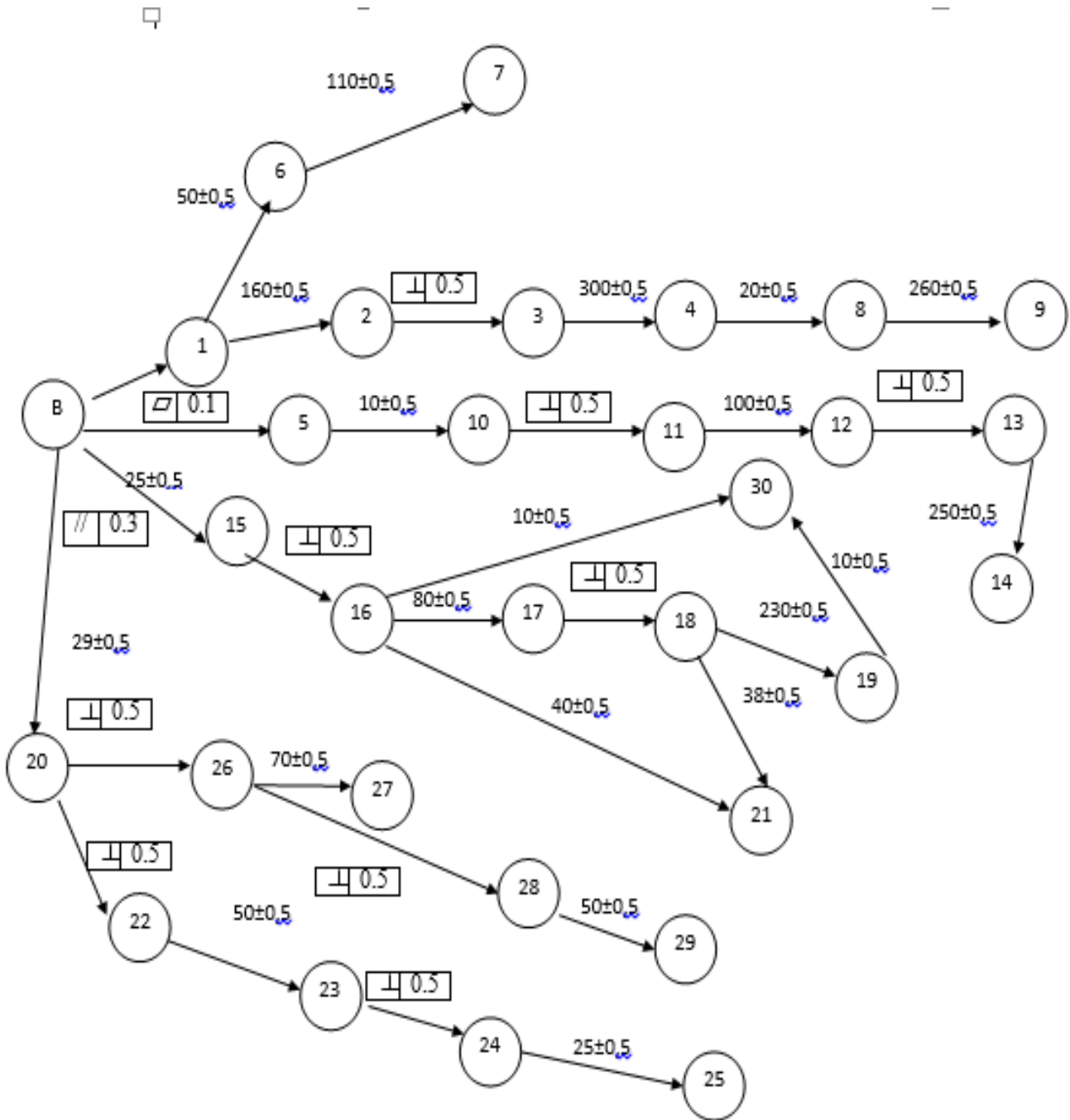
	$C_{m6} = 3^{\pm 0.5}$				
	démonter la pièce				
	nettoyage				
	contrôle la pièce				
	contrôle la pièce	Les cotes Ra les tolérances géométriques			

N° de plan		FICHE DE PROGRAMMATION									MATÉRIAU : alliage aluminium				
		TITRE			RÉDIGÉE PAR			FICHE							
Description	N	Code préparatoire	Code auxiliaire	Coordonnées axiales			I	J	K	Vitesse diamètre	Vitesse broche	P	Q	R	Outil n°
		G	M	X	Y	Z				F	S				T
1	10	21													
2	20		06												01
3	30	00		0	0	10									
4	40		03								3500				
5	50	00				2									
6	60	01				-1				17					
7	70	01		120						30					
8	80	01			20										
9	90	01		0											
10	100	01			40										
11	110	01		120											
12	120	01			60										
13	130	01		0											
14	140	01			80										
15	150	01		120											
16	160	01			100										
17	170	01		0											
18	180	01			120										
19	190	01		120											
20	200	00				10									
21	210	00		0	0										
22	220	00			20										
23	230	01				-5				17					
24	240	01		120						30					
25	250	01			0										
26	260	01		0											
27	270	01			20	-10									
28	280	01		120											
29	290	01			0										
30	300	01		0											
31	310	01			20	-15									
32	320	01		120											
33	330	01			0										
34	340	01		0											
35	350	01			20	-20									
36	360	01		120											
37	370	01			0										
38	380	01		0											
39	390	01			20	-25									
40	400	01		120											
41	410	01			0										
42	420	01		0											
43	430	01			20	-30									
44	440	01		120											
45	450	01			0										
46	460	01		0											
47	470	01			20	-35									
48	480	01		120											
49	490	01			0										

Partie Mobile :

1/ analyse des contraintes d'antériorité et de simultanéité

B) contraintes d'antériorité dimensionnelles (cotation) :




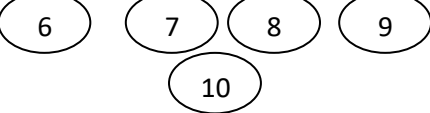
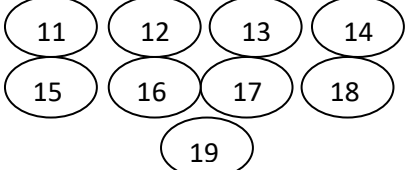
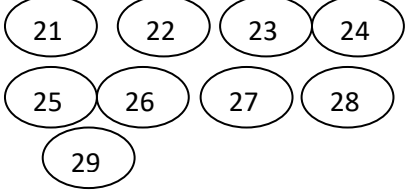
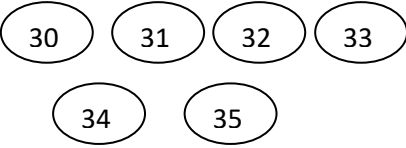
Surfaces	Cotes de liaison aux surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	
	Usinées	Brutes	Ra	IT	Particulières	Nombre de passe	Symbolisation
1			3.2	1	\perp 0,5 B	Ebauche et finition	1E, 1F
2	① 160±0,5		3.2	1	// 0,3 1	Ebauche et finition	2E, 2F
3			3.2	1	\perp 0,5 2	Ebauche et finition	3E , 3F
4	③ 300±0,5		3.2	1	// 0,3 3	Ebauche et finition	4E , 4F
5		ⓑ 60±0,5	3.2	1	// 0,3 B	Ebauche et finition	5E , 5F
6	① 25±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	6E , 6F
7	⑥ 110±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	7E , 7F
8	④ 20±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	8E, 8F
9	⑧ 260±0,5		3.2	1	\sphericalangle 0,1 5	Ebauche et finition	9E , 9F
10	⑤ 10±0,5		3.2	1	// 0,3 5	Ebauche et finition	10E , 10F
11			3.2	1	\perp 0,5 10	Ebauche et finition	11E , 11F
12	⑪ 100±0,5		3.2	1	// 0,3 11	Ebauche et finition	12E , 12F
13			3.2	1	\perp 0,5 12	Ebauche et finition	13E , 13F
14	⑬ 250±0,5		3.2	1	// 0,3 13	Ebauche et finition	14E , 14F

Surfaces	Cotes de liaison aux surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	
	Usinées	Brutes	Ra	IT	Particulières	Nombre de passe	Symbolisation
15		$25 \pm 0,5$ (B)	3.2	1	// 0,3 B	Ebauche et finition	15E, 15F
16			3.2	1	⊥ 0,5 15	Ebauche et finition	16E, 16F
17	(16) $80 \pm 0,5$		3.2	1	// 0,3 16	Ebauche et finition	17E, 17F
18			3.2	1	⊥ 0,5 15	Ebauche et finition	18E, 18F
19	(18) 220		3.2	1	// 0,3 18	Ebauche et finition	19E, 19F
20		$29 \pm 0,5$ (B)	3.2	1	// 0,3 B	Ebauche et finition	20E, 20F
21	(18) $38 \pm 0,5$		3.2	1	⊥ 0,5 20	Ebauche et finition	21E, 21F
21	(16) $40 \pm 0,5$		3.2	1		Ebauche et finition	21E, 21F
22			3.2	1	⊥ 0,5 20	Ebauche et finition	22E, 22F
23	(22) $70 \pm 0,5$		3.2	1	// 0,3 22	Ebauche et finition	23E, 23F
24			3.2	1	⊥ 0,5 23	Ebauche et finition	24E, 24F
25	(24) $24 \pm 0,5$		3.2	1	// 0,3 25	Ebauche et finition	25E, 25F
26			3.2	1	⊥ 0,5 20	Ebauche et finition	26E, 26F
27	(26) $70 \pm 0,5$		3.2	1	// 0,3 26	Ebauche et finition	27E, 27F

Surfaces	Cotes de liaison aux surfaces		Spécifications			Opérations élémentaires	
	Usinées	Brutes	Ra	IT	Particulières	Nombre de passe	Symbolisation
28			3.2	1	\perp 0,5 26	Ebauche et finition	28E, 28F
29	28 $50 \pm 0,5$		3.2	1	// 0,3 28	Ebauche et finition	29E, 29F
30	16 $10 \pm 0,5$		3.2	1	\oplus 0,2 16	Ebauche et finition	30E , 30F
30	19 $10 \pm 0,5$		3.2	1		Ebauche et finition	30E , 30F

..

MDI : Groupement des surfaces

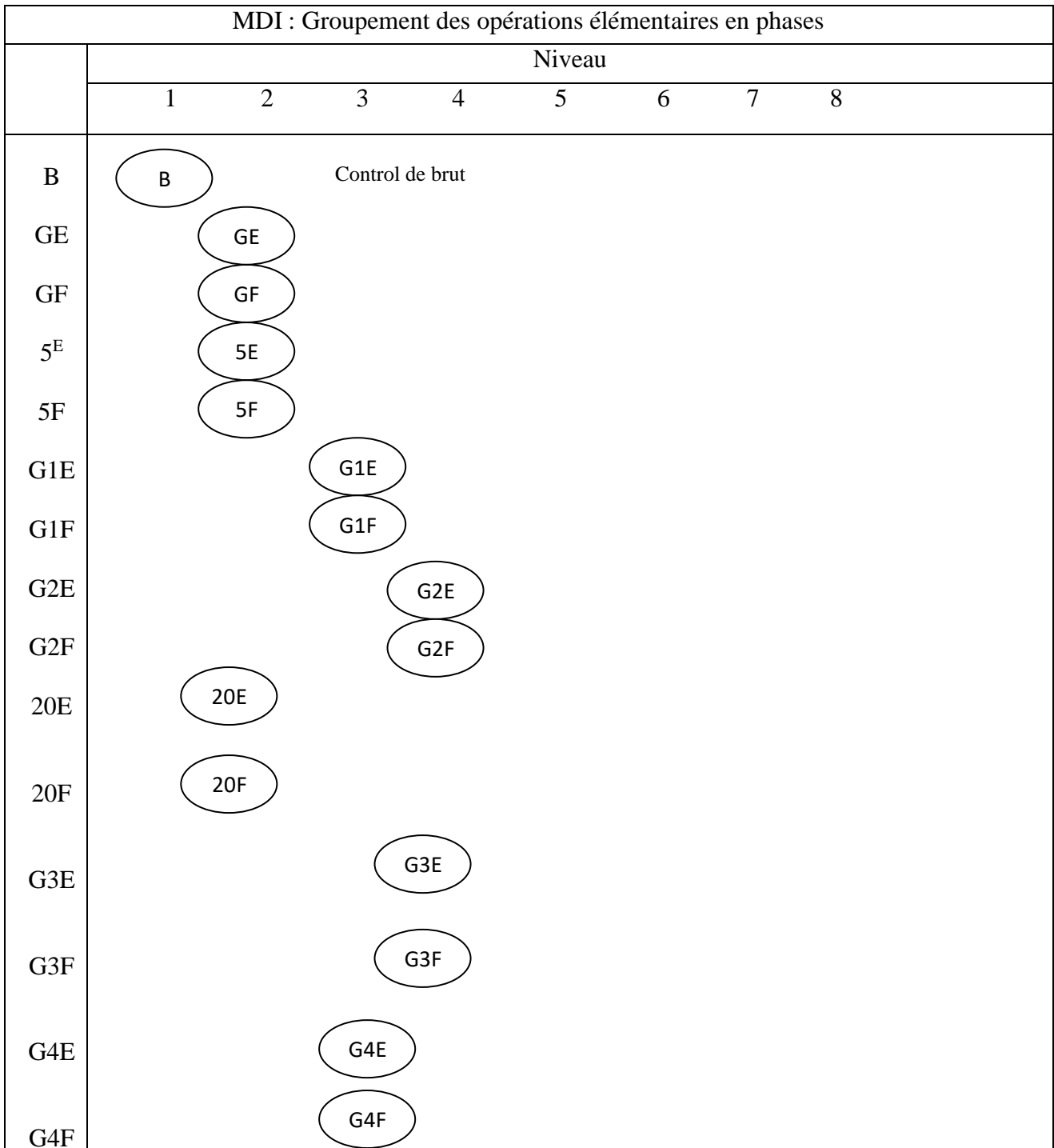
Symbole	les surfaces	outils utilisés et raison de l'assemblage
G		GE GF ébauche et finition avec une fraise
S5		Surfaçage outil de rabotage 5E - 5F
G1		ébauche et finition avec une fraise 2T G1E - G1F
G2		ébauche et finition avec une fraise 2T G2E - G2F
S20		Surfaçage outil de rabotage 20E 20F
G3		ébauche et finition avec une fraise 2T G3E – G3F
G4		Perçage foret G4E – G4F

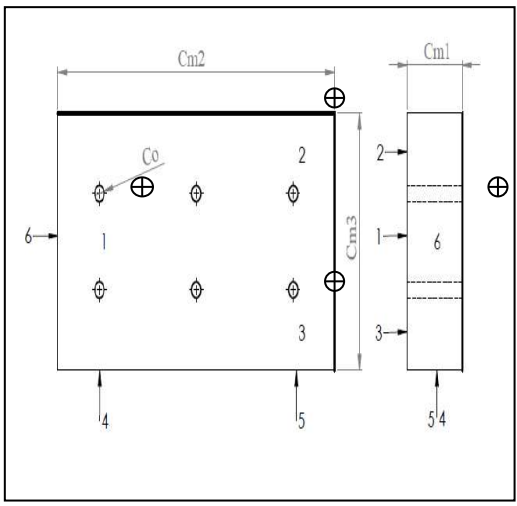
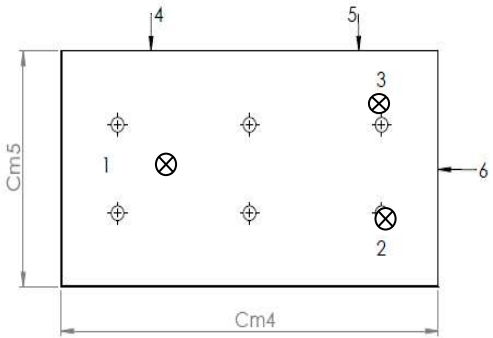
Opérations	Contraintes											
	Dimensionnelles	Géométriques					Technologiques			Economiques		
		//	⊥	—	⊕	▭	∠	reprise	opération	bavure	Moindre usinage	Outil de finition
B												
GE		B										
GF		B										
5E	B				B							
5F	B				B							
G1E	GF – 5F						5F					
G1F	GF – 5F						5F					
G2E	G1F - B		10F									
G2F	B	B	10F									
20E	B											
20F	B	B										
G3E	G2F		20F									
G3F	G2F		20F									
G4E					20F							
G4F					20F							

Tableaux 2 : Tableau des niveaux

Entrées																Total	Niveau					
	B	GE	GF	5E	5F	G1E	G1F	G2E	G2F	20E	20F	G3E	G3F	G4E	G4F			Total	1	2	3	4
B	1																	0	0	0		
GE	1	1																1	1	0		
GF	1		1															1	1	0		
5E	1			1														1	1	0		
5F	1				1													1	1	0		
G1E			1		1	1												2	2	2	0	0
G1F			1		1		1											2	2	2	0	0
G2E	1						1	1										2	2	1	1	0
G2F	1						1		1									2	2	1	1	0
20E	1									1								1	1	0	0	0
20F	1										1							1	1	0	0	0
G3E									1		1	1						2	2	2	1	0
G3F									1		1		1					2	2	2	1	0
G4E											1			1				1	1	1	0	0
G4F											1				1			1	1	1	0	0
																			B	GE	G1E	G2E
																				GF	G1F	G2F
																				5E	G4E	G3E
																				5F	G4F	G3F
																				20E		
																				20F		

MDI : Niveau d'implémentation			
1	2	3	4
B	GE- GF-5E-5F-20E- 20F	G1E- G1F- G4E- G4F	G2E-G2F-G3E-G3F



Groupe : Elément : partie mobile de moule Nombre : 1 Matière : alliage aluminium Brut :		<h2 style="margin: 0;">Gamme d'usinage</h2>		
N° de phase	Identifier les étapes et les processus	Les machines	Appareils Outil de coupe	Dessin
100	Contrôle de brut Vérifiez les normes et les spécifications	Atelier de métrologie	Pied à coulisse	S'assurer-vous que le brut est capable de donner la pièce requise par le bureau d'études
200	<p><u>Frisage :</u></p> <p>1 pièce au montage par : Appui plan sur 5 en 3 N (1 2 3) Appui linéaire sur 2 en 2N (4 5) Appui ponctuelle sur 3 en 1N (6) 201 : surfacer en F BF $Cm1 = 62 \pm 0,7$ 202 : contourner en E 1E 2E $Cm2 = 304 \pm 0,7$ $Cm3 = 164 \pm 0,7$ 203 : contourner en F 1F 2F 204 : Percer en E G4E $C_o = 10 \pm 0.7$</p>	Fraise à commande numérique	Montage f 200 fraise à 2T Ø 20 Fraise à surfacer Foret alésoir Ø 10	
300	<p><u>Frisage :</u></p> <p>1 pièce au montage par : Appui plan sur 5 en 2 (1-2-3) Appui linéaire sur 1 en 2N (4-5) Appui ponctuelle sur 4 en 1N (6) 301 : contourner en E 2E 3E $Cm4 = 300 \pm 0,5$ $Cm5 = 160 \pm 0,5$</p>			

	302 : contourner en F 2F 3F			
400	<p>1 pièce au montage Appui plan sur B en 3N (1 2 3) Appui linéaire sur 1 en 2N (4 5) Appui ponctuelle sur 1 en 1N (6)</p> <p>401: Surfacer en E 5E $C_{m5} = 60 \pm 0,5$ 402 : Surfacer en F 5F 403 : fraiser en E G1E $C_{m6} = 50 \pm 0,5$ $C_{m7} = 25 \pm 0,5$ $C_{m8} = 30 \pm 0,5$ $C_{m9} = 25 \pm 0,5$ $C_{m10} = 20 \pm 0,5$ 404 : fraiser en F G1F 405 : fraiser en E G2E $C_{m12} = 40 \pm 0,5$ $C_{m13} = 35 \pm 0,5$ $C_{m14} = 25 \pm 0,5$ $C_{m15} = 25 \pm 0,5$ 406 : fraiser en F G2E 407 : Surfacer en E 20E $C_{m16} = 29 \pm 0,5$</p> <p>408 :surfacer en F 20F 409 :Fraiser en E G3E $C_{m17} = 70 \pm 0,5$ $C_{m18} = 45 \pm 0,5$ $C_{m19} = 161.110 \pm 0,5$ $C_{m20} = 45 \pm 0,5$ $C_{m21} = 73 \pm 0,5$ $C_{m22} = 80 \pm 0,5$ 410 : Fraiser en F G3F</p>	Fraise à commande numérique	Montage d'usinage en F 300 Fraise à surfacer Fraise à 2TØ20	
400	Porte de Contrôle			

Contrat de phase

Pièce : partie mobile de moule	Nombre : 1	Matière : alliage aluminium
Phase : fraisage 200	Machine : fraiseuse a commande numérique	Brut :

mouvement de l'outil

Référentiel de mise en position défini comme suite :

Appui plan sur 5 en 3 N (1 2 3)

Appui linéaire sur 2 en 2N (4 5)

Appui ponctuelle sur 3 en 1N (6)

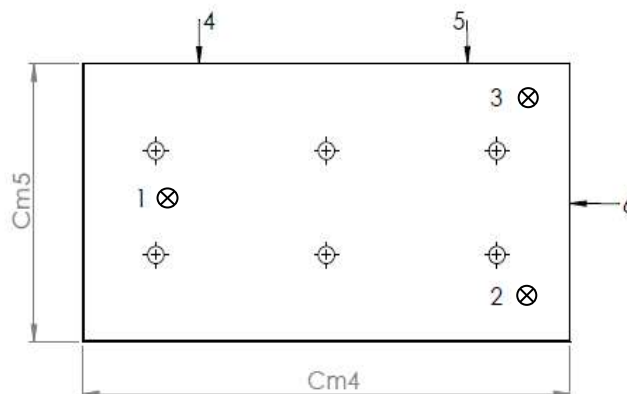
Les mouvements initiaux	Les outils	Eléments			Le temps en mn			
		coupe						
		V	a	n	p	N	L	
1 prendre la pièce	Montage d'usinage T 200							
2 placez la pièce								
3 surfacer en F BF Cm1 = 62±0,7	Fraise 2T	175	0,05	490	1	1	54,2	
4 finition BF	Fraise de surfaçage	200	0,04	550	0,2	1	54,2	
5 Retour rapide	Foret alésoir Ø 6							
6 contourner en E 1E 2E Cm2 = 304±0,7 Cm3 = 164±0,7								
7 finition 1E 2E								
8 Retour rapide								
9 Percer en E G4E Co = 10±0.7								
10 retour au point de départ du cycle								
11 démonter la pièce								
12 nettoyages								
13 contrôle la pièce	Les cotes /Ra les tolérances géométriques							

Contrat de phase

Pièce : partie fixe de moule	Nombre : 1	Matière : alliage aluminium
Phase : fraisage 300	Machine : fraiseuse a commande numérique	Brut :

mouvement de l'outil

Référentiel de mise en position défini comme suite :
 Appui plan sur 5 en 2 (1-2-3)
 Appui linéaire sur 1 en 2N (4-5)
 Appui ponctuelle sur 4 en 1N (6)



Les mouvements initiaux		Les outils	Eléments			Le temps en mn		
			Coupe					
			V	a	n	p	N	L
1	prendre la	Montage d'usinage T 200 Fraise 2T						
2	pièce placez la pièce							
3	: contourner en E 2E 3E Cm4 = 300±0,5 Cm5 = 160±0,5		175	0,05	490	1	1	54,2
4	finition 2E 3E		200	0,04	550	0,2	1	54,2
5	Retour rapide							
6	démonter la pièce							
7	mettre la pièce							
8	nettoyage							
9	contrôle la pièce	Les cotes Ra Les tolérances géométriques						

Contrat de phase

Pièce : partie fixe de moule	Nombre : 1	Matière : alliage aluminium
Phase : fraisage 400	Machine : fraiseuse a commande numérique	Brut :

mouvement de l'outil

Référentiel de mise en position défini comme suite :

- Appui plan sur B en 3N (1 2 3)
- Appui linéaire sur 1 en 2N (4 5)
- Appui ponctuelle sur 1 en 1N (6)

The drawing shows a rectangular mold part with two circular cavities. The top view is labeled with dimensions Cm9, Cm21, Cm20, Cm18, Cm12, Cm8, Cm19, Cm17, Cm13, Cm11, and Cm10. Numbered points 1 through 6 are marked on the part. The side view shows dimensions Cm7, Cm6, Cm16, Cm15, Cm14, and Cm1. A vertical dimension of 4.5 is also indicated.

Les mouvements initiaux		Les outils	Eléments						Le temps en mn
			Coupe						
		V a n p N L							
1	prendre la pièce	Montage d'usinage T 200							
2	placez la pièce			175	0,05	490	1	1	54,2
3	Surfacier en E 5E $C_{m5} = 60 \pm 0,5$	Fraise 2T	200	0,04	550	0,2	1	54,2	
4	Surfacier en F 5F								
5	: fraiser en E G1E $C_{m6} = 50 \pm 0,5$ $C_{m7} = 25 \pm 0,5$ $C_{m8} = 30 \pm 0,5$ $C_{m9} = 25 \pm 0,5$ $C_{m10} = 20 \pm 0,5$								
6	fraiser en F G1F								
7	Retour rapide								
8	: fraiser en E G2E $C_{m12} = 40 \pm 0,5$ $C_{m13} = 35 \pm 0,5$ $C_{m14} = 25 \pm 0,5$ $C_{m15} = 25 \pm 0,5$ fraisier en F G2E								

9	Retour rapide				
10	surfacier en F 20F $C_{m16} = 29 \pm 0,5$				
11	Retour rapide				
12	Fraiser en E G3E $C_{m17} = 70 \pm 0,5$ $C_{m18} = 45 \pm 0,5$ $C_{m19} = 161.110 \pm 0,5$ $C_{m20} = 45 \pm 0,5$ $C_{m21} = 73 \pm 0,5$ $C_{m22} = 80 \pm 0,5$				
13	Fraiser en F G3F				
14	démonter la pièce				
15	mettre la pièce				
16	nettoyage				
17	contrôle la pièce	Les cotes Ra Les tolérances géométriques			

N° de plan		FICHE DE PROGRAMMATION								MATÉRIAU : alliage aluminium						
		TITRE			RÉDIGÉE PAR					FICHE						
Description		Code préparatoire	Code auxiliaire	Coordonnées axiales						Viess e d'amén age	Viess e broche				Outil n°	
	N	G	M	X	Y	Z	I	J	K	F	S	P	Q	R	T	
1	10	21														
2	20		06												01	
3	30	00		0	0	10										
4	40		03								3500					
5	50	00				2										
6	60	01				-1				17						
7	70	01		120						30						
8	80	01			20											
9	90	01		0												
10	100	01			40											
11	110	01		120												
12	120	01			60											
13	130	01		0												
14	140	01			80											
15	150	01		120												
16	160	01			100											
17	170	01		0												
18	180	01			120											
19	190	01		120												
20	200	00				10										
21	210	00		0	0											
22	220	00			20											
23	230	01				-5				17						
24	240	01		120						30						
25	250	01			0											
26	260	01		0												
27	270	01			20	-10										
28	280	01		120												
29	290	01			0											
30	300	01		0												
31	310	01			20	-15										
32	320	01		120												
33	330	01			0											
34	340	01		0												
35	350	01			20	-20										
36	360	01		120												
37	370	01			0											
38	380	01		0												
39	390	01			20	-25										
40	400	01		120												
41	410	01			0											
42	420	01		0												
43	430	01			20	-30										
44	440	01		120												
45	450	01			0											
46	460	01		0												
47	470	01			20	-35										
48	480	01		120												
49	490	01			0											

50	500	01		0															
51	510	01			20	-41													
52	520	01		120															
53	530	01			0														
54	540	01		0															
55	550	00				10													
56	560	00			100														
57	570	00				2													
58	580	01				-5				17									
59	590	01		120						30									
60	600	01			120														
61	610	01		0															
62	620	01			100	-10													
63	630	01		120															
64	640	01			120														
65	650	01		0															
66	660	01			100	-15													
67	670	01		120															
68	680	01			120														
69	690	01		0															
70	700	01			100	-20													
71	710	01		120															
72	720	01			120														
73	730	01		0															
74	740	01			100	-25													
75	750	01		120															
76	760	01			120														
77	770	01		0															
78	780	01			100	-30													
79	790	01		120															
80	800	01			120														
81	810	01		0															
82	820	01			100	-35													
83	830	01		120															
84	840	01			120														
85	850	01		0															
86	860	01			100	-41													
87	870	01		120															
88	880	01			120														
89	890	01		0															
90	900	00				10													
91	910	00			0														
92	920	00		31		2													
93	930	01				-3				17									
94	940	01			120					30									
95	950	01		51															
96	960	01			0														
97	970	01		71															
98	980	01			120														
99	990	01		89															
100	1000	01			0														
101	1010	01				-7													
102	1020	01			120														
103	1030	01		71															
104	1040	01			0														
105	1050	01		51															
106	1060	01			120														
107	1070	01		31															

108	1080	01			0													
109	1090	00				10												
110	1100	00		0						17								
111	1110		05															
112	1120		06															02
113	1130		03										1500					
114	1140	00		36	0	2												
115	1150	01				-9				17								
116	1160	01			120					30								
117	1170	01				-13												
118	1180	01			0													
119	1190	01		60		-9												
120	1200	01			120													
121	1210	01				-13												
122	1220	01			0													
123	1230	01		84		-9												
124	1240	01			120													
125	1250	01				-13												
126	1260	01			0													
127	1270	00				10												
128	1280	00		0														
129	1290		05															
130	1300		30															

Conclusion :

Dans ce chapitre une étude complète pour la fabrication du moule pour injection plastique d'un boîtier de commande des vitres de voiture. Les gammes d'usinage ont été établies ainsi que les contrats de phase et enfin un programme en code G pour l'usinage des deux parties du moule a été rédigé. Le programme a été testé par simulation et il a réussi à générer les différentes faces des parties de moule.

Conclusion Générale et perspective

Conclusion Générale et perspectives :

Les industries de mise en forme des matériaux plastiques ont souvent recourt à un nombre élevé d'essais avant d'entamer leurs productions de masse qui occasionne des opérations coûteuses à fin d'éviter des pertes considérables.

Une des méthodes pour de telles raisons les scientifiques et les industriels ont toujours recours à des procédés de transformations simple et non couteux dans le but d'obtenir des matériaux à caractéristiques supérieurs tels que les nanomatériaux qui possèdent des propriétés physicochimiques et mécaniques intéressantes.

Au cours de ce travail nous avons fait une étude complète de conception qui a abouti à la réalisation des dessins d'un moule injection plastique dans le but de sa fabrication. Puis dans une autre phase nous avons fait une étude de fabrication qui a abouti à l'installation de tous les programme en code G pour la fabrication du produit sur des machines à commande numérique, puis les programmes ont été testé par simulation sur CAMWORKS ce qui nous a permet de les corriger et améliorer.

Perspectives :

Dans les perspectives nous projetons :

- améliorer le programme en cod G
- réaliser les pièces sur sur MOCN
- étudier d'autre pièces d'automobile

ملخص

إن صناعة السيارات عند الخواص في الجزائر قد الت الى الفشل لعدم قدرت هذه المؤسسات على تحقيق نسبة الادمج التي اتفق عليها في دفتر الشروط المتفق عليه اي انهم لم يستطيعون دمج نسبة معينة من القطع المصنوعة محليا في منتجاتهم.

من هذا المنطلق فان هذا العمل يتمثل في دراسة تصنيع قالب لا نتاج قطعة بلاستيكية تركيب على جهاز تشغيل نوافذ سيارة يحص عليها بواسطة ضخ البلاستيك داخل القالب.

تمت دراسة الصنع للقالب ووضع عقود المراحل كما تم انجاز البرنامج الخاص للتصنيع بواسطة الة ذات التحكم العددي و في النهاية تمت المحاكات لعدم توفر الالة و قد نجح البرنامج في تشغيل مختلف اسطح القالب بجزئيه الثابت و المتحرك.

Résumé

L'industrie automobile chez le privés en Algérie n'a pas réussi car ces derniers n'ont pas pu réaliser le taux d'intégration parvenu dans le cahier de charge c'est-à-dire ils n'ont pas intégré un certain nombre de pièces fabriqués localement dans leur produit.

Dans ce contexte vient ce travail qui vise à réaliser un moule d'injection plastique d'un boîtier de commande des vitres de voiture ;

Une étude de fabrication complète a été réalisée et un programme CNC en code G a été instauré.

Le programme a été teste par simulation et il a réussi à générer toutes les surfaces des deux parties du moule (partie fixe et partie mobile).

Abstract

The automotive industry in the private sector in Algeria has not succeeded because this companies have not been able to achieve the integration rate specified in the specifications, that is to say they have not integrated a certain number of locally made spares in their product.

In this context comes this work which aims to produce a plastic injection mold for a car window control box;

A complete manufacturing study was carried out and a CNC program in G code was implemented.

The program was tested by simulation and it succeeded in generating all the surfaces of the two parts of the mold (fixed part and moving part).