

People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Mohamed Boudiaf University of M'sila

Faculty of Technology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المسيلة

كلية التكنولوجيا

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

Licence

En Génie Mécanique

Option : construction mécanique

Présenté par

Benaili fatma & Djnide Imane

Thème

PROGRAMMATION CNC D'UNE POCHE

CIRCULAIRE A L'AIDE DE SHOPMILL AVEC SINUMERIK 828D-

ETAPES ET OPTIMISATION-

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom

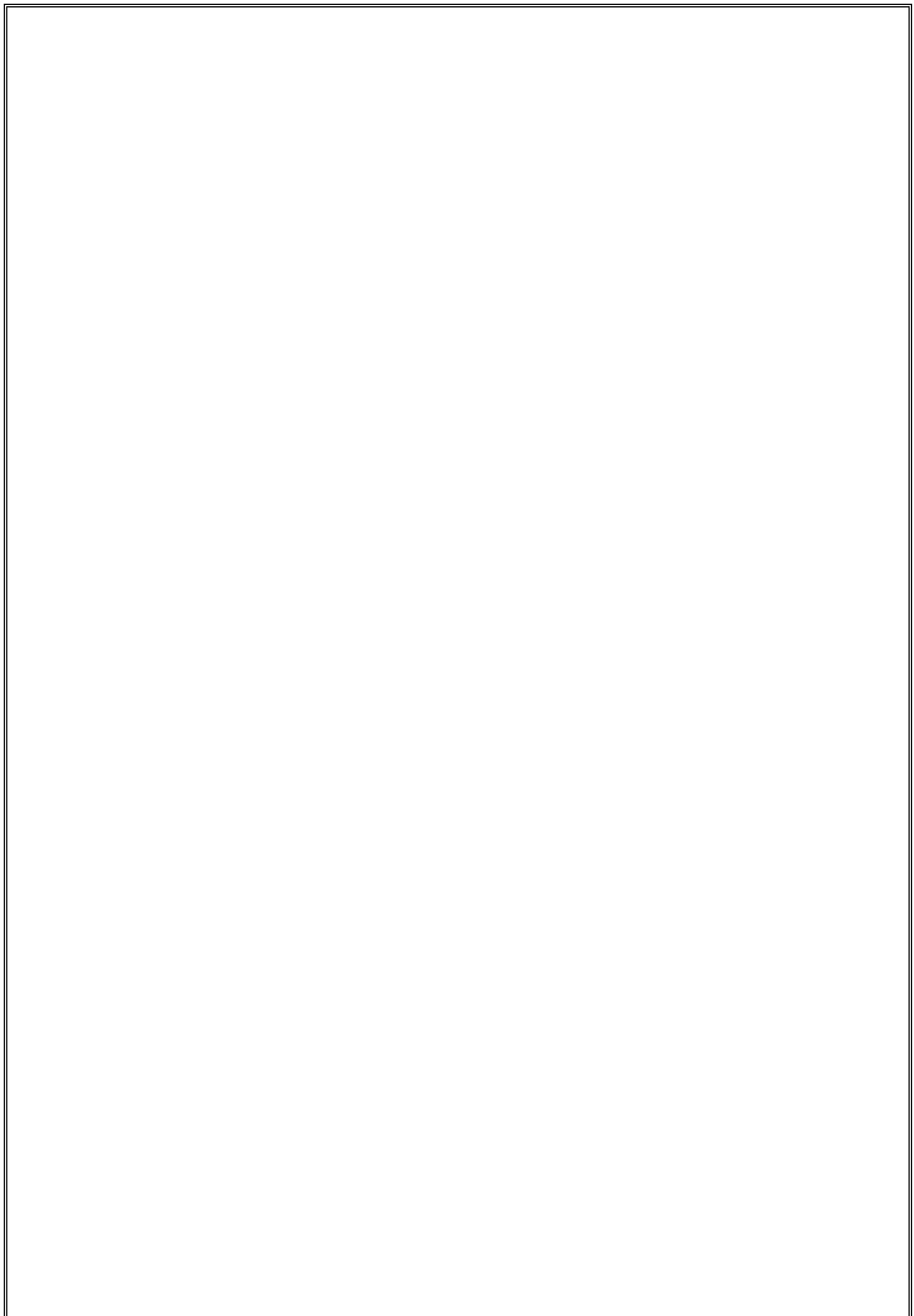
Grade

Qualité

Mustapha Arslane

Professeur

Encadreur



Dédicace

À tous ceux qui ont sué leur front et m'ont appris que le succès ne vient qu'avec la patience et la persévérance, à la lumière qui a illuminé mon chemin et à la lampe dont la lumière dans mon cœur ne s'éteint jamais... à celui qui a donné ses choses les plus précieuses et de qui j'ai tiré ma force et mon estime de moi...
mon père

À celle qui a mis le ciel sous ses pieds et m'a facilité les épreuves par ses prières... À la grande femme qui a toujours souhaité être réconfortée un jour comme celui-ci... Ma mère

Pour ma côte ferme et la sécurité de mes jours, elles étaient des sources où j'étanchais ma soif. À celles qui ont renforcé ma détermination et qui ont été parmi les meilleures et les plus brillantes de mes journées, la joie de mes yeux...
Mes chères sœurs...

À tous ceux qui m'ont été d'une aide et d'un soutien sur ce chemin... à mes amis fidèles et compagnons de toutes les années, compagnons dans les épreuves et les crises, à ceux qui m'ont comblé de leurs sentiments sincères et de leurs conseils... à vous, ma famille.

Je te dédie cette réussite et le fruit de ma réussite que j'ai toujours souhaité. Aujourd'hui, j'ai achevé et perfectionné ses prémices, grâce à Lui, le Tout-Puissant.

Louange à Dieu pour ce qu'Il m'a donné et pour m'avoir béni et m'avoir aidé partout où je suis. Celui qui dit : « J'en suis capable » l'atteindra.

Et je suis pour elle, même si elle refuse contre sa volonté. Je l'ai amenée, alors louange à Dieu, merci, amour et gratitude pour le début et la fin.

Et notre dernière supplication est que toute louange soit due à Dieu, Seigneur des mondes.

Chapitre I:

Introduction et contexte théorique

1.	Introduction.....
1.1	Présentation du sujet et son importance.....
1.2	Objectifs du projet.....
1.3	Problématique.....
2	Contexte théorique.....
2.1	Machines CNC et système Sinumerik 828D.....
2.2	Logiciel ShopMill.....
2.3	Définition de la poche circulaire et de ses propriétés.....
3	Revue de la littérature.....
3.1	Études similaires.....
3.2	Lacunes dans les connaissances.....

Chapitre 02:

Méthodologie et étapes de programmation

1.	Présentation de la méthodologie.....
1.1	Approche de la programmation des poches circulaires (analyse des besoins, sélection des outils).....
1.2	Matériaux utilisés.....
3	Analyse des résultats préliminaires.....

Chapitre 3:

optimisation et conclusionest

1.	Optimisation du processus.....
1.1	analyse des facteurs d'influence
1.2	Proposer des améliorations.....
1.3	Tests comparatifs avant et après amélioration
2	Résultats et discussion.....
2.1	Affichage des résultats finaux.....
2.2	Comparaison avec les objectifs et les normes.....

2.3 Limites de l'étude et perspectives de développement.....

3 .Conclusion.....

Chapitre 01:

Introduction et contexte théorique

2. Introduction:

1.1 Présentation du sujet et son importance :

Dans un contexte de transformation numérique rapide que connaît le secteur industriel, les systèmes de commande numérique par ordinateur (CNC) sont devenus des piliers fondamentaux sur lesquels reposent les industries mécaniques modernes. L'exploitation de ces systèmes est désormais une nécessité incontournable pour répondre aux exigences d'un marché mondial de plus en plus compétitif en termes de qualité, de précision, de rapidité et de coût de production.

La programmation des poches circulaires s'inscrit dans ce cadre technologique avancé, représentant l'une des applications les plus précises et relativement complexes de l'usinage numérique. La poche circulaire, en tant que cavité interne de forme circulaire réalisée dans une pièce brute, nécessite une précision extrême dans la définition des dimensions, le choix de l'outil de coupe adéquat, ainsi que dans l'optimisation des trajectoires d'usinage afin de garantir qualité et solidité.

L'importance du sujet réside également dans le passage de la programmation manuelle classique basée sur le langage G-code, à des environnements visuels plus intuitifs et efficaces comme le logiciel Shop Mill, qui offre de vastes possibilités de simplification des opérations complexes sans compromettre la précision ni le contrôle des normes industrielles.

Sur le plan formatif, ce type de projet permet aux étudiants d'acquérir des compétences avancées dans les technologies modernes, tout en renforçant leur capacité à articuler théorie et pratique. Ainsi, le sujet intitulé "Programmation d'une poche circulaire à l'aide de Shop Mill avec le système Sinumerik 828D" constitue un projet riche en connaissances techniques, informatiques et d'ingénierie à la fois.

1.2 Objectifs du projet:

Ce projet vise à traiter la problématique de la programmation des poches circulaires dans l'environnement Shop Mill, à travers une étude approfondie des étapes de réalisation, une analyse des paramètres influençant la qualité de l'usinage, ainsi que la proposition de mécanismes d'amélioration de la performance technique et économique du processus de production.

Objectifs détaillés du projet:

Compréhension approfondie des étapes d'usinage d'une poche circulaire à l'aide de Shop Mill, depuis la préparation préalable de la pièce, en passant par le choix des outils, jusqu'au réglage des paramètres.

Étude détaillée du système Sinumerik 828D, en ce qui concerne son architecture fonctionnelle, son interaction avec Shop Mill, et le rôle du processeur industriel dans l'amélioration de la précision temporelle des mouvements.

Analyse de l'influence de la vitesse de coupe, de la profondeur de passe et de l'avance sur la qualité de la poche, avec une comparaison des résultats obtenus aux normes industrielles en vigueur.

Tentative d'optimisation de la trajectoire d'usinage, qu'elle soit en spirale ou en paliers, dans le but de réduire le temps d'usinage et la consommation énergétique.

1.3 Problématique:

La problématique centrale de ce projet réside dans la manière d'exécuter une opération de poche circulaire avec précision et efficacité, en utilisant le programme ShopMill et le système Sinumerik 828D, tout en maîtrisant l'ensemble des variables techniques influençant la qualité de fabrication. En d'autres termes :

Et pour répondre à cette problématique, nous posons les questions suivantes:

- 1 .Quelles sont les fonctions principales offertes par ShopMill en matière de programmation des poches?
- 2 .Comment la forme de la poche, l'outil de coupe et la vitesse de rotation influencent-ils le résultat final?
- 3 .Quels sont les avantages du système Sinumerik 828D par rapport à d'autres systèmes de commande numérique?
- 4 .Quelles sont les méthodes d'optimisation du parcours (path optimization) dans le cadre d'une exploitation efficace de la puissance de coupe?

Ces questions constituent l'ossature du projet et orientent à la fois la recherche théorique et l'étude appliquée qui seront développées dans les chapitres suivants.

2 .Contexte théorique:

2.1 Machines CNC et système Sinumerik 828D:

Les machines CNC (Commande Numérique par Ordinateur) représentent une véritable révolution industrielle, car elles permettent d'exécuter automatiquement des opérations d'usinage complexes avec une précision allant jusqu'aux microns. Une machine CNC se compose généralement de:

- une structure mécanique.
- une broche.
- un système d'entraînement avec servomoteurs.
- une unité de commande numérique (contrôleur CNC).

Le système Sinumerik 828D, développé par Siemens, est conçu spécialement comme une solution efficace pour les ateliers de production de petite et moyenne taille. Il s'agit d'un système intégré et puissant qui offre:

- un écran couleur TFT tactile.
- un processeur industriel haute fréquence.
- une interface graphique ShopMill pour une interaction intuitive.
- une grande capacité de mémoire pour les programmes et les trajectoires.
- une protection avancée contre les collisions et les erreurs.

Grâce à ces caractéristiques, on peut affirmer que le Sinumerik 828D offre un équilibre entre hautes performances et simplicité d'utilisation, ce qui en fait un choix idéal aussi bien pour la formation professionnelle que pour l'industrie.



2.2 Logiciel ShopMill:

ShopMill est un environnement logiciel graphique utilisé pour faciliter la création de programmes d'usinage sur les fraiseuses, sans avoir à écrire manuellement du code G. Il est principalement destiné aux utilisateurs n'ayant pas une maîtrise approfondie de la programmation traditionnelle, tout en offrant une grande puissance de contrôle et de flexibilité.

Caractéristiques principales:

Définition des étapes d'usinage via des menus interactifs.

Prise en charge de cycles d'usinage intégrés (poches, perçage, filetage, etc.).

Saisie précise des données de la pièce et de l'outil.

Simulation du trajet de l'outil pour éviter les erreurs avant l'usinage.

Avantages pédagogiques:

Permet aux apprenants de comprendre les étapes industrielles de manière progressive.

Accélère le processus d'apprentissage par rapport à la complexité du G-code.

Peut être utilisé dans des projets éducatifs et de recherche sans recourir à un équipement industriel complexe.



2.3 Définition de la poche circulaire et de ses propriétés:

Une poche circulaire est une pièce percée dans une pièce mécanique de forme circulaire, souvent exécutée à l'aide d'une fraise via un chemin hélicoïdal ou combiné.

Variables techniques de base:

Diamètre intérieur (\emptyset): Contrôle la taille de la poche et du composant à installer à l'intérieur.

Profondeur: Doit être soigneusement contrôlée pour éviter de compromettre l'intégrité de la pièce.

Forme des bords (Chanfrein ou Arrondi) : À prendre en compte lorsqu'il est nécessaire d'assembler d'autres pièces ou de réduire les concentrations de contraintes.

Mode de fonctionnement : Choisissez entre spirale, concentrique ou raster selon l'application.

Son importance industrielle: Utilisé dans l'installation de vis, de roulements ou comme passages.

Réduit le poids de la pièce sans affecter sa rigidité.

Utilisé dans les systèmes de refroidissement internes ou le câblage électrique.



N°ÉLEMENTS

1 Volet frontal
2 Touche d'accès au menu précédent
3 Pavé Alpha
4 Pavé de touches de commande
5 Pavé de touches de raccourci

N° ÉLEMENTS

6 PAVE DE TOUCHES DU CURSEUR
7 PAVE DE TOUCHES NUMERIQUES FLASH
8 TOUCHE D'ACCES AU MENU SUIVANT
9FILET 3/8" POUR COMPOSANTS ADDITIONNELS

3.Revue de la littérature:

3.1Études similaires:

Zhang et al. (2015) : Ils ont démontré que l'utilisation de trajectoires hélicoïdales réduit les vibrations de l'outil et produit une surface plus lisse par rapport aux trajectoires radiales.

Kim & Lee (2017) : Ils ont utilisé des modèles de simulation pour prédire le temps de fonctionnement optimal de la poche et ont obtenu une amélioration de 18 % de l'efficacité.

Chapitre 01: Introduction et contexte théorique

Abdelrahman et al. (2020) : Ils ont développé des algorithmes intelligents pour ajuster automatiquement la profondeur de coupe en fonction des propriétés du matériau, ce qui a contribué à améliorer la durée de vie de l'outil.

3.2 Lacunes dans les connaissances:

Malgré l'abondance des recherches, il existe une lacune évidente dans:

Applications pédagogiques pour les étudiants en ingénierie dans le domaine ShopMill.

Etudes sur l'intégration du Sinumerik 828D avec l'environnement ShopMill pour la programmation de poches circulaires.

Approches analytiques reliant l'optimisation du chemin et son impact sur la consommation d'énergie et d'utilité.

Ce projet vise à combler ces lacunes grâce à une expérience appliquée bien pensée qui fournit des résultats tangibles pouvant être généralisés ultérieurement.

Chapitre 02:

Méthodologie et étapes de programmation

1. Présentation de la méthodologie:

Dans le cadre de ce projet, une méthodologie systématique et structurée a été adoptée pour programmer une poche circulaire en utilisant l'interface ShopMill intégrée au système Sinumerik 828D. Cette méthodologie repose sur une analyse minutieuse des exigences opérationnelles et des conditions de fabrication, en mettant l'accent sur l'obtention des meilleures performances techniques et l'amélioration de la qualité de la pièce usinée tout en réduisant le temps de fonctionnement.

Tout d'abord, la nécessité de former une poche circulaire à l'intérieur d'une pièce de métal brut a été identifiée, un processus qui exigeait une grande précision en termes de dimensions et de finition de surface, nécessitant l'utilisation de techniques numériques précises. La méthodologie a commencé par l'analyse des dimensions géométriques de la poche requise (diamètre, profondeur, tolérances) et la définition des objectifs de fabrication tels que la réduction de la rugosité de surface et l'obtention de la symétrie.

Deuxièmement, les outils et les machines appropriés ont été sélectionnés. Une fraiseuse CNC Sinumerik 828D a été utilisée, connue pour sa capacité supérieure à gérer des opérations complexes. L'interface ShopMill facilite la programmation des processus en organisant le travail en étapes claires. Les outils de coupe ont été sélectionnés en fonction des propriétés du matériau et des vitesses de rotation et des avancées appropriées ont été adoptées pour obtenir un équilibre entre la vitesse d'usinage et la précision des résultats.

La méthodologie a également pris en compte la nécessité de passer par plusieurs étapes avant la mise en œuvre finale, en commençant par la programmation théorique, puis la simulation du parcours au sein du ShopMill, et enfin les tests expérimentaux sur la machine. Cette séquence permet d'identifier et de corriger les erreurs potentielles avant la fabrication réelle, réduisant ainsi les déchets et augmentant la fiabilité du processus.

Le choix de cette méthodologie progressive, basée sur des critères techniques clairs, reflète l'importance d'un bon contrôle à chaque étape du processus de programmation et permet d'obtenir des résultats précis et répétables, qui sont des objectifs clés dans la fabrication CNC.

1.1 Approche de la programmation des poches circulaires (analyse des besoins, sélection des outils):

Afin de programmer avec précision et efficacité une poche ronde à l'aide de la ShopMill sur le système Sinumerik 828D, une approche systématique a été adoptée qui commence par une analyse complète des besoins industriels, suivie d'une sélection rigoureuse des outils et des conditions de fonctionnement.

1 .Analyse des besoins:

L'analyse des besoins est la première étape essentielle de tout projet industriel utilisant des systèmes CNC. Dans le cas d'une poche circulaire, la nécessité de former une cavité circulaire avec des spécifications géométriques précises, notamment le diamètre, la profondeur et les tolérances géométriques, a été identifiée. Ces spécifications sont déterminées en fonction du dessin technique de la pièce et de son application finale. Le type de matière première a également été pris en compte, car ses propriétés physiques (telles que la dureté et l'usinabilité) influencent directement le choix des outils de coupe et des paramètres technologiques.

L'analyse comprenait également une évaluation des exigences de qualité, telles que la douceur de la surface, la précision dimensionnelle et la vitesse de production, qui sont des critères essentiels pour déterminer le type de stratégie logicielle à suivre.

2 .Sélection des outils:

Après une compréhension approfondie des exigences opérationnelles, vient l'étape de sélection des outils appropriés. Une fraise plate d'un diamètre adapté à la taille de poche requise est choisie, en tenant compte de l'utilisation d'outils résistants à l'usure qui offrent une dureté suffisante pour résister aux conditions de fonctionnement, en particulier si le matériau est dur ou nécessite des vitesses de coupe élevées.

Les porte-outils ont également été sélectionnés en fonction de la tête de machine utilisée, afin de garantir une bonne stabilité et de réduire les vibrations pendant le fonctionnement. La profondeur de coupe par passe et la vitesse d'avance ont été déterminées en fonction des recommandations des fabricants et des normes de fonctionnement sécuritaires.

3 .Programmation initiale et simulation:

Après avoir sélectionné les outils, les données techniques et opérationnelles ont été saisies dans l'interface ShopMill. Ce programme fournit une représentation visuelle précise des chemins, ce qui facilite la vérification de l'intégrité de la

programmation avant de l'exécuter réellement. Une simulation interne a été réalisée pour tester la piste et l'ajuster selon les besoins, réduisant ainsi les erreurs d'exécution initiales et améliorant la qualité de la poche formée.

1.2 Matériaux utilisés : Machine CNC Sinumerik 828D et outils de coupe

1 .Machine CNC : Sinumerik 828D

La machine CNC Siemens Sinumerik 828D est l'un des équipements les plus importants utilisés dans les ateliers modernes, offrant une grande précision et une grande rapidité dans le traitement des commandes. Conçue spécifiquement pour les applications de production de petite et moyenne taille, cette machine dispose d'une interface d'exploitation simple et flexible via le système ShopMill, qui permet aux utilisateurs de configurer des programmes d'exploitation sans avoir à écrire manuellement du code G.

Le Sinumerik 828D offre un contrôle précis des axes, prenant en charge des opérations complexes telles que le fraisage, le perçage et le formage de poches. Il dispose également d'un écran TFT couleur, d'un processeur puissant et de modules d'entrée/sortie flexibles, ce qui le rend idéal pour les applications éducatives et industrielles.

2 .Outils de coupe:

Une gamme d'outils de coupe de haute qualité a été utilisée, soigneusement sélectionnés en fonction du type d'opération (poche ronde) et du matériau usiné. Parmi les outils de base:

Fraises plates : Fabriquées en carbure de tungstène, elles offrent une puissance de coupe élevée et une durabilité contre l'usure.

Porte-outils compatible avec la tête de broche de la machine pour assurer un fonctionnement stable.

Systèmes de refroidissement pour améliorer la qualité de coupe et éviter la surchauffe des outils.

Tous ces outils sont conçus pour répondre aux exigences d'une automatisation précise, contribuant à améliorer la qualité du produit final et à réduire le temps de traitement.

2. étapes de programmation avec ShopMill:

Le processus de programmation d'une poche circulaire à l'aide de l'interface ShopMill implique plusieurs étapes de base visant à préparer correctement le programme et à garantir sa compatibilité avec les exigences opérationnelles et les normes d'ingénierie requises. Vous trouverez ci-dessous une description détaillée de chaque étape.

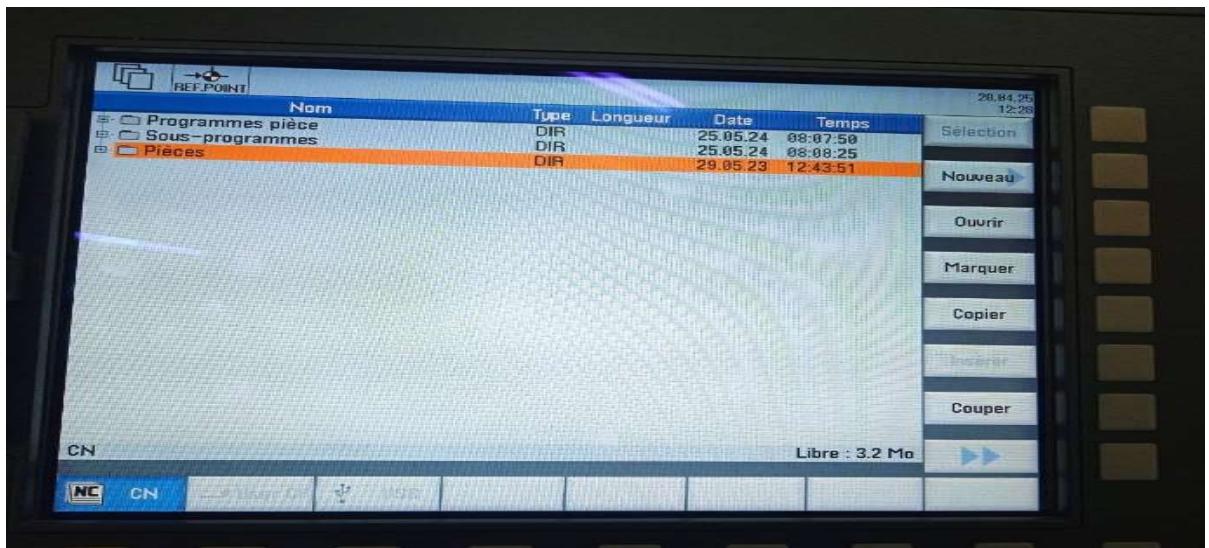
Étape 1 : Déterminer les données géométriques de la poche circulaire:

À ce stade, toutes les données d'ingénierie relatives à la poche à former sont saisies, telles que le diamètre, la profondeur et le type de tolérances. Ces valeurs sont extraites du dessin technique de la pièce et sont essentielles pour déterminer la trajectoire correcte de l'outil de coupe et garantir la précision de la forme finale.

Étape 3 : Entrez dans le programme et simulez-le sur ShopMill

Dans cette étape, toutes les données précédentes sont saisies dans l'interface ShopMill de l'appareil Siemens. La séquence de fonctionnement du Sinumerik 828D est construite (à l'aide d'une séquence), le type de mouvement est déterminé (linéaire, circulaire, etc.), puis une simulation numérique est effectuée.





Il s'agit de l'interface du navigateur à l'intérieur de la console de la machine CNC.

*Trois dossiers apparaissent

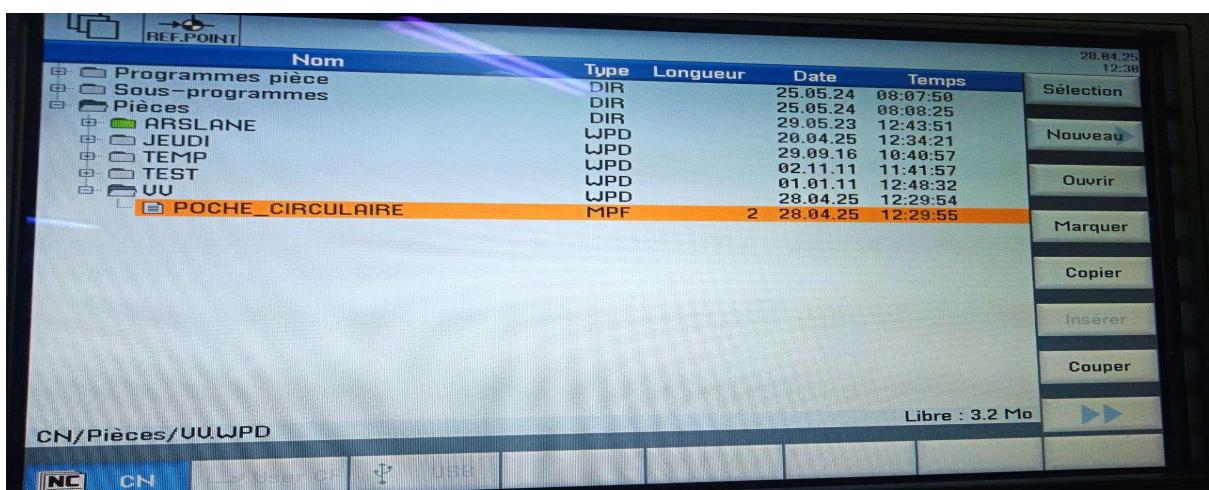
Programmes de coupe

Sous-programmes

Pièces

*Ici, vous pouvez naviguer, créer des dossiers ou ouvrir des fichiers

Logiciel CNC



Lorsque vous accédez au dossier Pièces puis à VU, les fichiers et sous-dossiers apparaissent.

Le fichier spécifié est POCHE_CIRCULAIRE et il provient de

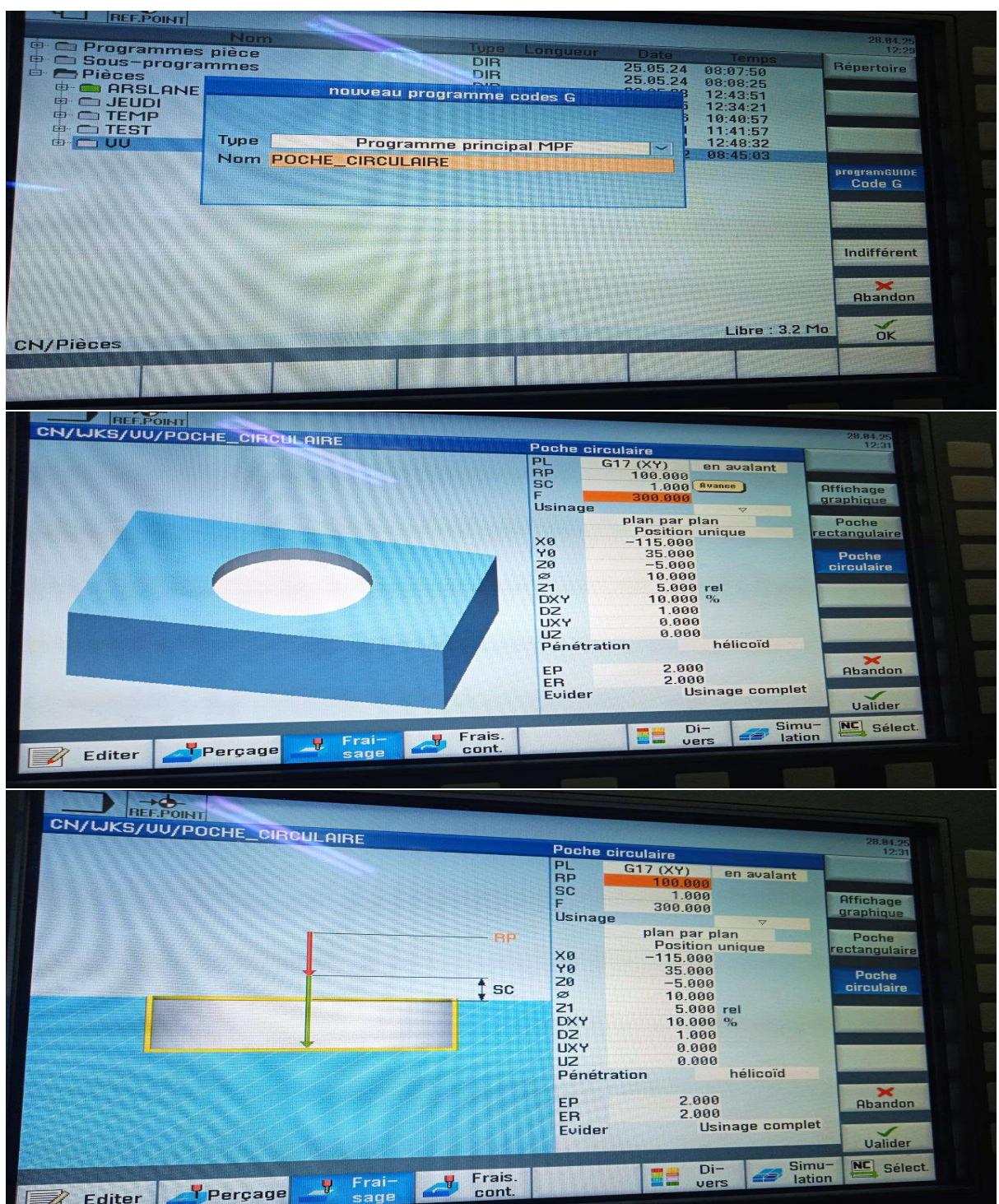
Type .MPF (fichier de programme principal)

La date et l'heure de modification de ce fichier étaient 12:29:55 04/28/25.

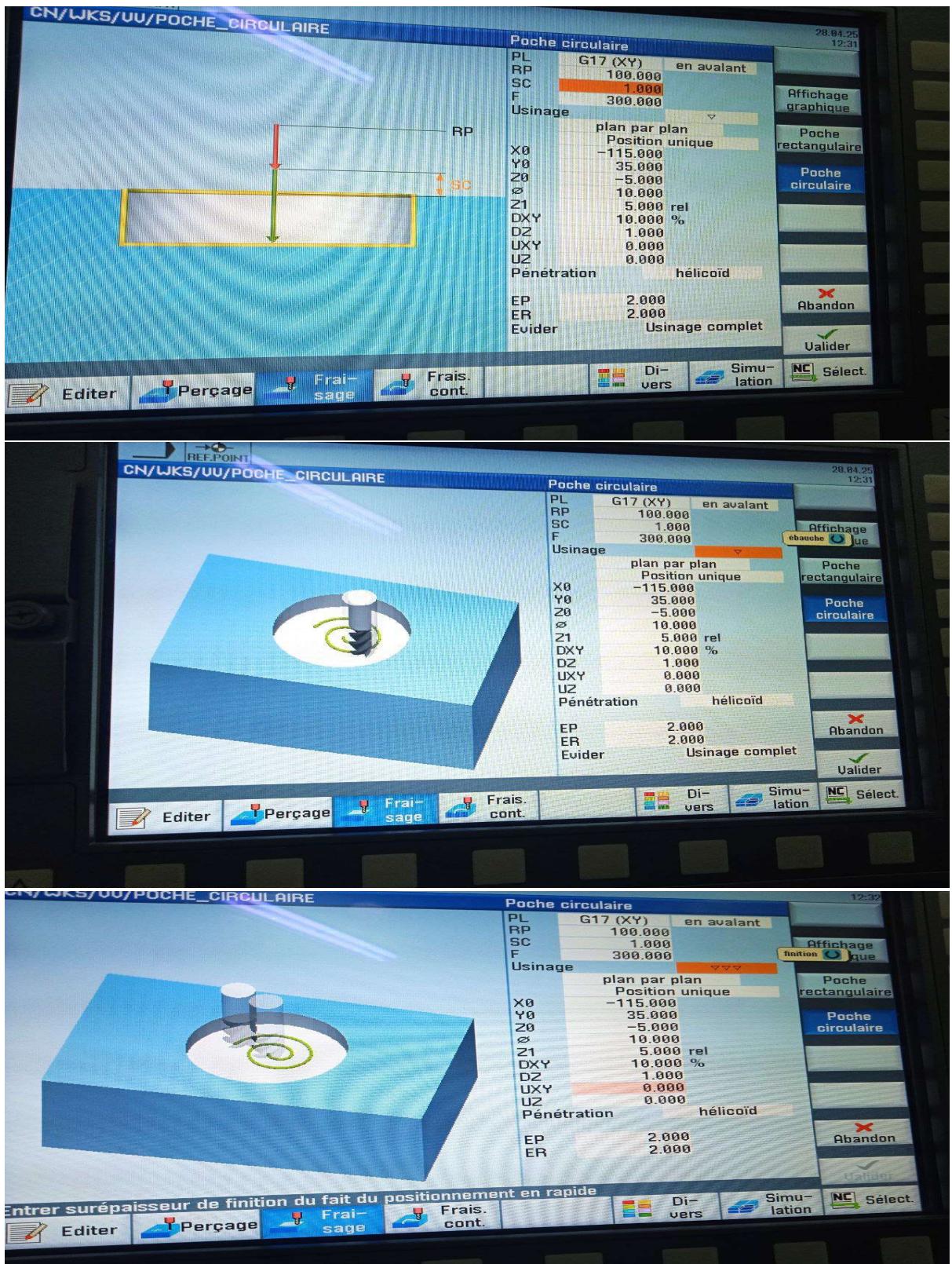
Ce fichier contient le code du programme pour le processus de fraisage de poche circulaire.

Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation

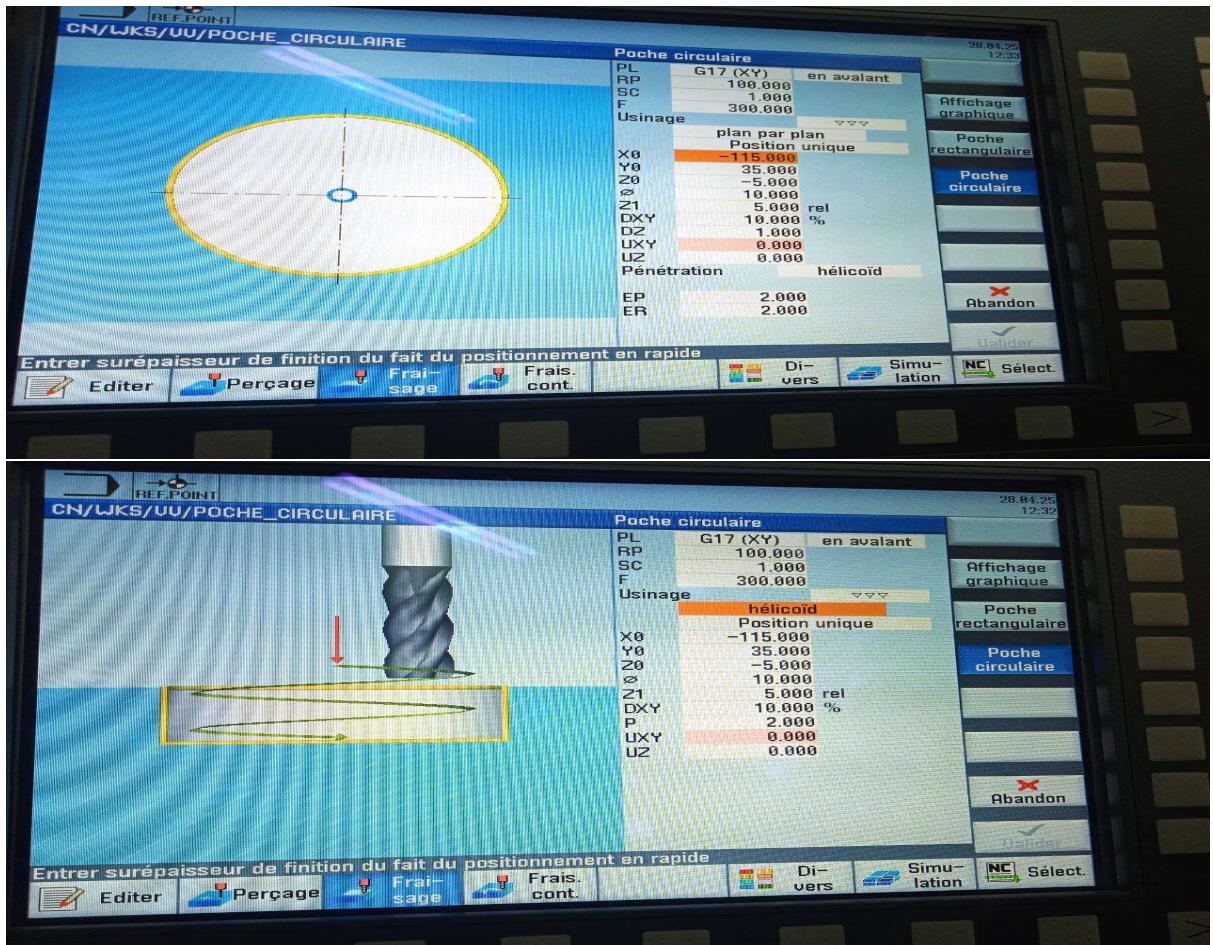
Ce fichier contient le code du programme pour le fraisage d'une poche circulaire



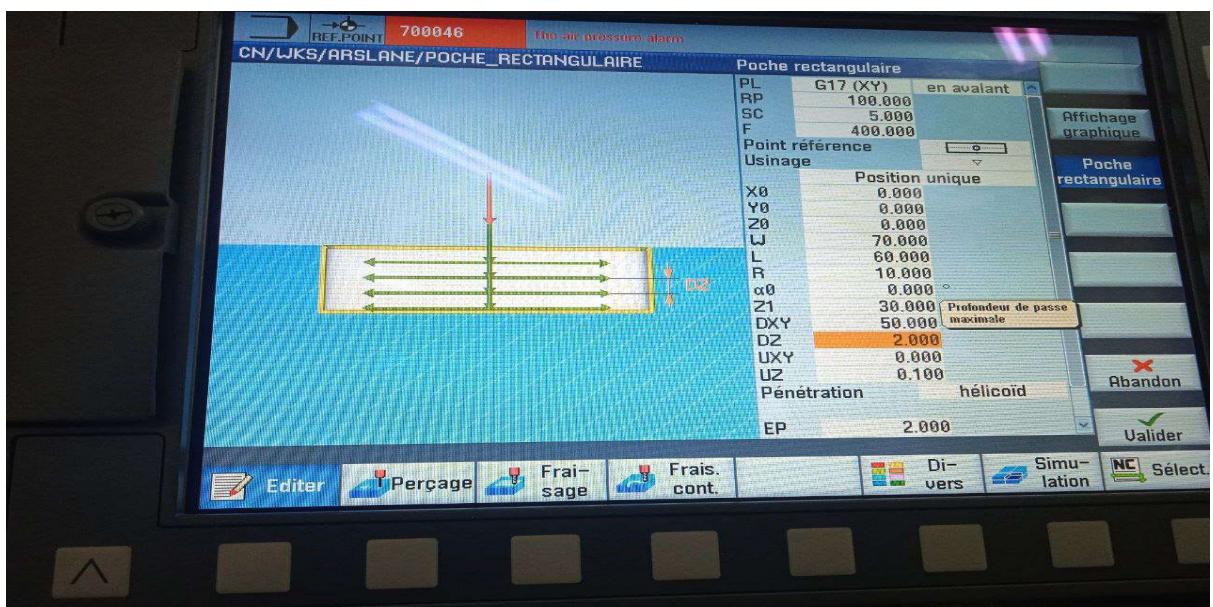
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Cette méthode est utile pour obtenir une surface intérieure lisse, éviter les chocs soudains sur l'outil et réduire les temps d'arrêt lors des montées et des descentes.



L'image montre l'interface de commande d'une machine CNC (Computer Numerical Control), en particulier le programme d'exploitation pour le

fraisage d'une poche. Vous trouverez ci-dessous quelques notes et commentaires sur les paramètres affichés.

1 :PL = G17 (XY(: Indique le plan de travail. Le plan XY (horizontal) sélectionné est

2 :RP = 100 000 SC = 5000 F = 400.000

**Il s'agit de la profondeur totale de la poche SC.

**La vitesse d'avance (Feedrate) semble élevée, mais elle peut être dans une unité différente (mm/min)

3 :DXY = 50 000 DZ = 2 000

**la largeur de la poche DXY

**Il s'agit de la profondeur de coupe par pas DZ.

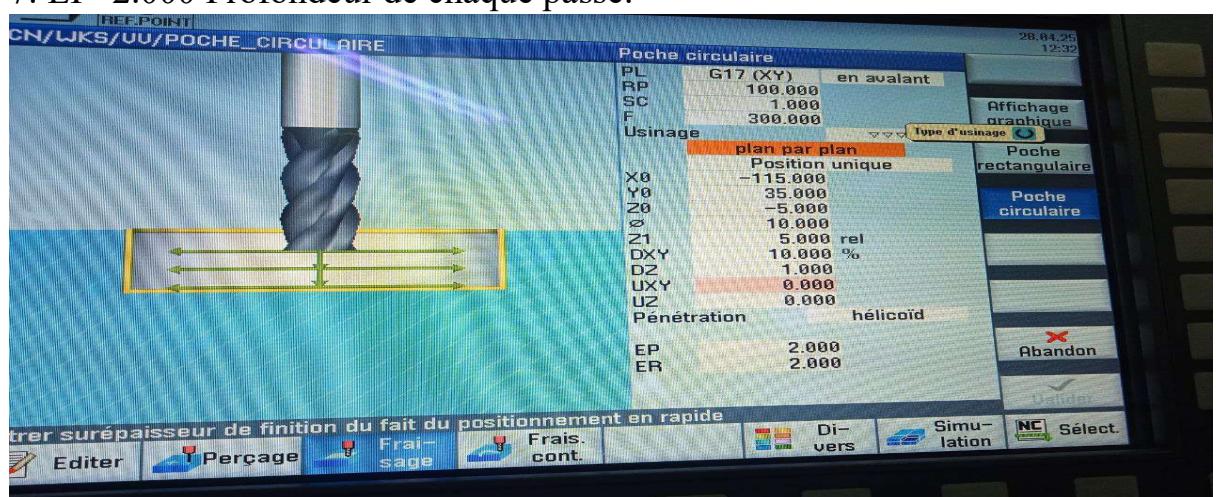
4 :Z1 = 30 000 est très probablement la hauteurPrimaire avant le début de la coup

5 :L = 70 000 W = 60 000 : Longueur et largeur Pour pochette rectangulaire

:6 Pénétration : hélicoïdale Méthode d'entrée Pour pochette rectangulaire

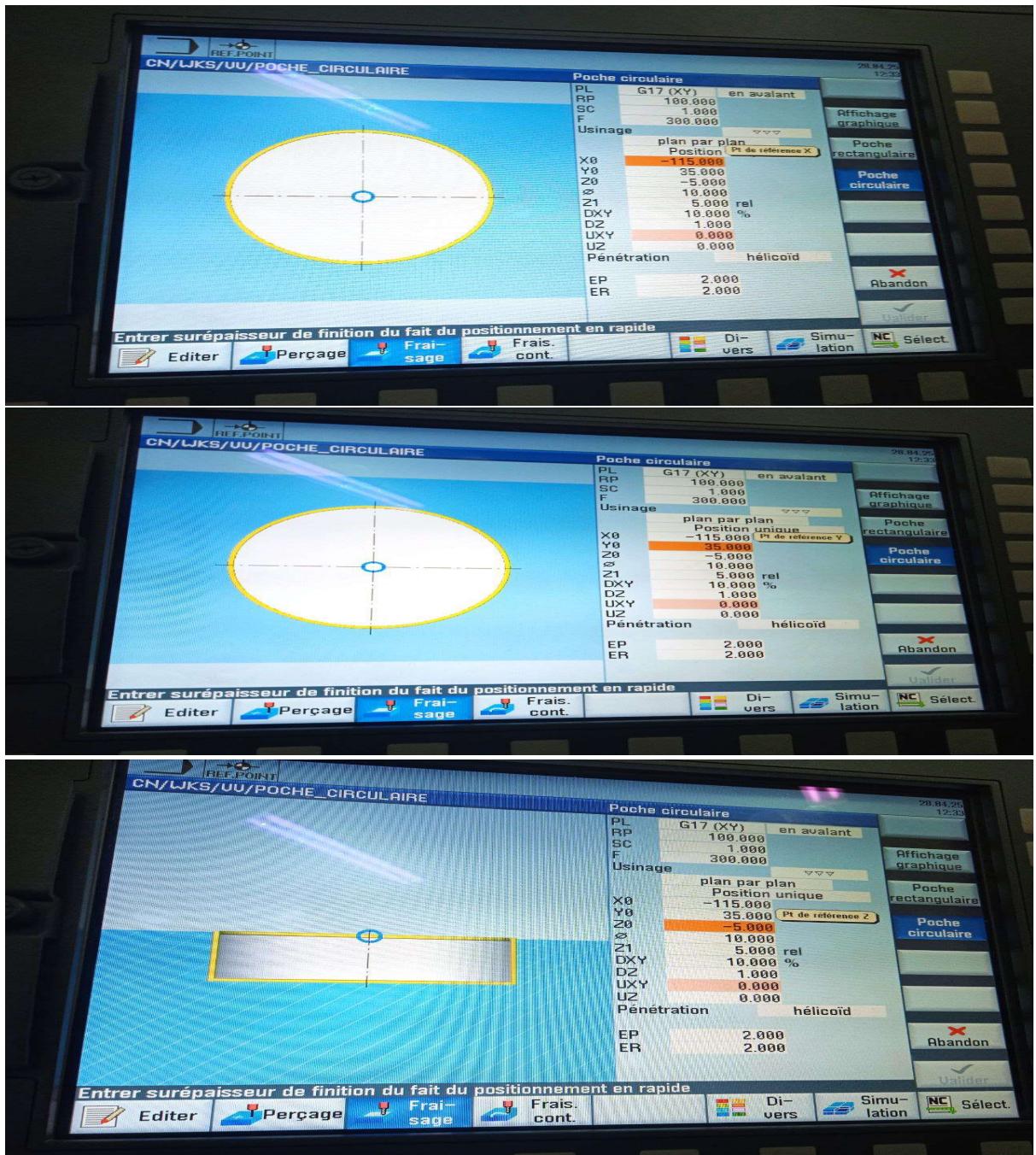
Le matériau est une entrée en spirale, ce qui est populaire pour réduire la contrainte sur l'outil.

7: EP=2.000 Profondeur de chaque passe.

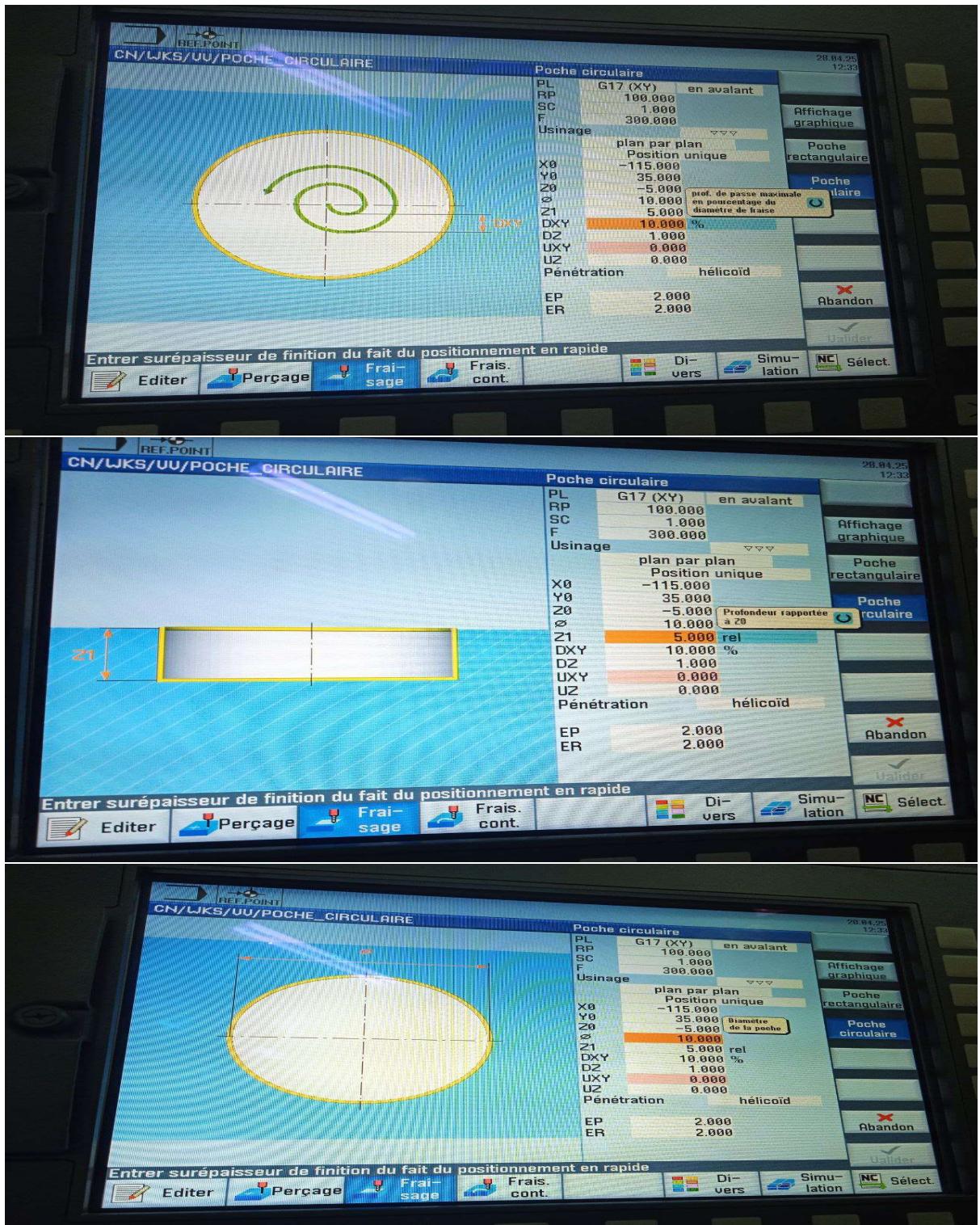


La poche est vidée par étapes horizontales, c'est-à-dire couche par couche. Cette méthode est plus traditionnelle, mais elle convient pour contrôler la profondeur de coupe ou lors de l'utilisation d'outils de courte longueur. Il offre une clarté sur la progression de l'outil au niveau Z en fonction de l'épaisseur de chaque couche.

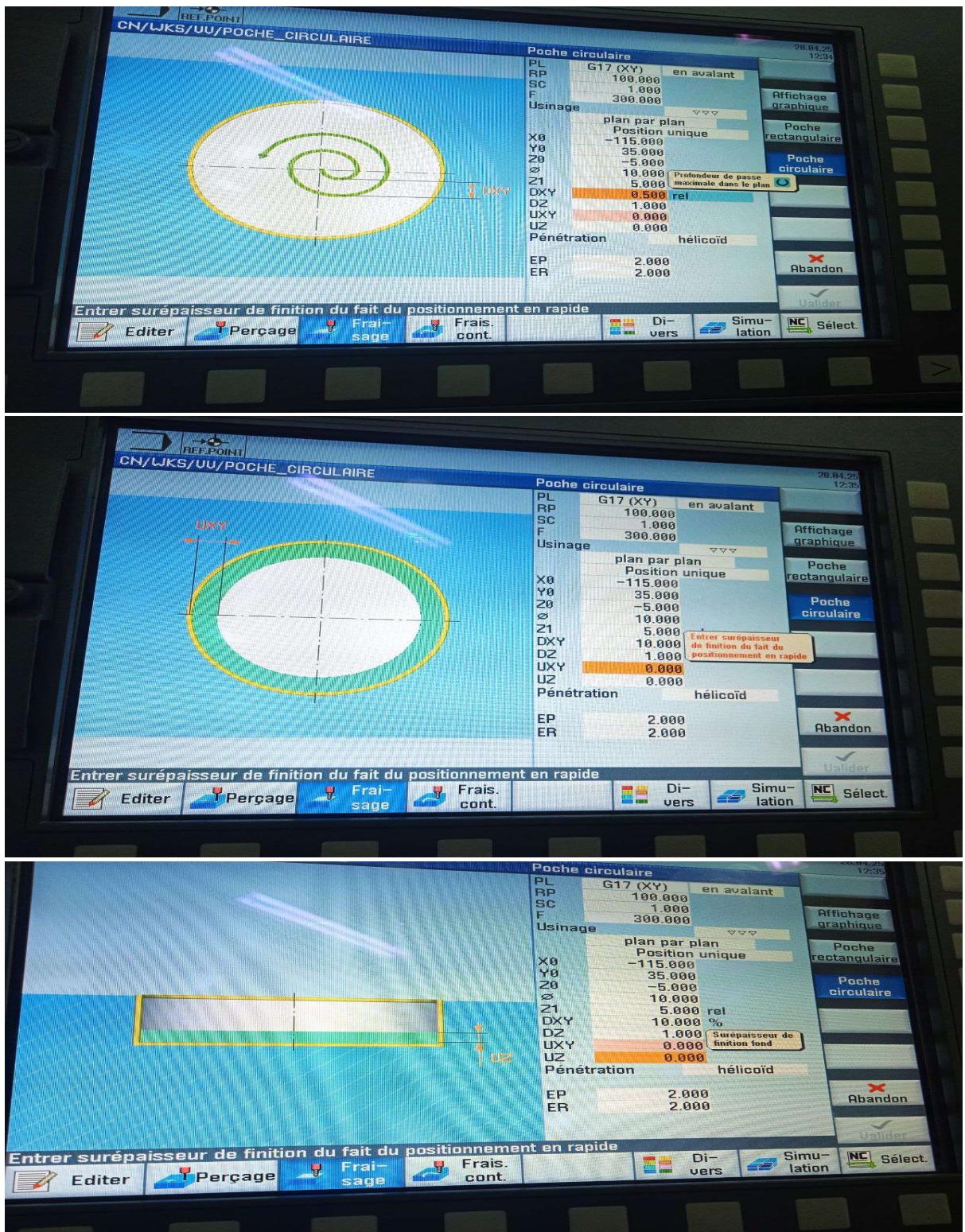
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



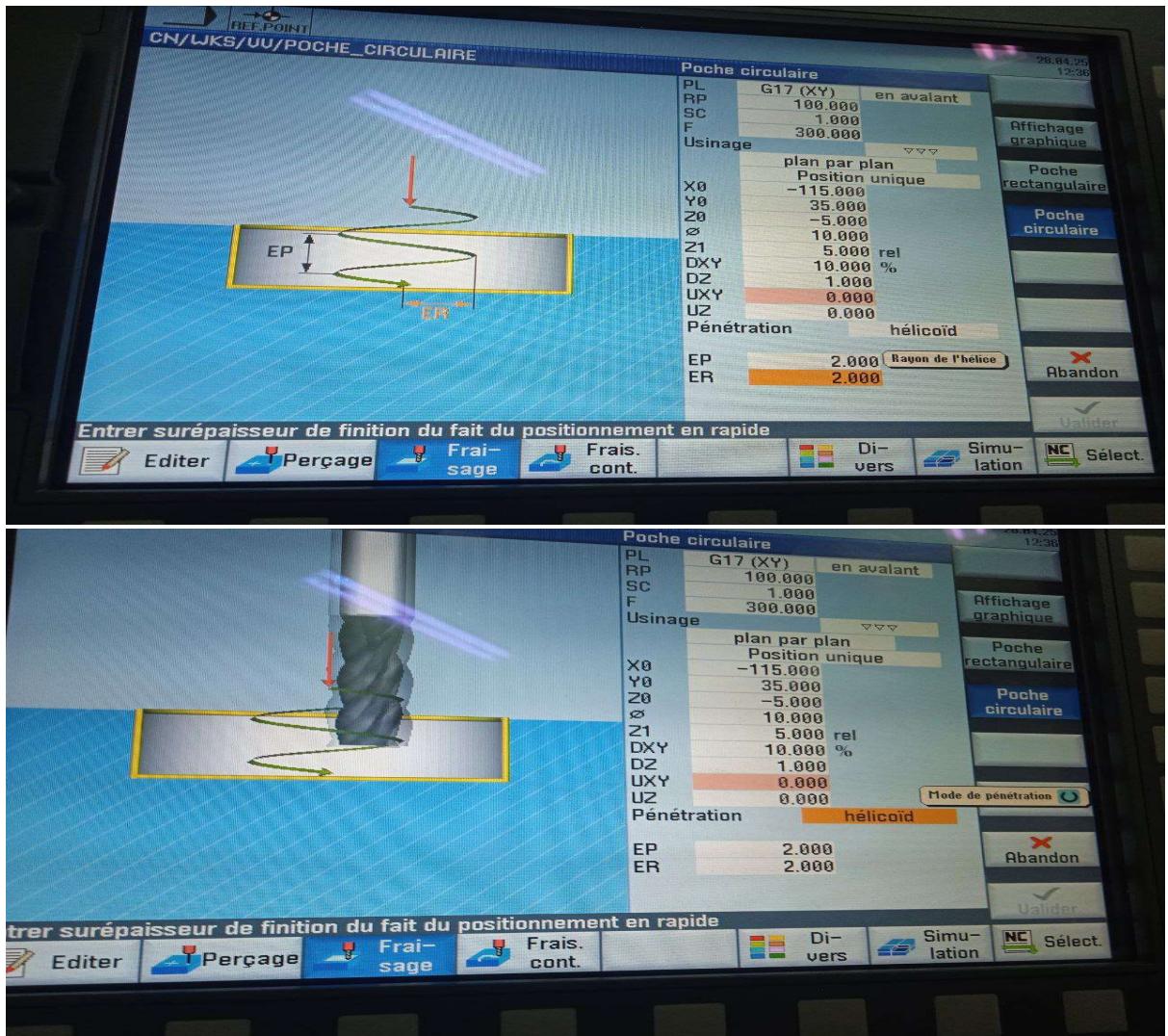
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



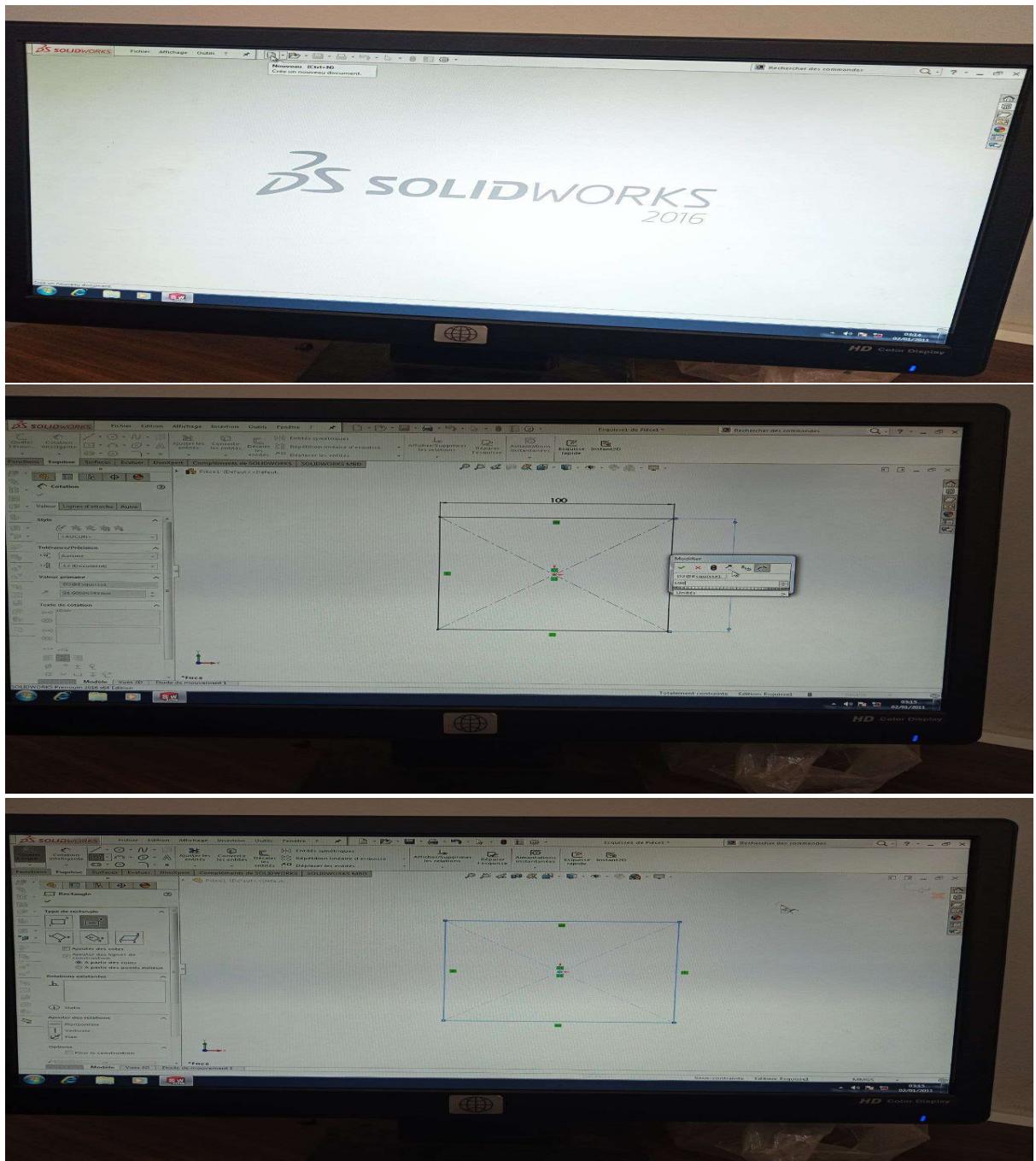
```
WORKPIECE(,"","", "RECTANGLE", 64,0,-50,-80,100,100)
N10 G17 G90 G59
N15 T="4" D1
N20 M6
S 1500 M03 F100
POCKET4(100,0,1,30,70,0,0,2.5,0,0,300,0.1,0,1021,10,9,15,2,2,0,1,2,1010
0,111,111)
M3
```

SolidWorks (CAO) est un programme de conception assistée par ordinateur (CAO) largement utilisé dans les domaines de l'ingénierie mécanique et de la conception industrielle. Il a été développé par Dassault Systèmes. Il dispose d'une interface facile à utiliser et d'outils puissants qui permettent aux utilisateurs de concevoir des modèles numériques précis et complexes de pièces et de mécanismes.

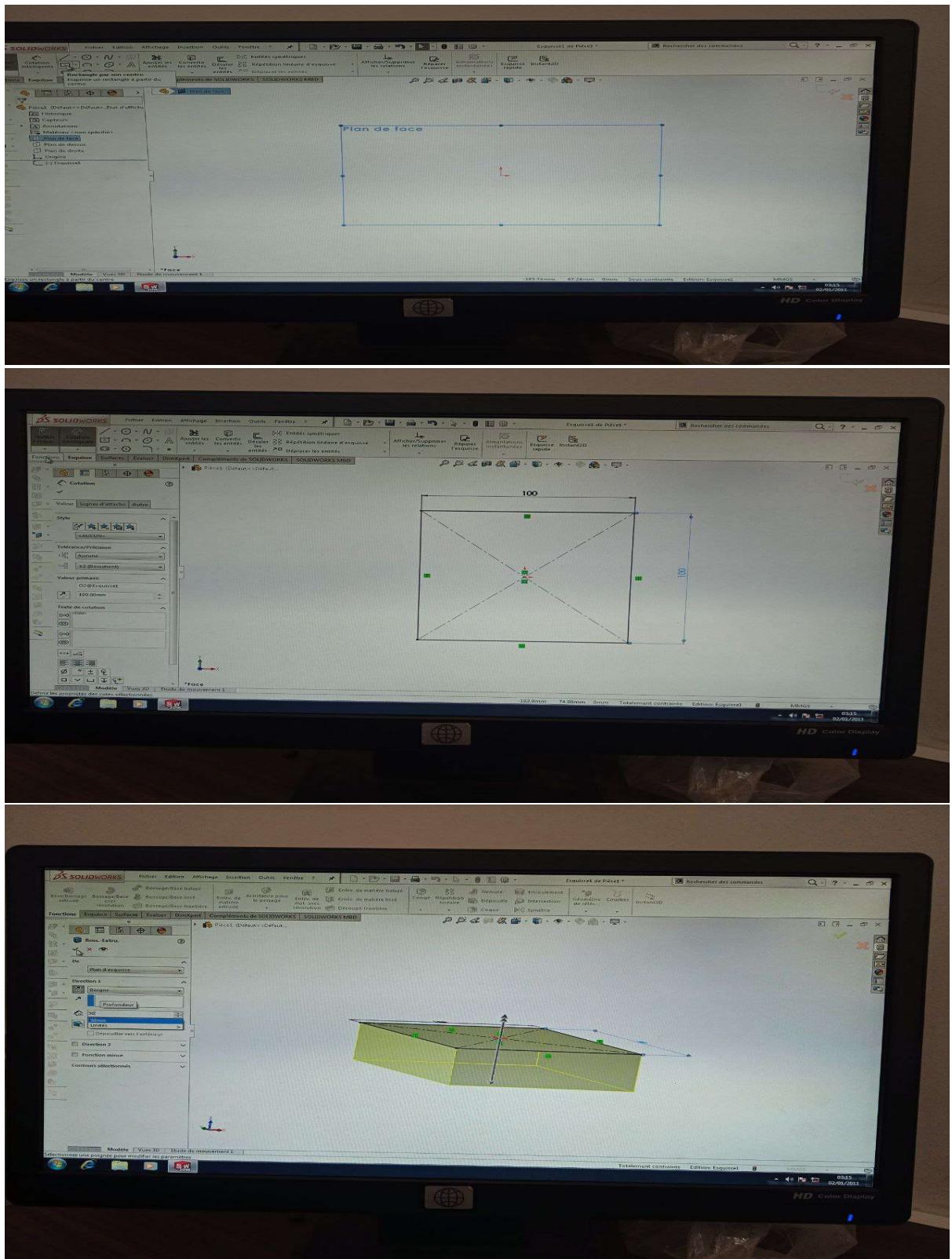
SolidWorks est utilisé pour concevoir des pièces individuelles (assemblages) et des assemblages de mécanismes (pièces) et pour créer des

Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation

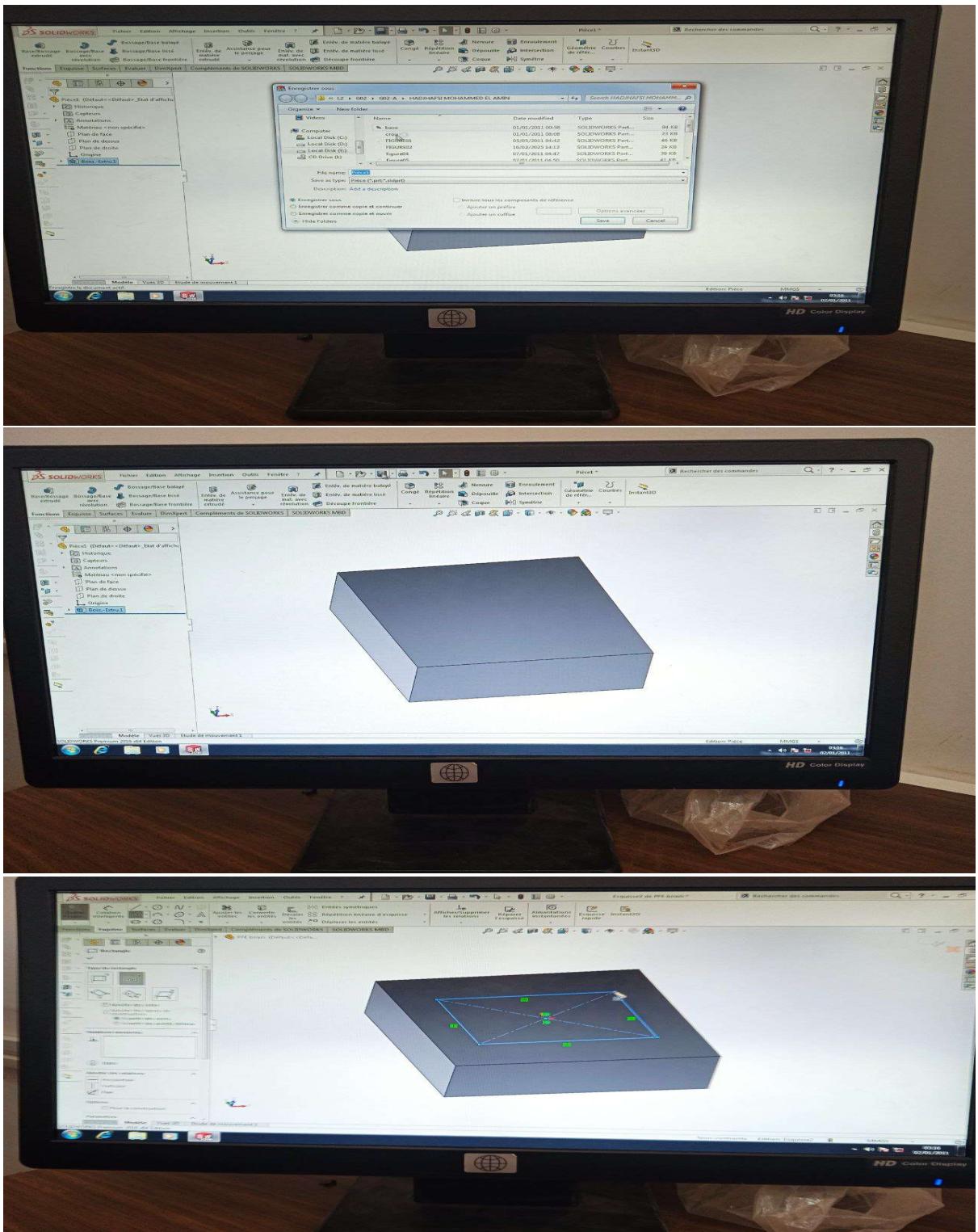
dessins techniques bidimensionnels nécessaires à la fabrication. Le logiciel prend également en charge les simulations mécaniques telles que l'analyse des contraintes et des déformations, permettant d'évaluer les performances des modèles dans différentes conditions de fonctionnement avant la fabrication réelle.



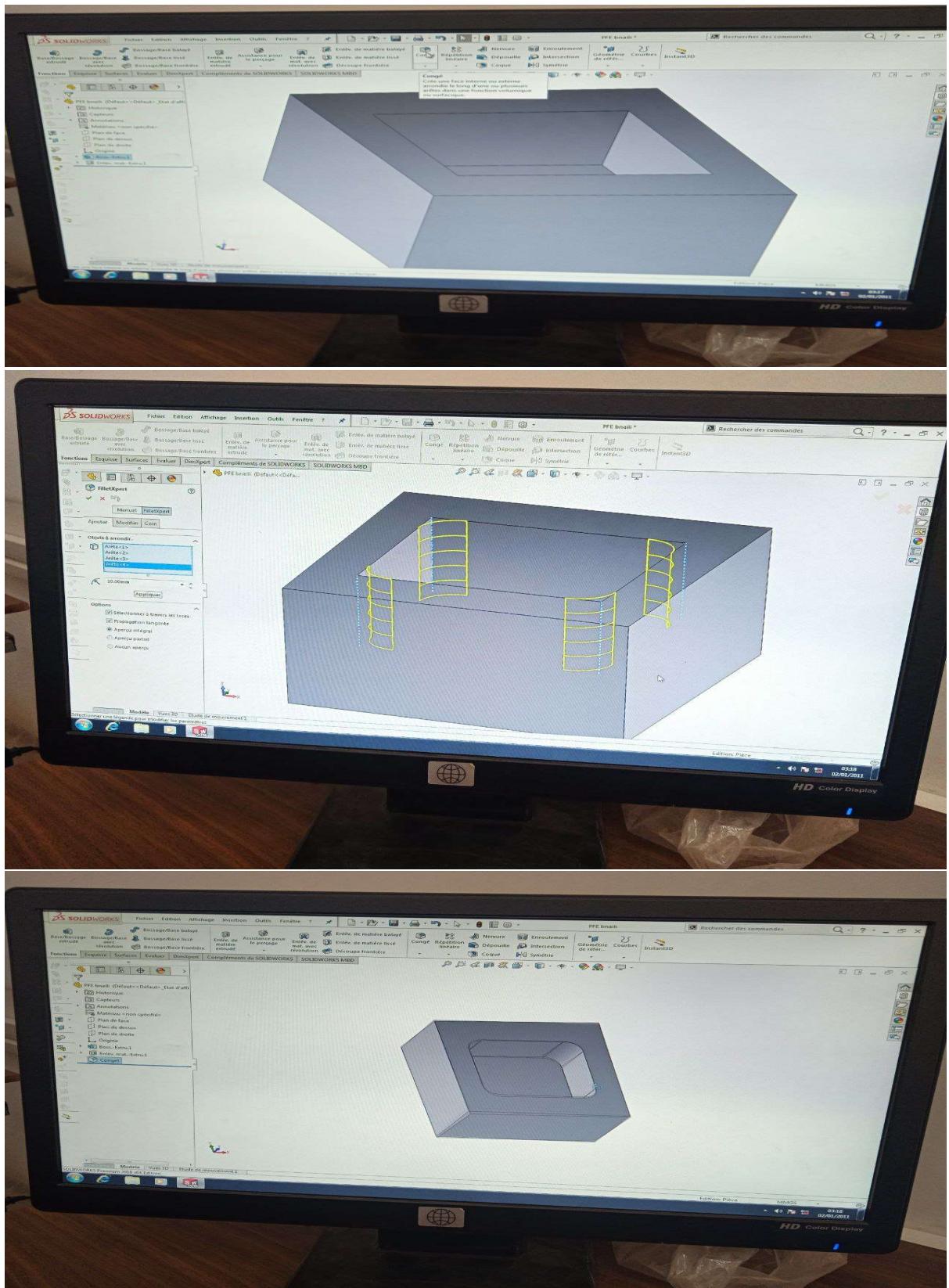
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



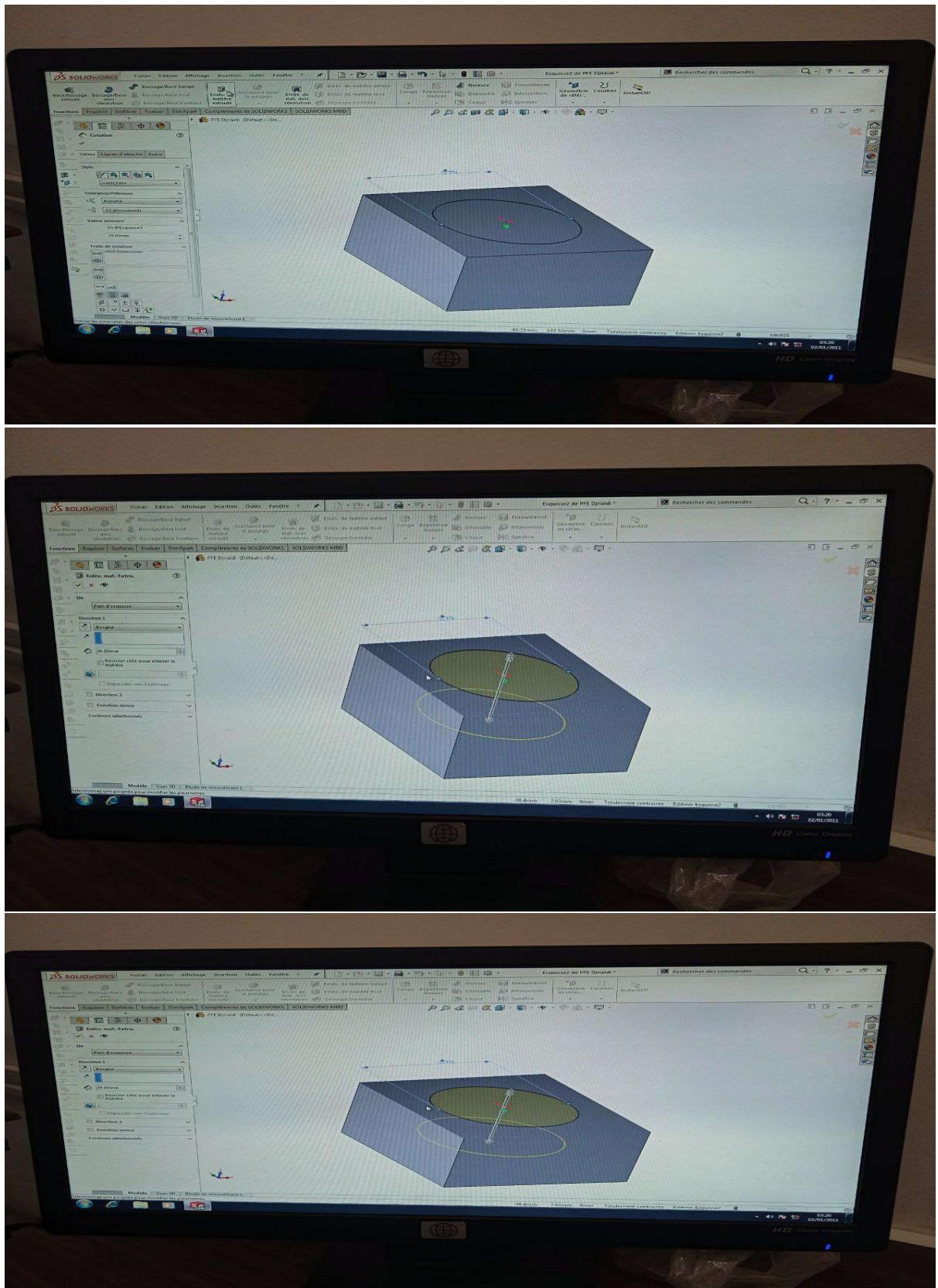
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



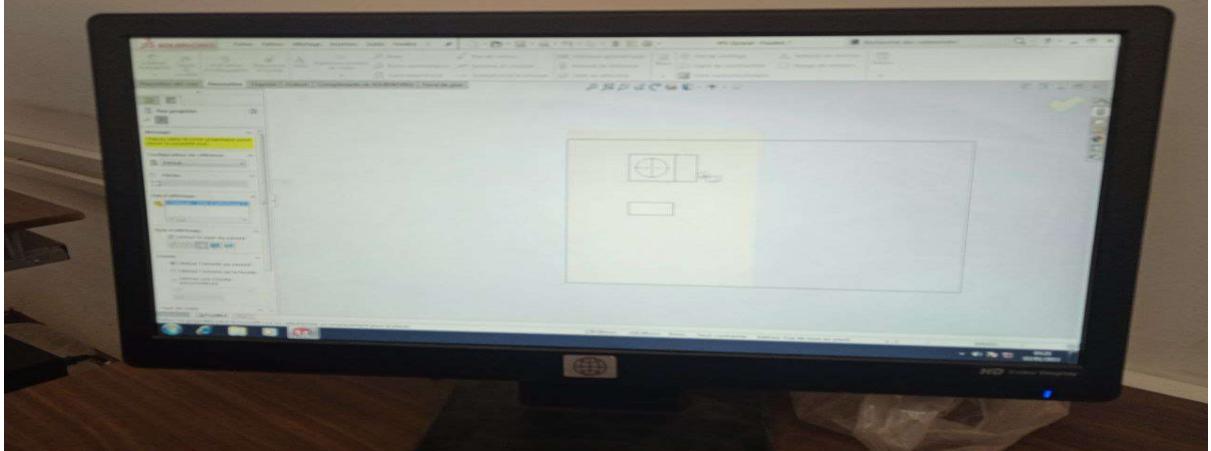
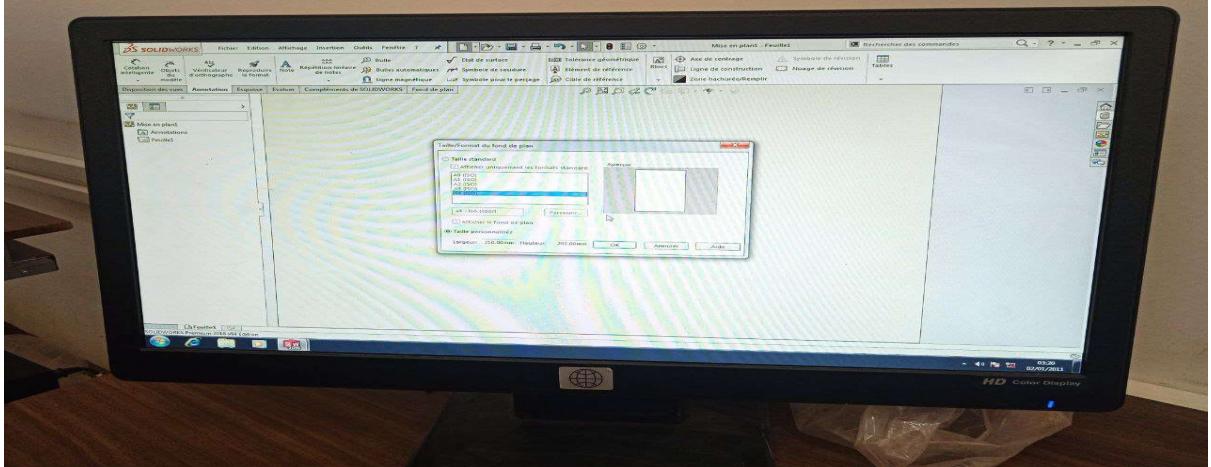
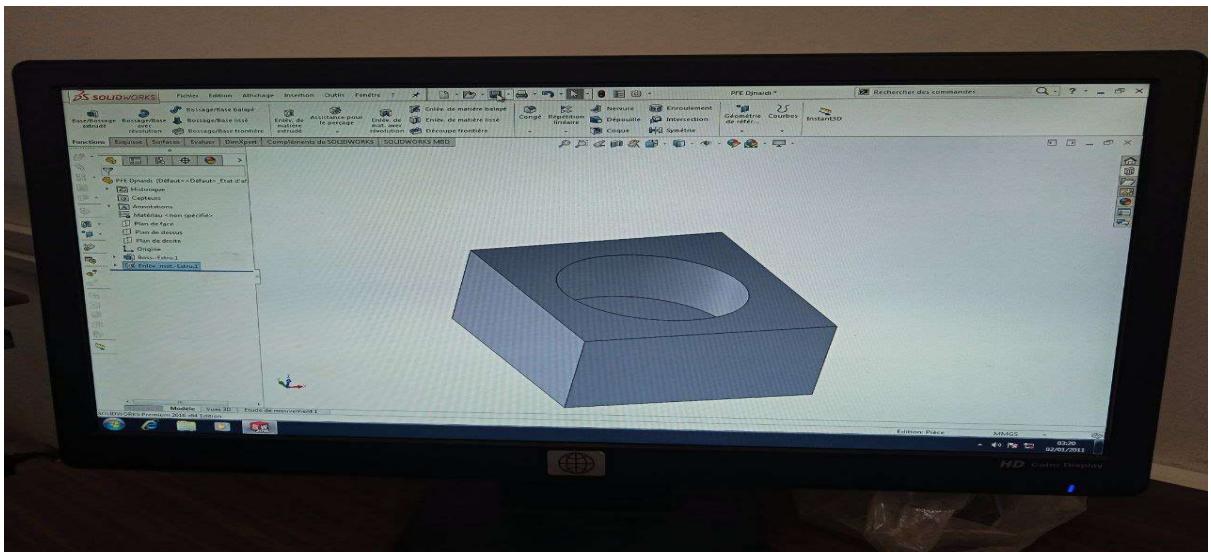
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



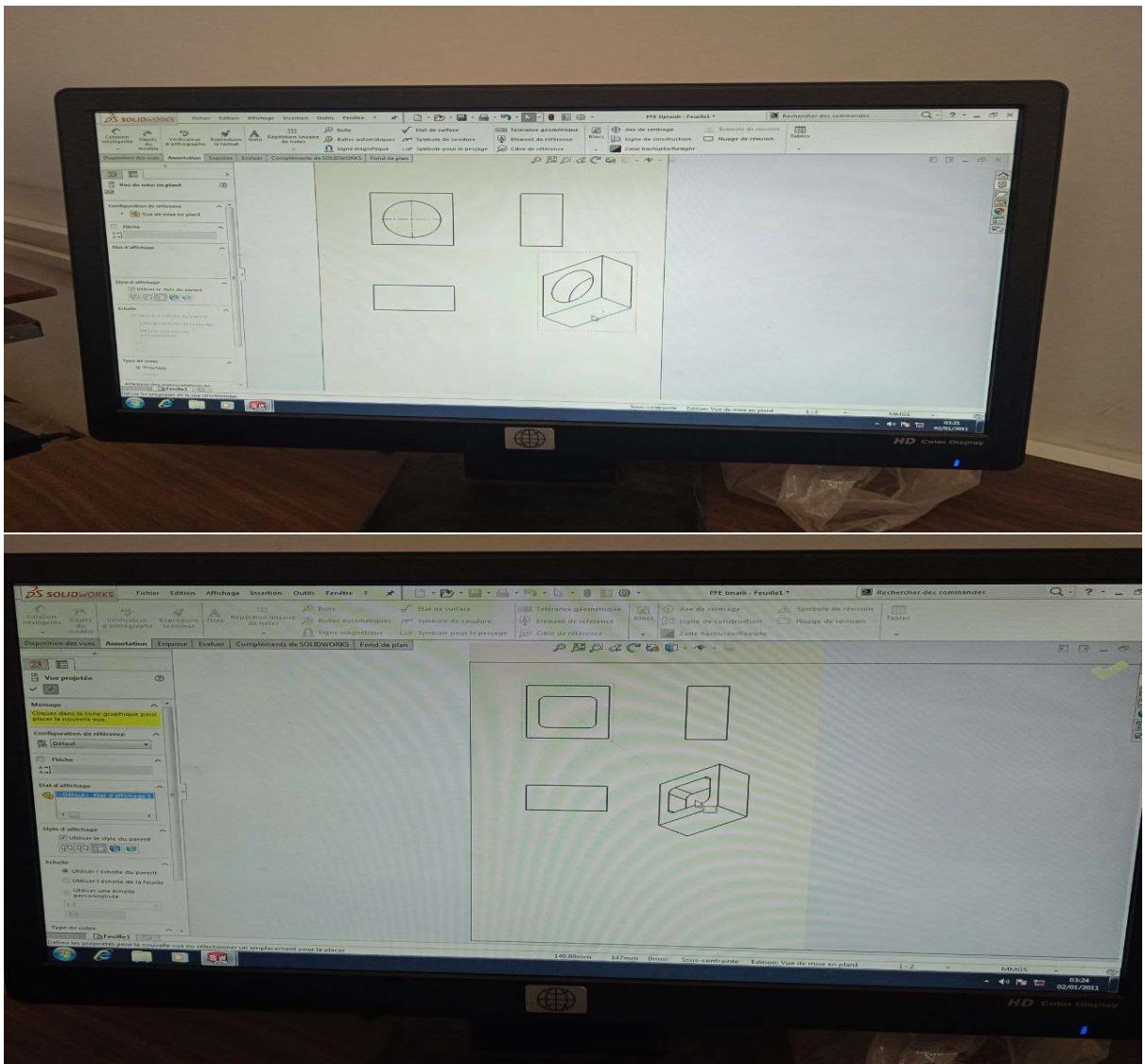
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



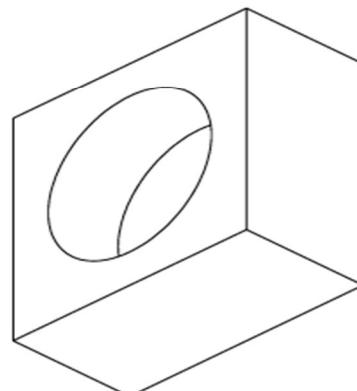
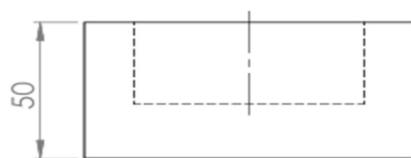
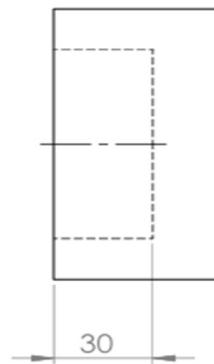
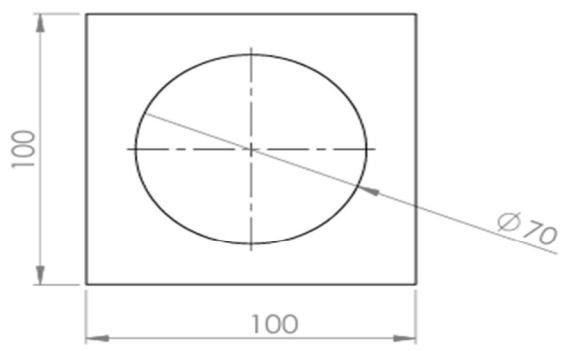
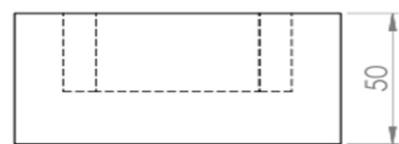
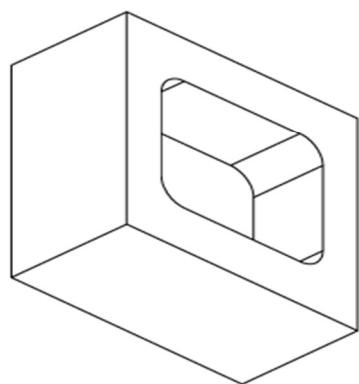
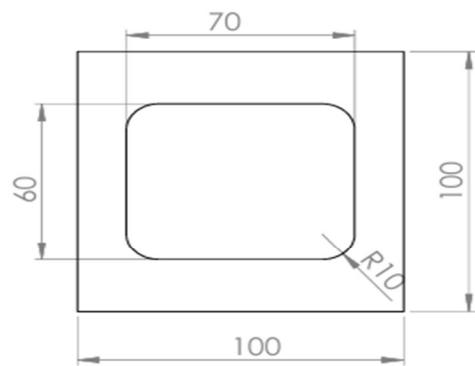
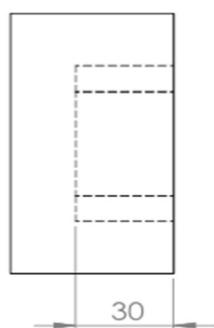
Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Chapitre 02: Méthodologie et étapes de programmation



Étape 4 : Vérification de la machine:

Après la simulation, le programme est transféré sur la machine et exécuté initialement, les résultats étant soigneusement surveillés. Cette étape vise à tester le programme sur une première pièce et à ajuster les paramètres ou corrections nécessaires pour garantir que la poche réponde aux spécifications requises, que ce soit en termes de dimensions ou de qualité de surface.

3. Analyse des résultats préliminaires:

Après avoir programmé la poche circulaire à l'aide de ShopMill et l'avoir exécutée sur une machine CNC Sinumerik 828D, une étape importante consiste à analyser les premiers résultats de l'exécution. Cette analyse vise à vérifier le succès du processus et à identifier les éventuelles faiblesses ou opportunités d'amélioration.

1. Vérification de la conformité dimensionnelle:

Des outils de mesure de précision tels que des pieds à coulisse numériques, des micromètres ou même une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) sont utilisés pour comparer les dimensions réelles de la poche avec les dimensions programmées:

Diamètre intérieur de la poche : Mesuré en plusieurs points pour vérifier l'uniformité.

Profondeur : Vérifie que la valeur spécifiée est atteinte sans dépasser ni diminuer .

Position relative : La position de la poche est vérifiée par rapport au point de référence (point zéro machine).

Tout écart par rapport aux valeurs nominales est enregistré et analysé.

2. Contrôle de la qualité de surface:

La surface de coupe résultante est observée pour vérifier sa douceur et l'absence de vibrations ou de signes d'usure, qui peuvent être causés par:

Sélections d'outils ou paramètres de coupe incorrects;

Vibration dans la machine ou fixation lâche de la pièce;

Suralimentation ou vitesse inappropriée.

Un rugosimètre de surface peut être utilisé pour déterminer la valeur Ra (rugosité moyenne), puis la comparer à la valeur de référence pour l'application industrielle concernée.

3 .Analyse de l'excédent ou du déficit matériel:

Notez si un excédent de matériau est laissé à des fins de finition ou si plus de matériau est retiré que nécessaire, ce qui pourrait endommager la pièce.

Cette analyse permet de modifier les paramètres de programmation tels que la compensation de rayon et le nombre de passes.

4 .Évaluation des performances de l'outil:

En observant l'état de l'outil de coupe (usure, cassure...), on peut conclure:

Si l'outil est adapté au matériau utilisé Comment les conditions de coupe affectent la durée de vie de l'outil .

La nécessité de changer la stratégie de coupe ou d'utiliser des outils plus performants (ex : outils de carburateur).

5 .Problèmes rencontrés:

Lors des premières expériences, certains obstacles peuvent être enregistrés, tels que:

Erreurs d'installation : entraînant un glissement de la pièce ou une déviation de l'outil;

Inadéquation entre la simulation et la mise en œuvre : due à une différence de compensation de la machine ou de coordonnées de référence;

Temps de coupe long ou inefficace : en raison d'une programmation non optimale des parcours d'outils .

Il est recommandé de documenter soigneusement ces problèmes afin d'améliorer le programme et d'assurer sa stabilité à l'avenir.

Chapitre 3

optimisation et conclusions est

1.Optimisation du processus:

1.1 analyse des facteurs dinfluence :

le processus dexploitation est un processus sensible qui est affecte par plusieurs variables majeures,notamment

vitesse de coupe:

Il s'agit de la vitesse de déplacement de l'outil de coupe sur la surface de la pièce. Mesurée en pieds de surface par minute (SFM) ou en mètres par minute (m/min), elle a un impact significatif sur la durée de vie de l'outil, la finition de surface et la productivité globale du processus de fabrication

Vitesse d'alimentation :

La vitesse à laquelle la fraise avance contre la pièce. Elle est mesurée soit en pouces par tour, soit en millimètres par tour (ipr ou mpr) pour les opérations de tournage et de perçage. Cependant, les machinistes utilisent des pouces par minute ou des millimètres par minute (ipm ou mpm) pour les opérations de fraisage.

Stratégie opérationnelle:

Le résultat final dépend de la méthode de coupe utilisée, comme l'usinage multi-passes ou hélicoïdal. Choisir une stratégie appropriée permet de réduire le stress sur l'outil.

2.1Proposer des améliorations:

Sur la base de l'analyse précédente, un ensemble d'améliorations a été proposé qui visent à:

Temps d'usinage réduit : l'outil peut être optimisé ou des paramètres optimaux sélectionnés pour obtenir une coupe plus rapide sans compromettre significativement la qualité. Des stratégies telles que la réduction de la profondeur de coupe ou l'utilisation de techniques avancées telles que l'usinage hélicoïdal peuvent être utilisées.

Améliorer la précision : Pour réduire les variations de taille ou de forme, vous pouvez choisir des vitesses et des avancées soigneusement calculées ou utiliser des outils de plus haute précision.

Usure réduite des outils : en ajustant les vitesses et les avances de manière appropriée, l'usure des outils peut être réduite, prolongeant ainsi la durée de vie des outils et contribuant à réduire les coûts.

1.3 Tests comparatifs avant et après amélioration:

Pour garantir l'efficacité des améliorations, une série de tests a été réalisée, notamment:

Temps de fonctionnement:

Comparaison du temps nécessaire pour compléter la même poche circulaire avant et après l'application des améliorations.

Qualité des surfaces:

Évaluer la régularité de la surface à l'aide d'instruments de mesure ou par inspection visuelle et tactile.

Coût

Calculez la différence de consommation d'outils et d'énergie et analysez l'impact sur le coût total de la pièce.

2 .Résultats et discussion:

Cette section présente une analyse des résultats obtenus après la mise en œuvre des améliorations proposées dans le processus d'exploitation, en comparant ces résultats aux objectifs initiaux et aux normes de l'industrie. Elle aborde également les limites de l'étude et indique les perspectives futures possibles pour développer le processus plus largement

2.1 Affichage des résultats finaux:

Après avoir mis en œuvre les améliorations recommandées dans les paramètres opérationnels (vitesse d'avance et stratégie de fonctionnement), des essais ont été effectués sur le même type de poche circulaire. Les résultats ont montré ce qui suit:

Temps de fonctionnement : Le temps de fonctionnement a été considérablement réduit, contribuant à une productivité accrue

Qualité d'usinage : La qualité de la surface finie de la pièce est améliorée, avec des distorsions et des écarts réduits par rapport aux dimensions requises.

Efficacité de l'outil : une usure réduite de l'outil est observée, ce qui prolonge sa durée de vie et réduit les coûts.

2.2 Comparaison avec les objectifs et les normes:

Les résultats obtenus après optimisation ont été comparés à: Objectifs principaux du projet.

- Réduire le temps de fonctionnement.
- Améliorer la précision et la qualité.
- Réduire les coûts.

Normes industrielles:

Il a été observé que les résultats obtenus sont très proches des performances idéales adoptées dans le domaine industriel.

Cela démontre l'efficacité et la capacité de la stratégie adoptée à suivre le rythme des exigences modernes du marché

2.3 Limites de l'étude et perspectives de développement:

Malgré les résultats positifs obtenus, certaines limites doivent être prises en considération

Limites de l'étude:

- poche L'accent a été mis sur un type de poche (circulaire) et un type d'outil.
- L'effet des changements thermiques ou des variations des propriétés des matériaux n'a pas été étudié

Perspectives de développement futur:

- Élargir l'étude pour inclure différents types de poches ou de formes complexes.
- Étudier l'effet des changements dans le type d'outil ou de matériau utilisé
- Utilisez un logiciel de simulation avancé pour améliorer la précision

3 .Conclusion:

Ce chapitre représente l'aboutissement du travail réalisé au cours de cette étude, qui s'est concentré sur l'optimisation du processus d'usinage d'une poche circulaire à l'aide de l'interface ShopMill sur un contrôleur Sinumerik 828

En analysant les facteurs affectant la qualité et l'efficacité de l'opération, tels que la vitesse de coupe, la vitesse d'avance et la stratégie d'exploitation, nous avons pu identifier les domaines à améliorer et proposer des solutions techniques appropriées Des expériences comparatives menées avant et après

Chapitre 03:optimisation et conclusionest

l'application de ces améliorations ont montré des résultats positifs, notamment: Réduire considérablement le temps de fonctionnement Amélioration de la qualité de finition de surface et de la précision dimensionnelle.

Liste des sources

1. [Programmation CNC d'une pièce mécanique à l'aide du logiciel ShopMill] ,Promotion 2021.
2. Programmation et optimisation d'usinage CNC à l'aide de ShopMill 2020.
3. Siemens AG. (2022). SINUMERIK 828D – System Manual. [Online PDF] (2023) Programmation CNC à l'aide de ShopMill.
4. BOUKHOBZA, Nassima. Programmation d'une poche circulaire avec ShopMill sur machine CNC SINUMERIK 828D, 2022.
5. BOUZIDI, Lynda. Étude et réalisation d'une poche circulaire avec ShopMill sur CNC Sinumerik 828D, 2021.
6. BOUZIANE, Samir. Étude de la programmation CNC sur Sinumerik 828D avec application ShopMill (2022).
7. Zine, M. (2020). Étude et réalisation d'un programme d'usinage CNC avec ShopMill sur commande Sinumerik 828D.
8. AIT OUARET M., Étude et programmation d'une poche circulaire à l'aide de ShopMill sous Sinumerik 828D (2021).

9. KHEDIMI M., Programmation CNC d'une poche à l'aide de ShopMill sur Sinumerik 828D, 2022.
 10. BOUMENDIL M ; Étude et réalisation d'une poche circulaire sur machine CNC avec ShopMill (2021).
 11. HADJEB F, Optimisation des paramètres d'usinage sur une machine CNC Sinumerik (2022).
 12. Siemens AG. (2020). SINUMERIK 828D Operating Manual for ShopMill Siemens Industry.
 13. Kalpakjian, S, & Schmid, S. R.(2014) . Manufacturing Engineering and Technology (7th ed.).
 14. Gougeon, M. (2009). Usinage tournage, fraisage, perçage. Éditions Casteilla.

