



RAPPORT DE STAGE

PFE

Année académique : 2023-2024

THEME :

**REALISATION D'UN PLAN DE MAINTENANCE
PREVENTIVE DES MACHINES 20HP**

ENCADRANT PEDAGOGIQUE :

MR.SIFFER ABDESSAMAD

ENCADRANT D'ENTREPRISE :

MR. WALTER MOUDOUTE

ECRIT PAR :

LARZA YAHYA

Département :

METHODES

MSH
INDUSTRIE
EXCEED EXPECTATIONS

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

عبد

AbdoCalligraphy.com

AbdoFonts.com

DEDICACE

À ma chère famille,

Dans le sillage de cette expérience professionnelle, je suis rempli d'une profonde gratitude et d'une affection infinie en vous dédiant ce rapport de stage. Votre soutien inébranlable a été mon roc, guidant chacun de mes pas tout au long de cette aventure enrichissante.

À mes parents, pour votre amour incommensurable, vos encouragements inlassables et vos sacrifices discrets, je vous adresse cette dédicace. Votre exemple est ma source d'inspiration, me poussant à persévérer et à poursuivre mes rêves.

À mes frères, complices de mes joies et confidents de mes doutes, vous êtes le pilier de mes succès. Votre présence a donné à chaque étape de ce parcours une valeur encore plus profonde.

REMERCIEMENTS

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements, premièrement à mon **institut « IFMIA KENITRA »** qui m'a donné l'opportunité de passer mon premier stage dans le monde industriel généralement et particulièrement dans cette extraordinaire entreprise marocaine **« MSH INDUSTRIE »**.

Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude à mon professeur et chef de département, **Monsieur Sifer Abdessamad**, qui m'a beaucoup aidé sur le plan théorique, me permettant ainsi d'être bien préparé sur le terrain. Son engagement pour notre développement professionnel est hautement apprécié. Je tiens également à remercier chaleureusement le personnel administratif de notre institut, en particulier notre directeur, **Monsieur El Kachani Abderrahmane**, et notre surveillante générale, **Madame Lamiae. Merci IFMIA !**

Je tiens à remercier vivement mes collègues chez MSH Industrie, en particulier **Monsieur Walter Moudoute**, le responsable technique, pour son soutien et ses conseils précieux tout au long de mon stage. Leur encadrement et leur expertise ont grandement contribué à mon apprentissage.

Je suis également reconnaissant envers toute l'équipe RH pour leur accueil et leur esprit d'équipe, en particulier **Madame Houria Harhour**, qui m'a offert l'opportunité de rejoindre les autres stagiaires pendant cette période. Merci à elle pour sa confiance et son accompagnement tout au long de cette durée.

TABLE DES MATIERES

I.	Fiche signalétique :	14
II.	Présentation de MSH INDUSTRIE:	15
1.	Situation géographique :	15
2.	Présentation de l'entreprise :	15
3.	Organigramme d'entreprise :	16
4.	Processus de fabrication des pièces mécanique :	17
A.	Conception 3D:	17
B.	Planification et Programmation :	17
C.	Usinage :	17
D.	Contrôle qualité :	18
E.	Livraison :	18
5.	Clients de MSH :	18
6.	Produits de MSH industrie:	19
III.	Formation continue des employés :	19
1.	Investissement dans la formation :	19
2.	Formations proposées :	19
3.	Exemple de formation : ESPRITCAM :	20
4.	Impact des formations :	20
5.	Conclusion :	21
I.	Généralités :	23
1.	La composition d'un programme	25
A.	Le Bloc	25
B.	Le Mot.....	26
2.	Structure d'un programme	26

A.....	Définition d'un programme	
26		
B.	Comment réaliser un programme ?.....	27
C.	Les règles de programmation.....	27
.....		27
D.	Structure d'une opération:.....	27
II.	Les fonctions préparatoires G.....	29
1.	Choix du mode de programmation.....	29
2.	Programmation des déplacements	30
3.	Positionnement de l'outil par rapport à la pièce.....	30
A.	Correction de rayon à gauche du profil à usiner G41	31
B.	Correction de rayon à droite du profil à usiner G42.	31
C.	Annulation de correction de rayon G40.....	32
4.	Programmation des vitesses :.....	33
III.	FAO a l'aide d'ESPRITCAM :	33
1.	Préparation de la pièce.....	34
2.	Programmation de l'outil.....	35
3.	Simulation :	35
4.	Génération du code CNC	36
5.	Conclusion	36
I.	Plan de maintenance préventive :	39
1.	Présentation du cadre de projet :	39
A.	Problématique :.....	39
B.	Spécification du besoin :	39
C.	Solutions proposées :	39
2.	Causes principales des pannes d'équipements:.....	40
3.	Etude d'impact :	40
A.	Impact économique :	40
B.	Impact productique :	41
4.	Plan de Maintenance Préventive:	43

5.....	Mise en œuvre du plan :	
43		
6.	Conclusion :.....	44
7.	Recommandations :.....	44
II.	Taches effectuées :.....	46
1.	Manipulation de la machine CNC HAAS :	46
2.	Programmation FAO a l'aide des deux logiciels Catia V5 et EspritCam : 46	
3.	Simulation du programme :.....	47
4.	Maintenance préventive des Haas 20HP :	48
5.	Formation sur le Logiciel ESPRITCAM :.....	49
6.	Préparation des pièces à livrer :.....	49

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : POSITION GEOGRAPHIQUE MSH	15
FIGURE 2 : ORGANIGRAMME DE MSH	16
FIGURE 3 : SCHEMA DE PROCESSUS.....	17
FIGURE 4 : CONTROLE QUALITE.....	18
FIGURE 5 : EXEMPLE DE COMMANDE.....	18
FIGURE 6 : CLIENTS DE MSH	18
FIGURE 7 : QUELQUE PIECE REALISEE PAR MSH	19
FIGURE 8 : COMPOSITION DU PROGRAMME G	25
FIGURE 9: SCHEMA D'UN PROGRAMME	25
FIGURE 10: ECRITURE D'UN BLOC DEFINISSANT LA MISE EN ROTATION DE BROCHE.	26
FIGURE 11 : LES REGLES DE PROGRAMMATION.....	27
FIGURE 12 : MODES DE PROGRAMMATION	29
FIGURE 13 : PROGRAMMATION DES DEPLACEMENTS.....	30
FIGURE 14 : CORRECTION D'OUTILS	31
FIGURE 15 : CORRECTION A GAUCHE.....	31
FIGURE 16 : CORRECTION A DROITE.....	31
FIGURE 17 : ANNULLATION DE CORRECTION.....	32
FIGURE 18 : PROGRAMMATION DES VITESSES	33
FIGURE 19 : PROGRAMMATION DES DIMENSIONS D'OUTIL	35
FIGURE 20 : SIMULATION D'USINAGE D'UNE PIECE.....	35
FIGURE 21 : EXEMPLE GENERE PAR ESPRITCAM.....	36
FIGURE 22 : RAISONS DES PANNES D'EQUIPEMENTS.....	40
FIGURE 23 : IMPACT DES TYPES DE MAINTENANCE SUR LES COUTS DE LA SOCIETE	41
FIGURE 24 : MAINTENANCE CORRECTIVE VS MAINTENANCE PREVENTIVE	42
FIGURE 25 : PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE	43
FIGURE 26 : EXEMPLE DE MISE EN ŒUVRE.....	44
FIGURE 27: FORMATION CONTINUE	45
FIGURE 28: LOGICIEL DE GMAO	45
FIGURE 29: GESTION DE STOCK	45
FIGURE 30 : MACHINE CNC 20HP.....	46
FIGURE 31 : ESPRIT CAM	46
FIGURE 32 : INTERFACE DU LOGICIEL ESPRITCAM	47
FIGURE 33 : SIMULATION SIMPLE DE FAO.....	47

FIGURE 34 : SIMULATION DE TOUTE LA MACHINE EN TRAIN DE FABRIQUER48

FIGURE 35 : DIFFERENTS INTERVENTIONS48

FIGURE 36 : BOITE A LIVRER49



INTRODUCTION

Chers lecteurs,

C'est avec une immense satisfaction que je partage avec vous les enseignements et les moments marquants de mon stage au département Méthodes de MSH Industrie. En tant qu'assistant technicien, j'ai eu le privilège d'explorer en profondeur les méthodes de travail et les procédures opérationnelles de l'entreprise, sous la tutelle avisée de M. Walter Moudoute, responsable technique, et de Mme Houria Harhour, du département des ressources humaines.

Au cours de cette immersion professionnelle, j'ai activement participé à l'optimisation des processus de production, à la mise en place de méthodes de travail plus efficaces et à la conception de solutions innovantes pour améliorer la productivité. Ces expériences dynamiques ont contribué de manière significative à mon développement professionnel. En parallèle, mon projet de stage a été axé sur la conception et la mise en œuvre d'une solution innovante : une machine dédiée au nettoyage des supports de jantes.

L'étude approfondie que j'ai entreprise a été le fondement de la conceptualisation de ce projet ambitieux. J'ai également acquis des compétences avancées dans l'utilisation du logiciel Esprit pour l'usinage complet, ainsi que dans la manipulation de la machine CNC Haas 20HP.

À travers ce rapport de stage, je souhaite documenter de manière exhaustive les leçons tirées de cette expérience professionnelle stimulante. En mettant en lumière les aspects cruciaux de mon parcours au sein du département Méthodes de MSH Industrie, je tiens à souligner l'influence déterminante de M. Walter Moudoute et de Mme Houria Harhour dans ma croissance au sein de l'entreprise.

Cette première partie de mon rapport vise à vous immerger dans les prémices de mon expérience, en soulignant les défis et les opportunités qui ont façonné ma compréhension du domaine des méthodes de travail et de l'optimisation des processus industriels.

Mon parcours professionnel chez MSH Industrie a été jalonné de découvertes fascinantes et d'apprentissages significatifs. La synergie entre l'analyse approfondie des processus de production et la conception novatrice de la machine de nettoyage a représenté le cœur de mon engagement au sein de l'entreprise.

Dans la suite de ce rapport, je partagerai de manière détaillée les étapes de mon projet, depuis la conception théorique jusqu'à sa réalisation concrète. Vous découvrirez également les défis concrets rencontrés et les solutions élaborées pour les surmonter, reflétant ainsi l'application pratique de mes connaissances acquises.

En conclusion, je souhaite exprimer ma gratitude envers l'équipe de MSH Industrie, qui a été une source constante d'inspiration et de soutien. Je vous invite à poursuivre la lecture de ce rapport pour une exploration approfondie de mon expérience professionnelle au sein de cette entreprise.

Cordialement,

Yahya LARZA

CHAPITRE I

- **PRESENTATION DE L'ORGANISME**
- **SES ACTIVITEES**
- **SON PROCESSUS DE FABRICATION**
- **SES CLIENTS**

MSH INDUSTRIE

I. Fiche signalétique :

<u>RAISON SOCIALE</u>	MSH INDUSTRIE
<u>FORME JURIDIQUE</u>	Société à Responsabilité Limitée à Associé Unique
<u>DATE DE CONSTITUTION</u>	2015
<u>CAPITAL</u>	1 000 000 DHS
<u>ADRESSE</u>	Quartier Industriel Rue 183 N° 4 - Kénitra (M)
<u>ACTIVITES</u>	industrie mécanique, construction métallique, import - export

II. Présentation de MSH INDUSTRIE:

1. Situation géographique :

MSH INDUSTRIE se trouve au quartier Industriel Rue 183 N° 4 - Kénitra (M)



2. Présentation de l'entreprise :

MSH-INDUSTRIE SARL est une entreprise spécialisée dans la fabrication d'équipements automobiles et le développement de solutions pour les problèmes techniques rencontrés dans les sociétés de câblage. Depuis sa fondation en 2015, la société s'est engagée à assurer la satisfaction permanente de ses clients fidèles. Elle a donc structuré ses activités et ses processus pour servir le secteur automobile et répondre à des normes de qualité élevées.



MSH se consacre au développement de solutions techniques adaptées aux besoins réels de ses clients et participe à des projets dans le secteur de l'industrie du câblage automobile. Spécialisée dans le domaine automobile, MSH Industries conçoit et fabrique des pièces mécaniques sur des machines CNC, que ce soit à

l'unité ou en petites et moyennes séries, et ce, dans tous types de matériaux, avec une grande précision : tournage, perçage, fraisage, impression 3D.

MSH Industries produit des pièces répondant aux normes de l'industrie et dispose d'une équipe de collaborateurs compétents, bien formés et qualifiés pour assembler, entretenir et vendre différents accessoires, bâches, outillages et consommables pour l'industrie automobile.

3. Organigramme d'entreprise :

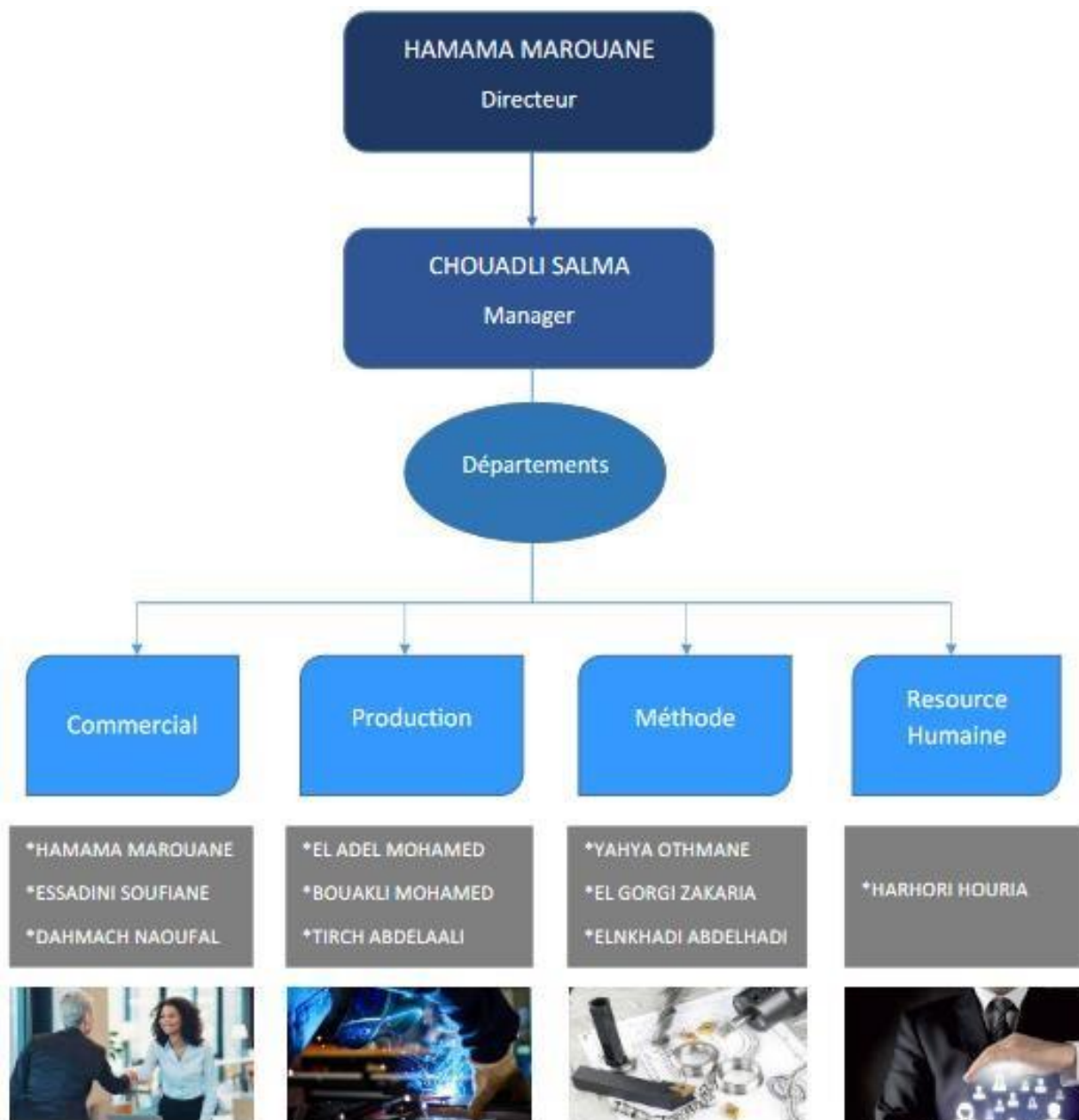


Figure 2 : Organigramme de MSH

4. Processus de fabrication des pièces mécanique :

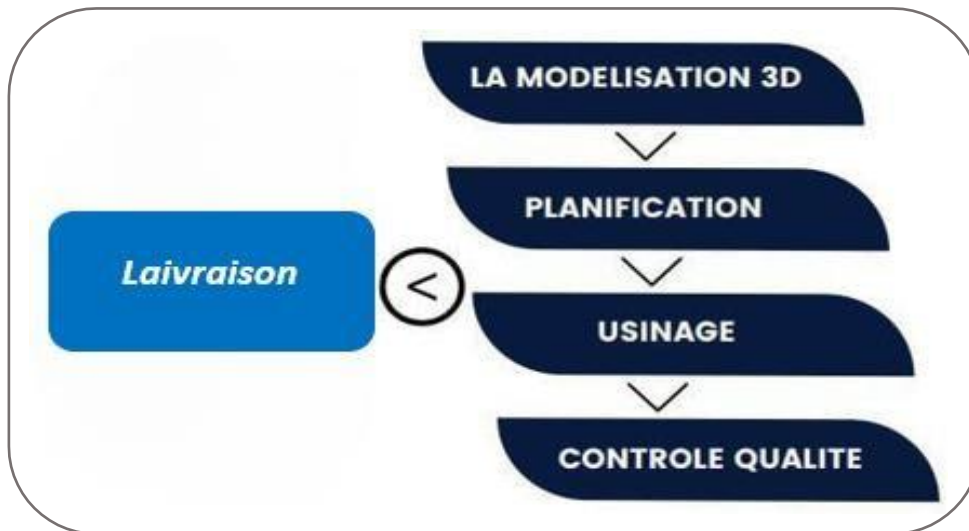


Figure 3 : Schéma de processus

A. Conception 3D:

- Conception des pièces à l'aide de logiciels comme SolidWorks ou CATIA pour créer des modèles 3D précis et fonctionnels.

B. Planification et Programmation :

- Planification et programmation du code G pour l'usinage à l'aide de logiciels comme GibbsCAM ou ESPRITCAM.
- Définition des trajectoires d'outil et des paramètres d'usinage pour chaque pièce.

C. Usinage :

- Les pièces sont usinées sur des machines HAAS, incluant des opérations de tournage, perçage, fraisage, et impression 3D selon les besoins spécifiques.

D. Contrôle qualité :

- Vérification rigoureuse des dimensions, des tolérances et de l'aspect esthétique des pièces pour garantir leur conformité aux normes ISO et aux spécifications requises.

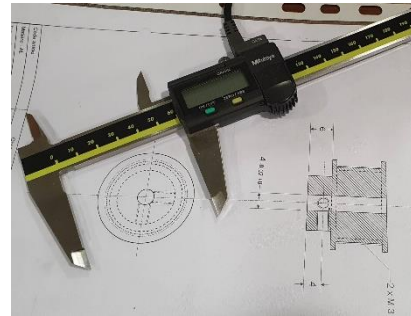


Figure 4 : contrôle qualité

E. Livraison :

- Une fois que les pièces ont passé le contrôle qualité, elles sont prêtes à être livrées à destination, que ce soit pour l'assemblage final dans des équipements automobiles ou pour d'autres applications.

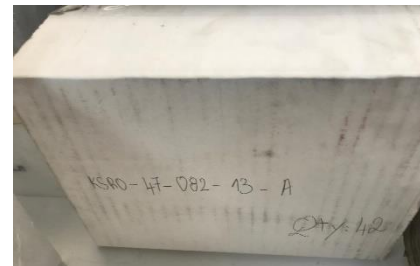


Figure 5 : Exemple de commande

5. Clients de MSH :



Figure 6 : CLIENTS DE MSH

6. Produits de MSH industrie:

Il y a plusieurs types de produits :



INSERTS CAPTEURS



INSERTS CAPTEURS
WATERPROOF



PRESSES
MANUELLES



GROMMETS

Figure 7 : Quelques pièces réalisées par MSH

III. Formation continue des employés :

1. Investissement dans la formation :

Chez MSH INDUSTRIE, nous croyons fermement que le développement professionnel de nos employés est essentiel pour le succès de notre entreprise. C'est pourquoi nous investissons continuellement dans des programmes de formation continue couvrant divers domaines. Notre objectif est de garantir que nos employés disposent des compétences et des connaissances les plus récentes pour exceller dans leurs rôles et contribuer efficacement à nos projets.

2. Formations proposées :

Leurs programmes de formation couvrent un large éventail de domaines, notamment :

Logiciels et technologies : Pour rester à la pointe de l'innovation, nous proposons des formations sur les derniers logiciels et technologies utilisés dans l'industrie.

Processus de production: Nous offrons des formations sur les nouvelles techniques de fabrication et les meilleures pratiques pour améliorer l'efficacité et la qualité.

Développement personnel et professionnel : Des ateliers sur le leadership, la gestion du temps, et d'autres compétences clés sont également disponibles pour aider nos employés à progresser dans leur carrière.

3. Exemple de formation : ESPRITCAM :

Un exemple concret de notre engagement envers la formation continue est la formation récente que j'ai suivie sur le logiciel ESPRITCAM. ESPRITCAM est un logiciel de FAO (fabrication assistée par ordinateur) puissant, utilisé pour la programmation des machines-outils CNC. Cette formation m'a permis de :

- ✚ Maîtriser les fonctionnalités avancées d'ESPRITCAM pour optimiser les opérations d'usinage.
- ✚ Améliorer la précision et l'efficacité de la programmation CNC, ce qui se traduit par une meilleure qualité des pièces produites.
- ✚ Réduire les temps de cycle et les coûts de production grâce à une programmation plus efficace.

4. Impact des formations :

Les formations continues, telles que celle sur ESPRITCAM, ont un impact significatif sur notre entreprise. Elles permettent à nos employés de :

- ✚ Améliorer leurs compétences et de rester compétitifs dans un environnement en constante évolution.
- ✚ Apporter des innovations dans nos processus de production, conduisant à une amélioration continue de la qualité de nos produits.
- ✚ Renforcer leur motivation et leur engagement, en se sentant valorisés et soutenus dans leur développement professionnel.

5. Conclusion :

En conclusion, l'engagement de MSH INDUSTRIE envers la formation continue de ses employés est un pilier central de notre stratégie de croissance et de succès. En investissant dans le développement des compétences de notre équipe, nous assurons non seulement notre compétitivité sur le marché, mais nous contribuons également à la réalisation personnelle et professionnelle de nos employés.

CHAPITRE II

- **INTRODUCTION**
- **LA PROGRAMMATION FAO**
- **ESPRITCAM**



I. Généralités :

La Programmation CNC avec FANUC et HAAS :

La programmation des machines-outils à commande numérique (CNC) repose sur l'utilisation du code G, un langage codé standardisé selon la norme ISO 1056. Ce langage permet de décrire les opérations d'usinage de manière précise et est utilisé par divers contrôleurs de machines-outils, notamment FANUC et HAAS, deux des plus renommés dans l'industrie.

FANUC :

FANUC est un leader mondial dans la fabrication de contrôleurs CNC, réputé pour sa fiabilité et ses performances avancées. Les contrôleurs FANUC utilisent le code G pour programmer les opérations des machines-outils, offrant une grande flexibilité et une compatibilité avec une large gamme de machines. Les caractéristiques clés du langage de programmation FANUC incluent :

- Chronologie des actions : FANUC permet de séquencer précisément les étapes d'usinage, garantissant un flux de travail fluide et efficace.
- Appel des outils : Le système gère l'utilisation des outils, y compris les changements automatiques, pour optimiser le processus de fabrication.
- Sélection des vitesses de coupe et d'avance : Les contrôleurs FANUC permettent de régler avec précision les paramètres de coupe, ce qui est crucial pour obtenir des pièces de haute qualité.
- Formulation des trajectoires : FANUC offre des capacités avancées pour définir les trajectoires des outils, incluant des mouvements complexes en trois dimensions.
- Définition des coordonnées de fin de trajectoire : Les coordonnées finales des mouvements sont programmées pour garantir la précision des opérations.
- Mises en ou hors fonction des organes de la machine : FANUC contrôle divers organes de la machine, tels que les systèmes de lubrification et les dispositifs de sécurité, pour un fonctionnement optimal.

HAAS :

HAAS Automation est un autre acteur majeur dans le domaine des machines CNC, connu pour ses solutions innovantes et accessibles. Les contrôleurs HAAS, également programmés en code G, sont conçus pour être user-friendly tout en offrant une performance robuste. Les principales caractéristiques du langage de programmation HAAS comprennent :

- Chronologie des actions : Comme FANUC, HAAS permet une planification détaillée des étapes d'usinage, facilitant une production cohérente et efficace.
- Appel des outils : HAAS offre une gestion simplifiée des outils, y compris des fonctions de changement d'outils automatiques pour augmenter la productivité.
- Sélection des vitesses de coupe et d'avance : Les contrôleurs HAAS permettent des ajustements précis des paramètres de coupe, ce qui est essentiel pour différentes applications d'usinage.
- Formulation des trajectoires : HAAS offre des fonctionnalités puissantes pour programmer des trajectoires d'outils complexes, aidant à réaliser des pièces avec des géométries sophistiquées.
- Définition des coordonnées de fin de trajectoire : Les systèmes HAAS garantissent une précision maximale en définissant clairement les points de fin de chaque mouvement.
- Mises en ou hors fonction des organes de la machine : HAAS contrôle efficacement les systèmes auxiliaires de la machine pour assurer des opérations sûres et optimales.

Importance de la Formation Continue

Pour tirer le meilleur parti des technologies avancées offertes par FANUC et HAAS, il est crucial que les opérateurs et programmeurs CNC reçoivent une formation continue. Par exemple, la formation sur des logiciels de FAO comme ESPRITCAM est essentielle pour rester à jour avec les dernières méthodes de programmation et d'optimisation des opérations CNC. ESPRITCAM permet une programmation plus intuitive et précise des machines CNC, réduisant les temps de cycle et améliorant la qualité des pièces produites.

En somme, FANUC et HAAS représentent des standards d'excellence dans l'industrie CNC, et la maîtrise de leurs systèmes de programmation est essentielle pour maintenir une production efficace et de haute qualité. La formation continue sur ces technologies garantit que les employés peuvent exploiter pleinement les capacités de ces machines, contribuant ainsi au succès et à la compétitivité de l'entreprise.

1. La composition d'un programme

La programmation s'effectue suivant le code ISO. Un programme est constitué de lignes appelées "blocs". Un bloc correspond aux instructions relatives à une séquence d'usinage. Chaque bloc est constitué d'un groupe de mots.

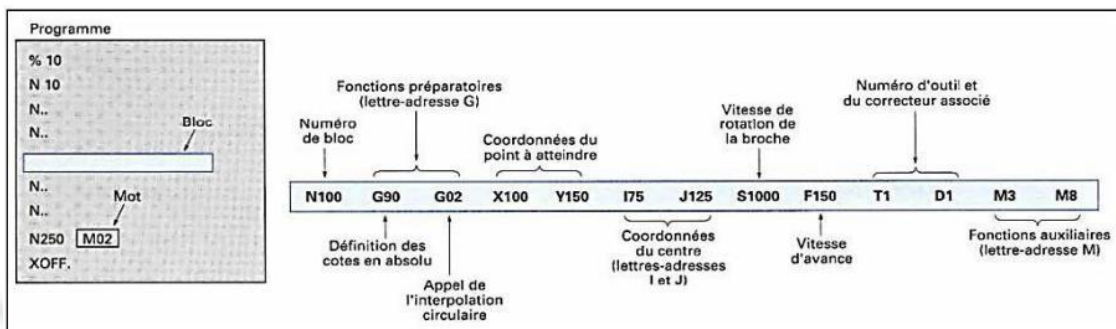


Figure 8 : Composition du programme G

A. Le Bloc :

Bloc : groupe de mots correspondant aux instructions relatives à une séquence d'usinage. La numérotation des blocs s'effectue de 5 en 5 ou de 10 en 10 pour permettre une insertion éventuelle de blocs.

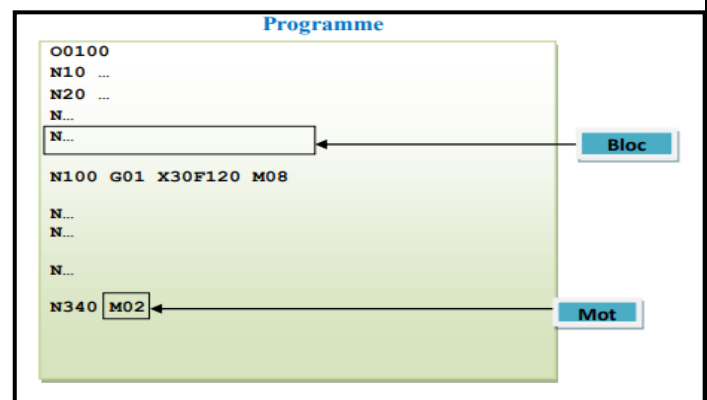


Figure 9: Schéma d'un programme

Exemples de blocs :

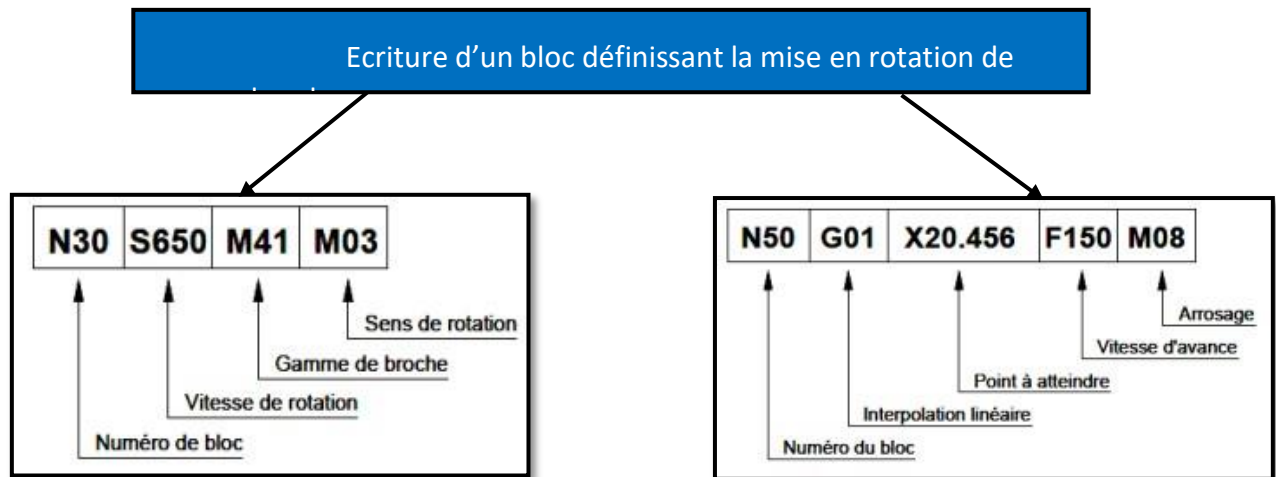


Figure 10: Ecriture d'un bloc définissant la mise en rotation de broche.

B. Le Mot

Mot : ensemble de caractères comportant une adresse suivie de chiffres constituant une information.

Exemple : X 10.850

2. Structure d'un programme

A. Définition d'un programme

Un programme est la transaction, dans un langage compréhensible par le directeur de commande numérique d'une machine. Des opérations d'usinage à effectuer sur une pièce.

Les différentes manières de programmer sont :

La programmation manuelle,

La programmation assistée : soit conventionnelle par le DNC (command numérique directe), soit avec un logiciel de FAO.

Remarque :

Les documents suivants sont nécessaires :

- Le dessin de définition,

- Le contrat de phase avec l'isostatisme et les paramètres de coupe,
- Le dossier de la machine.

B. Comment réaliser un programme ?

Pour réaliser les différentes opérations nécessaires à l'usinage d'une pièce, un programme CN peut être écrit de différentes manières. Selon la nature de la pièce à usiner et sa complexité, les différentes structures de programme CN peuvent être proposées :

- Un programme principal,
- Un programme principal contenant des appels de séquences internes,
- Un programme principal et des sous programmes.

Block	Description	Purpose
%	Start of program.	Start Program
O0001 (PROJECT1)	Program number (Program Name).	
(T1 0.25 END MILL)	Tool description for operator.	
N1 G17 G20 G40 G49 G80 G90	Safety block to ensure machine is in safe mode.	
N2 T1 M6	Load Tool #1.	Change Tool
N3 S9200 M3	Spindle Speed 9200 RPM, On CW.	
N4 G54	Use Fixture Offset #1.	Move To Position
N5 M8	Coolant On.	
N6 G00 X-0.025 Y-0.275	Rapid above part.	
N7 G43 Z1. H1	Rapid to safe plane, use Tool Length Offset #1.	
N8 Z0.1	Rapid to feed plane.	
N9 G01 Z-0.1 F18.	Line move to cutting depth at 18 IPM.	
N10 G41 Y0.1 D1 F36.	CDC Left, Lead in line, Dia. Offset #1, 36 IPM.	Machine Contour
N11 Y2.025	Line move.	
N12 X2.025	Line move.	
N13 Y-0.025	Line move.	
N14 X-0.025	Line move.	
N15 G40 X-0.4	Turn CDC off with lead-out move.	
N16 G00 Z1.	Rapid to safe plane.	
N17 M5	Spindle Off.	Change Tool
N18 M9	Coolant Off.	
(T1 0.25 DRILL)	Tool description for operator.	

C. Les règles de programmation

D. Structure d'une opération:

Un programme d'opération de code G pour une machine CNC suit généralement une séquence structurée d'étapes pour garantir que la machine exécute les mouvements et opérations souhaités avec précision. Voici les étapes typiques d'un tel programme :

Figure 11 : Les règles de programmation

Initialisation :

- **Configuration des unités de mesure** : Utilisation de G20 (pouces) ou G21 (millimètres).
- **Réglage du plan de travail** : Utilisation de G17 (plan XY), G18 (plan XZ), ou G19 (plan YZ).
- **Réinitialisation des offsets** : Utilisation de G92 pour définir les positions de départ.

Préparation de la machine :

- **Démarrage de la broche** : Utilisation de M03 (rotation horaire) ou M04 (rotation antihoraire) et spécification de la vitesse de rotation (S).
- **Réglage de la vitesse d'avance** : Utilisation du code F pour définir la vitesse d'avance de l'outil.

Positionnement initial de l'outil :

- **Déplacement rapide à la position de départ** : Utilisation de G00 pour un déplacement rapide sans coupe.

Exécution des opérations de coupe :

- **Mouvements linéaires** : Utilisation de G01 pour des mouvements de coupe linéaires avec la vitesse d'avance définie.
- **Mouvements circulaires** : Utilisation de G02 (mouvement circulaire horaire) ou G03 (mouvement circulaire antihoraire) avec des paramètres pour les coordonnées du centre du cercle ou le rayon.
- **Cycles fixes** : Utilisation de codes G81 à G89 pour des opérations courantes comme le perçage, l'alésage, etc.

Changement d'outil (si nécessaire) :

- **Positionnement pour changement d'outil** : Utilisation de G00 pour déplacer l'outil à une position sécurisée.
- **Commande de changement d'outil** : Utilisation du code T pour sélectionner un nouvel outil, suivi de M06 pour effectuer le changement.

- Retour à la position de sécurité :
- **Déplacement rapide hors de la pièce :** Utilisation de G00 pour éviter les collisions.

Arrêt de la machine :

- **Arrêt de la broche :** Utilisation de M05 pour arrêter la rotation de la broche.
- **Retour à la position d'origine :** Utilisation de G28 pour déplacer l'outil à la position de référence de la machine.
- **Désactivation des offsets :** Utilisation de G92 pour réinitialiser les offsets.

Fin du programme :

- **Fin du programme :** Utilisation de M30 pour indiquer la fin du programme et réinitialiser la machine pour la prochaine opération.

II. Les fonctions préparatoires G

1. Choix du mode de programmation

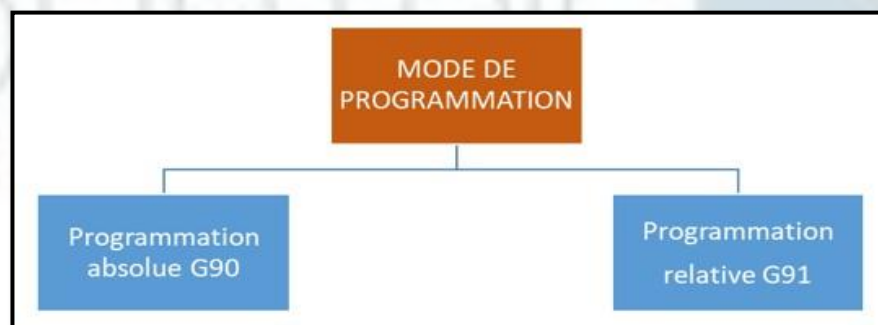


Figure 12 : Modes de programmation

Il existe deux types de commandes de déplacements de l'outil : les commandes absolues et les commandes incrémentielles (relatives).

G90 : Programmation absolue par rapport à l'origine programme. La valeur programmée sur un axe est repérée par rapport à l'origine programme (OP).

G91 : Programmation relative par rapport au point de départ du bloc. La valeur programmée sur un axe est repérée par rapport à la dernière position programmée. Pour assurer l'usinage d'une pièce sur machine-outil commandée numériquement, le programmeur peut recevoir le dessin de produit fini coté suivant deux modes.

Propriétés des fonctions : Les fonctions G90 et G91 sont modales. La fonction G90 est initialisée à la mise sous tension.

Révocation : Les fonctions G90 et G91 se révoquent mutuellement.

2. Programmation des déplacements

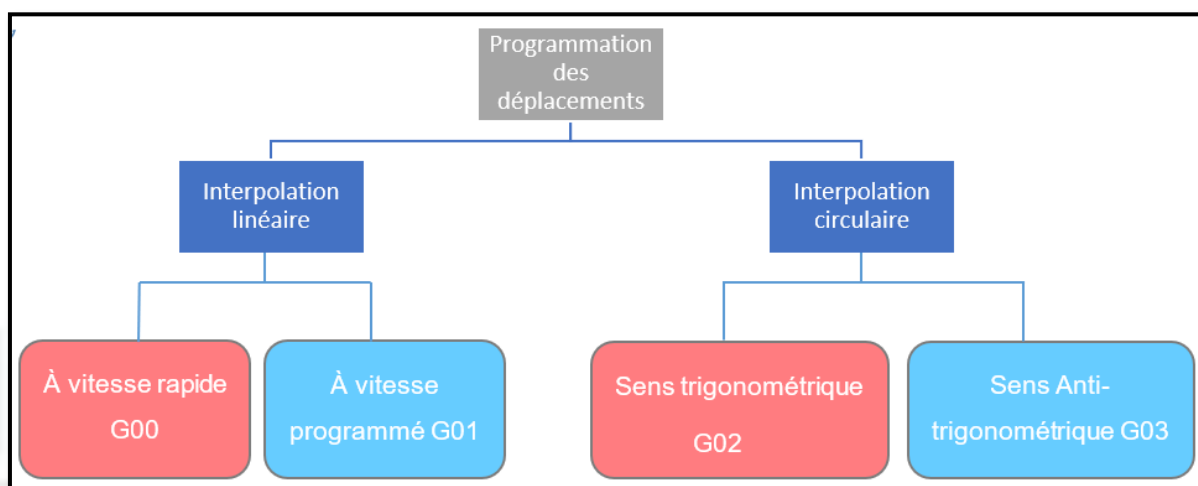


Figure 13 : Programmation des déplacements

3. Positionnement de l'outil par rapport à la pièce

Comme l'outil à un rayon, le centre de la trajectoire de cet outil est décalé de la valeur de son rayon par rapport au profil de la pièce. Si les rayons des outils sont mémorisés dans la CNC, l'outil utilisé peut-être décalé par rapport la pièce de la valeur de son rayon. Cette fonction est appelée fonction compensation de rayon de l'outil.

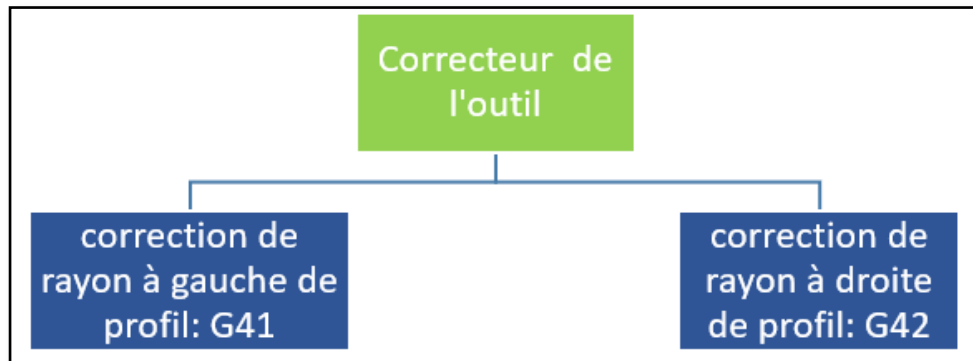


Figure 14 : Correction d'outils

A. Correction de rayon à gauche du profil à usiner G41

Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à gauche) d'une valeur égale au rayon d'outil (R) déclaré par le correcteur

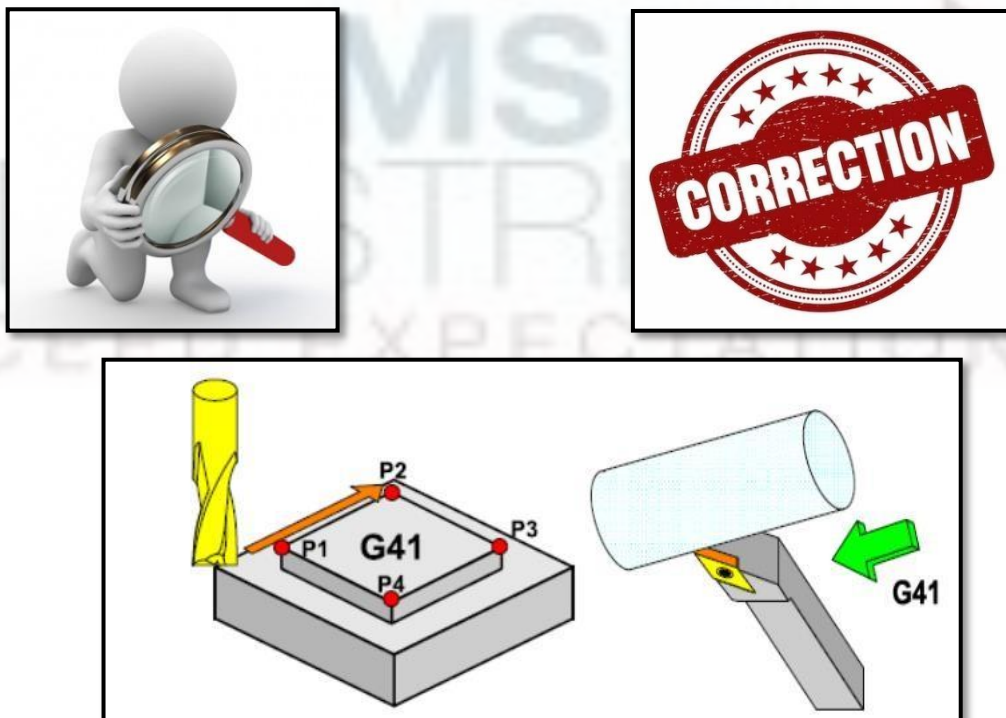


Figure 15 : Correction à gauche

B. Correction de rayon à droite du profil à usiner G42.

Les trajectoires outil programmées sont corrigées (décalées à

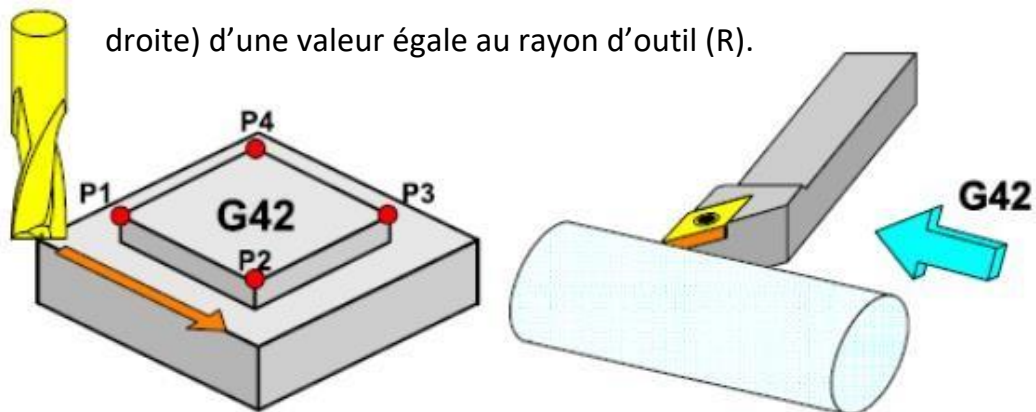


Figure 17: correction G42

C. Annulation de correction de rayon G40.

Pilotage du centre de l'outil : les trajectoires programmées sont appliquées au centre de l'outil.

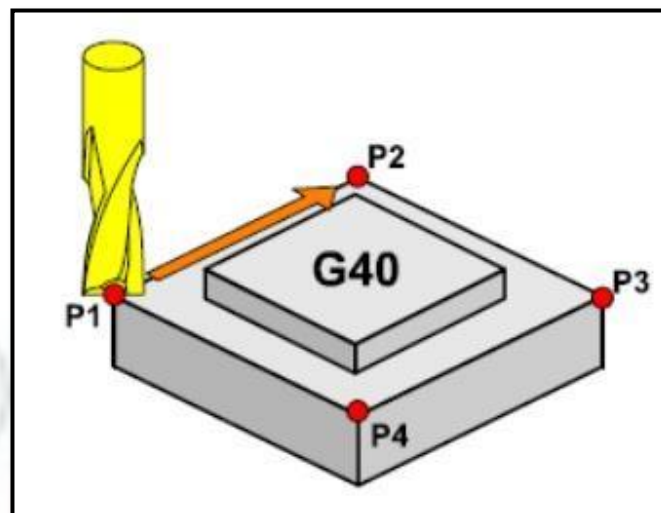


Figure 18 : Annulation de Correction

Propriétés des fonctions : Les fonctions G40, G41 et G42 sont modales. La fonction G40 est initialisée à la mise sous tension.

Révocation : Les fonctions G41 et G42 se révoquent mutuellement. La fonction G40 révoque les fonctions G41 et G42.

4. Programmation des vitesses :

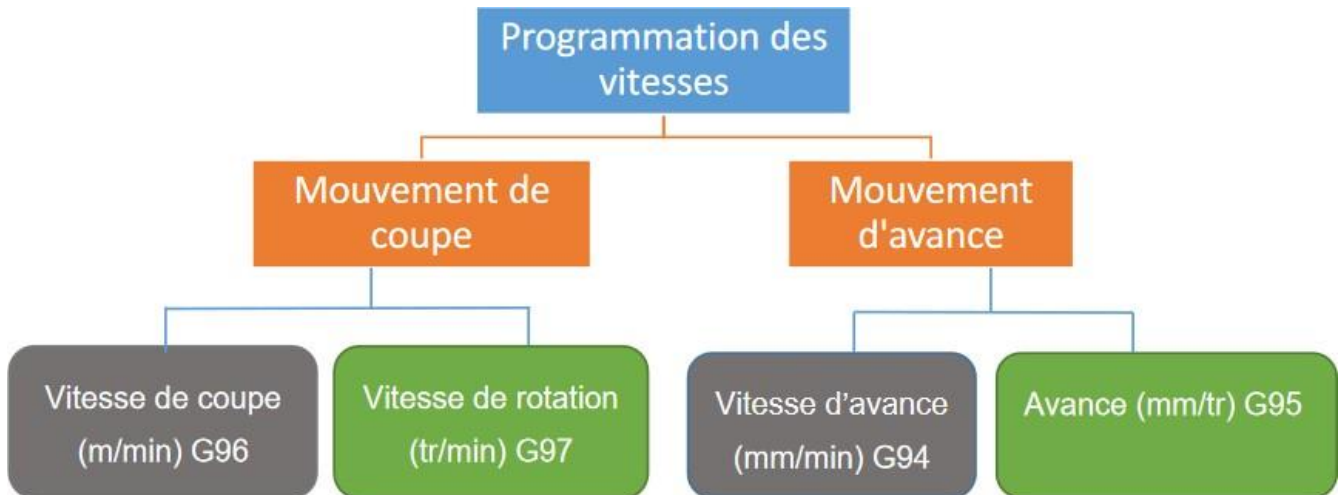


Figure 19 : Programmation des vitesses

Propriétés :

- La fonction G97 est une fonction modale initialisée à la mise sous tension. La fonction G96 est une fonction modale.

Révocation :

- La fonction G97 est révoquée par G96 S... .
- La fonction G96 est révoquée par G97 S... .

Exemple :

N...	
N100 G97 S900 M04	(Rotation de broche à 900 tr/mn).
N110 ... X50 Z70	(Positionnement du nez de l'outil sur diamètre 50).
N120 G96 S200	(Initialisation de la V.C.C sur X=50).
N... G97 S900	(Annulation de V.C.C).

III. FAO a l'aide d'ESPRITCAM :

La Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) est un processus clé dans la production industrielle moderne, permettant la création de produits complexes avec une grande précision. EspiritCAM est l'un des logiciels FAO les plus avancés et est largement utilisé dans divers secteurs industriels pour programmer des machines-outils CNC. EspiritCAM se compose de quatre parties principales, chacune jouant un rôle crucial dans le processus de fabrication : la préparation de la pièce, la programmation de l'outil, la simulation et la génération du code CNC.

1. Préparation de la pièce

La première étape de l'utilisation d'EspiritCAM consiste à importer et préparer le modèle de la pièce à usiner. Cette étape inclut les actions suivantes :

Importation des modèles CAO : Les fichiers de modèles CAO (Conception Assistée par Ordinateur) créés dans des logiciels comme SolidWorks, AutoCAD, ou CATIA sont importés dans EspiritCAM. Ces fichiers contiennent les géométries 3D de la pièce à usiner.

Nettoyage et ajustements : Le modèle peut nécessiter des ajustements pour corriger des erreurs ou simplifier des géométries complexes qui ne sont pas nécessaires pour l'usinage.

Définition des matériaux : L'utilisateur spécifie le matériau de la pièce, ce qui est crucial pour déterminer les paramètres d'usinage appropriés comme les vitesses et les avances.

Fixation et positionnement : La manière dont la pièce sera fixée sur la machine doit être définie, ainsi que son orientation par rapport à la machine. Cela inclut la configuration des brides, des étaux, ou d'autres dispositifs de fixation.

2. Programmation de l'outil

La deuxième étape est la programmation des parcours d'outils, qui comprend :

Sélection des outils : Choix des différents outils de coupe (fraises, forets, alésoirs, etc.) nécessaires pour l'opération. Chaque outil est sélectionné en fonction de la géométrie de la pièce et des opérations à réaliser.

Définition des opérations d'usinage : EspiritCAM permet de programmer une variété d'opérations, telles que le fraisage, le tournage, le perçage, et la découpe.

Chaque opération est configurée avec des paramètres spécifiques comme la profondeur de coupe, la vitesse d'avance et la vitesse de rotation.

Optimisation des parcours : EspiritCAM propose des outils d'optimisation pour minimiser le temps de cycle et réduire l'usure des outils. Cela inclut la génération de parcours d'outil efficaces qui évitent les déplacements inutiles.

Gestion des collisions : La détection et la prévention des collisions entre l'outil, la pièce, et les dispositifs de fixation sont cruciales pour éviter des accidents et des dommages à l'outil ou à la machine.

3. Simulation :

La troisième étape est la simulation de l'opération programmée, qui comprend :

Visualisation du parcours d'outil: EspiritCAM permet de visualiser les mouvements de l'outil en 3D, montrant

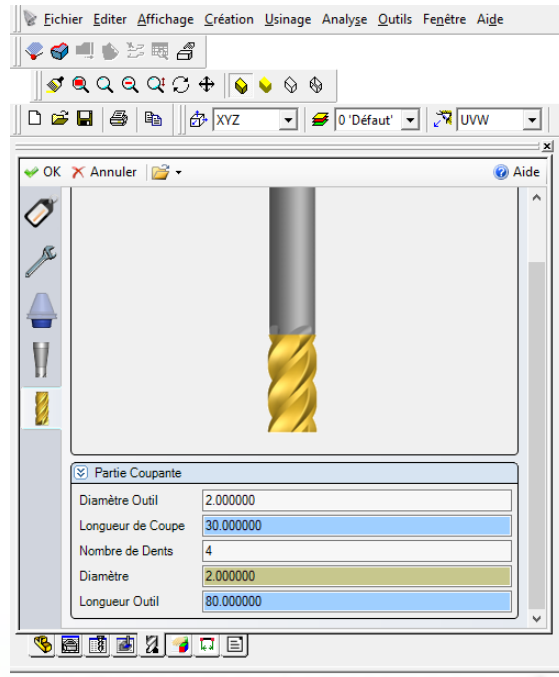


Figure 20 : Programmation des dimensions d'outil

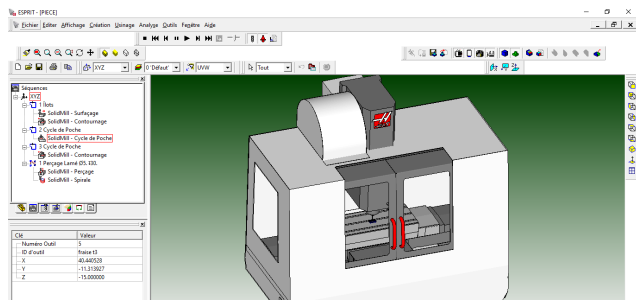


Figure 21 : Simulation d'usinage d'une pièce

comment l'outil interagit avec la pièce. Cela aide à vérifier que les parcours d'outil suivent les intentions du concepteur.

Détection des erreurs : La simulation permet d'identifier les erreurs potentielles, comme les collisions, les surcoupe et les zones non usinées. Les utilisateurs peuvent ainsi ajuster les paramètres avant de lancer l'usinage réel.

Analyse des temps de cycle : La simulation fournit une estimation précise du temps nécessaire pour réaliser l'opération d'usinage, ce qui est important pour la planification de la production.

Validation des stratégies d'usinage : Les différentes stratégies d'usinage peuvent être testées et comparées en simulation pour choisir la méthode la plus efficace et la plus sûre.

4. Génération du code CNC

La dernière étape est la génération du code G, qui comprend :

Conversion en code G: Une fois la simulation validée, EspiritCAM génère le code G correspondant, qui est le langage de programmation utilisé par les machines CNC pour exécuter les instructions.

Personnalisation du post-processeur : Le code G est souvent adapté à la machine spécifique via un post-processeur qui convertit les instructions d'usinage en un format compréhensible par la machine CNC utilisée.

Transfert vers la machine : Le code G est ensuite transféré à la machine CNC, soit via une connexion directe, soit en utilisant des supports de stockage comme des clés USB.

Vérification finale : Avant de lancer la production, une vérification finale est réalisée sur la machine pour s'assurer que toutes les configurations sont correctes et que la machine est prête à fonctionner sans problèmes.

5. Conclusion

```

O0001
G21 G90 G40
T01 M06
G54
G90 G0 G54 X-39.765 Y-30.914 S9999
G43 H01 Z20.0 M8
Z1.0 M3
G1 Z0.0 F294.1
X-39.304 Y-30.645 F1680.8
G2 X-37.052 Y-30.512 R29.768
G1 X-33.043 Y-30.422
X-29.789 Y-30.399
X232.654 Y-30.389
G3 X240.995 Y-21.641 R8.758
G1 X240.986 Y-8.699
G3 X231.875 Y0.0 R9.12
G1 X-32.302 Y0.01
G2 X-41.0 Y9.12 R9.12
G1 X-40.991 Y22.059
G2 X-32.243 Y30.399 R8.757
G1 X238.91
G0 Z20.0
G28 G91 Z0 M9
M5
T02 M06
G90 G0 G54 X199.988 Y0.218 S1273
G43 H02 Z3.0 M8
G81 G98 X199.988 Y0.218 Z-5.5 R1.0 F127.0
    
```

Figure 22 : Exemple génère par ESPRITCAM

EspiritCAM, en tant que logiciel de FAO, offre une suite complète d'outils pour la préparation, la programmation, la simulation et la génération de code CNC. Chaque étape est essentielle pour garantir une production efficace, précise et sécurisée. L'utilisation d'EspiritCAM permet de réduire les erreurs, d'optimiser les temps de cycle, et d'améliorer la qualité des pièces usinées, contribuant ainsi à une fabrication moderne et compétitive.



CHAPITRE III

- **SUJET DE STAGE**
- **NOUVELLES COMPETANCES**
- **TACHES EFFECTUEES**



SUJET DE STAGE

I. Plan de maintenance préventive :

1. Présentation du cadre de projet :

A. Problématique :

Dans l'industrie de la fabrication, la maintenance des machines CNC est d'une importance cruciale pour assurer la productivité et la qualité des produits. Cependant, les machines CNC, telles que les machines CNC Haas 20HP, sont souvent sujettes à des pannes imprévues, ce qui peut entraîner des temps d'arrêt coûteux et perturber la production. Par conséquent, la question de la maintenance préventive devient essentielle : comment garantir la disponibilité et la fiabilité des machines CNC Haas 20HP tout en minimisant les risques de panne et en optimisant les performances.

B. Spécification du besoin :

- Établir un plan de maintenance préventive efficace pour les machines CNC Haas 20HP, en déterminant les tâches nécessaires, les intervalles de maintenance et les ressources requises.
- Assurer la disponibilité continue des machines en minimisant les temps d'arrêt non planifiés et en maximisant leur durée de fonctionnement.
- Réduire les coûts de maintenance en évitant les réparations d'urgence et en prolongeant la durée de vie des équipements.
- Améliorer la qualité et la précision des pièces produites en maintenant les machines CNC Haas 20HP en bon état de fonctionnement.

C. Solutions proposées :

- L'identification des tâches de maintenance préventive nécessaires, telles que l'inspection régulière des composants, la lubrification, le nettoyage, etc.
- La définition des intervalles de maintenance appropriés en fonction des recommandations du fabricant et de l'expérience pratique.
- La formation du personnel pour effectuer efficacement les tâches de maintenance préventive et l'utilisation d'outils et d'équipements appropriés.
- La mise en place d'un système de suivi et de reporting pour surveiller les performances des machines et planifier les activités de maintenance.

2. Causes principales des pannes d'équipements:

La figure suivante illustre les principales causes de pannes d'équipement dans un environnement de production. Parmi ces causes, le manque de maintenance préventive se distingue comme l'un des facteurs prédominants. La figure montre que l'absence de mesures de maintenance préventive régulières

Raisons courantes des pannes d'équipement

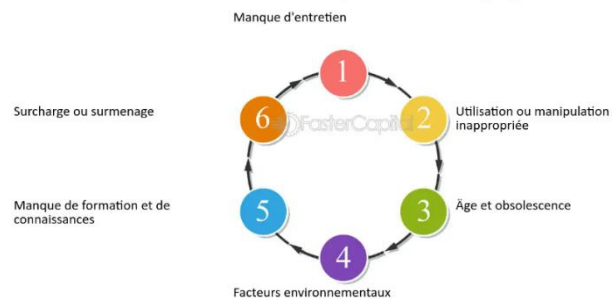


Figure 23 : Raisons des pannes d'équipements

conduit à une usure accélérée des composants, à des défaillances inattendues et à une diminution globale de la fiabilité des machines. En comparaison avec d'autres causes de pannes, telles que les erreurs humaines, les défauts de fabrication et les conditions environnementales défavorables, le manque de maintenance préventive représente une proportion significative, soulignant l'importance d'adopter des pratiques de maintenance systématiques pour minimiser les temps d'arrêt et optimiser la performance des équipements.

3. Etude d'impact :

A. Impact économique :

Observation :

Au début, lorsque le niveau de maintenance préventive est très faible, les coûts de maintenance corrective sont également bas. Cela est dû au fait que les pannes ne sont pas anticipées et ne sont réparées que lorsqu'elles surviennent. Cependant, les temps d'arrêt imprévus peuvent entraîner des coûts indirects élevés.

En augmentant le niveau de maintenance préventive, les coûts de maintenance corrective diminuent car les pannes sont anticipées et corrigées avant qu'elles ne causent des temps d'arrêt importants. Cela conduit à une réduction des coûts indirects associés à la perte de production.

Cependant, à un certain niveau, augmenter davantage la maintenance préventive n'entraîne plus de réduction significative des coûts de maintenance corrective. À ce stade, les coûts de maintenance préventive supplémentaires commencent à surpasser les économies réalisées sur les coûts de maintenance corrective.

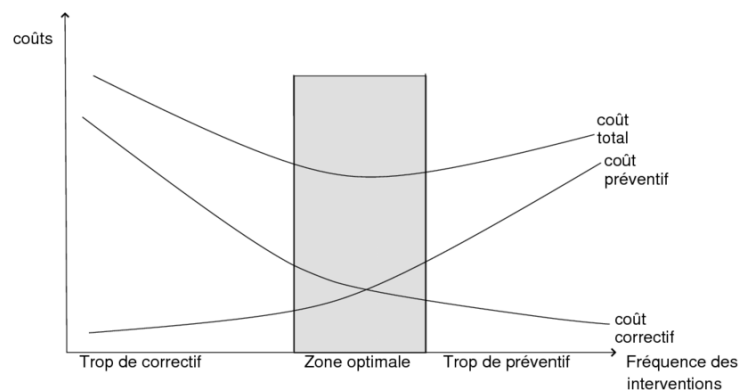


Figure 24 : Impact des types de maintenance sur les coûts de la société

Au-delà de ce point, augmenter encore le niveau de maintenance préventive entraîne des coûts supplémentaires sans offrir de gains financiers significatifs, voire en entraînant une augmentation des coûts totaux de maintenance

Conclusion :

➤ Cette courbe met en évidence le point d'équilibre optimal entre la maintenance préventive et corrective, où les coûts totaux de maintenance sont les plus bas. En identifiant ce point d'équilibre, les entreprises peuvent optimiser leur stratégie de maintenance pour minimiser les coûts tout en maximisant la disponibilité et la fiabilité des équipements.

B. Impact productive :

La maintenance préventive joue un rôle crucial dans le maintien et l'amélioration de la productivité au sein des environnements de production. En mettant en œuvre des mesures régulières de maintenance, les entreprises peuvent éviter les pannes imprévues et réduire les temps d'arrêt des machines, ce qui conduit à une augmentation significative de la disponibilité des équipements. Cela se traduit par une production plus fluide et continue, minimisant les interruptions et maximisant l'efficacité opérationnelle. De plus, la maintenance préventive permet d'identifier et de résoudre les problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en défaillances majeures, prolongeant ainsi la durée de vie des machines et optimisant les coûts de fonctionnement. En fin de compte, un programme de maintenance préventive bien géré

contribue à améliorer la qualité des produits finis, à réduire les coûts de production et à renforcer la compétitivité de l'entreprise sur le marché.

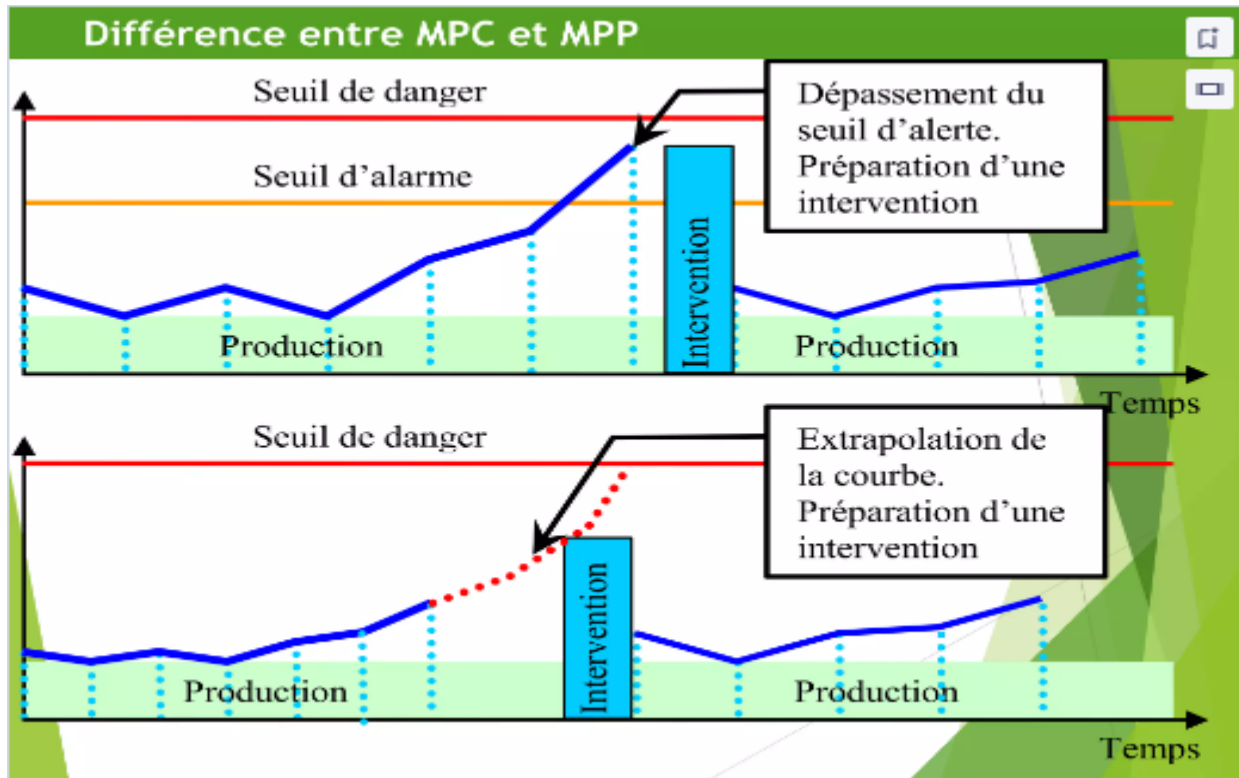


Figure 25 : Maintenance corrective vs maintenance préventive

Description des courbes :

La **première courbe** représente la stratégie de maintenance corrective. Dans cette courbe, **l'équipement est utilisé jusqu'à ce qu'il atteigne un seuil de danger, c'est-à-dire un point où une panne majeure est imminente**. À ce stade, des actions de maintenance corrective sont entreprises pour réparer ou remplacer les composants défectueux. Cette approche **conduit à des interruptions soudaines et imprévues de la production**, causant des temps d'arrêt prolongés et des pertes de productivité. La courbe de production associée montre des baisses abruptes chaque fois que le seuil de danger est atteint, indiquant des interruptions significatives de la production.

En revanche, **la deuxième courbe illustre la stratégie de maintenance préventive**. Ici, des actions de maintenance sont effectuées régulièrement avant que l'équipement n'atteigne le seuil de danger. Cette approche proactive permet d'identifier et de résoudre les problèmes potentiels avant qu'ils ne provoquent des pannes majeures. **La courbe de production correspondante reste stable, sans interruptions soudaines**, car les interventions de maintenance sont planifiées et

n'interfèrent pas de manière significative avec les opérations de production. Par conséquent, la production ne s'arrête pas, contrairement à ce qui est observé avec la stratégie de maintenance corrective.

En résumé, la comparaison des deux courbes démontre clairement que la maintenance préventive, en intervenant avant que le seuil de danger ne soit atteint, assure une continuité de la production et minimise les temps d'arrêt, offrant ainsi un avantage significatif par rapport à la maintenance corrective.

4. Plan de Maintenance Préventive:

Équipement	Tâche de maintenance	Intervalle	Opérateur	Date dernière maintenance	Statut
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer les copeaux du changeur d'outils.	Hebdomadaire			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Inspecter l'ensemble du piston et du dispositif de réglage.	Six mois			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer et lubrifier les pistons d'outils de poche.	Six mois			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer et lubrifier la piste sur le carrousel qui guide les rouleaux de poche à outils (uniquement pour SMTC30/50).	Six mois			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Graisser les cames du changeur d'outils.	Annuel			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Inspecter et remplacer les composants de poche usés : ressorts, pistons (BT30 possède une feuille de ressort).	Annuel			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Nettoyer les copeaux du changeur d'outils.	Hebdomadaire			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Inspecter les moteurs et les capteurs mécaniques.	Mensuel			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Inspecter les moteurs et les capteurs de proximité.	Mensuel			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Graisser les rails de guidage.	Mensuel			
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Graisser les doigts d'extraction.	Mensuel			
FILTRE AUXILIAIRE	Remplacer le sac filtrant.	Vérifier le manomètre			
LUBRIFICATION DES AXES	Inspecter le niveau du réservoir de graisse.	Mensuel			
LUBRIFICATION DES AXES	Inspecter les tuyaux pour les fissures.	Six mois			
LUBRIFICATION DES AXES	Effectuer un test de lubrification des axes.	Six mois			
VIS À BILLES/GUIDES LINÉAIRES ÉQUIPÉS DE RACCORDS ZERK	Mensuel ou hebdomadaire si découpe de matériaux absorbants				
CONTREBALANCE	Inspecter la pression de la contrebalance.	Mensuel			
ARMOIRE ÉLECTRIQUE	Nettoyer les événements / filtres des variateurs vectoriels.	Mensuel			
ENCEINTE	Inspecter les fenêtres pour des dommages.	Quotidien			
ENCEINTE	Inspecter le fonctionnement du verrouillage de porte.	Quotidien			
ENCEINTE	Inspecter les protecteurs de voie et les lubrifier.	Mensuel			
BOÎTE DE VITESSES	Inspecter le niveau d'huile.	Mensuel			
BOÎTE DE VITESSES	Nettoyer l'écran d'entrée de la pompe à huile.	Six mois			
BOÎTE DE VITESSES	Remplacer l'huile.	Annuel			
LUBRIFICATION PAR QUANTITÉ MINIMALE	Nettoyer le filtre à l'intérieur du réservoir d'huile.	Annuel			
ÉCUMEUR D'HUILE	Inspecter le tube d'aspiration de l'écumeur d'huile.	Six mois			
PNEUMATIQUES	Inspecter la pression régulatrice d'air de la broche.	Hebdomadaire			
PNEUMATIQUES	Inspecter les tuyaux pour les fissures.	Six mois			
PNEUMATIQUES	Nettoyer le solénoïde de purge d'air.	Annuel			
SYSTÈME DE SONDE	Vérifier les piles de la sonde.	Six mois			

Figure 26 : Plan de Maintenance préventive

Ce tableau présente un plan de maintenance détaillé pour divers équipements. Chaque tâche de maintenance est associée à un intervalle spécifique, un opérateur responsable, une date de dernière maintenance et un statut (OK/Non OK). Les tâches sont organisées par équipement pour faciliter la gestion et le suivi de la maintenance préventive.

5. Mise en œuvre du plan :

Équipement	Tâche de maintenance	Intervalle	Opérateur	Date dernière maintenance	Statut
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer les copeaux du changeur d'outils.	Hebdomadaire	Martin Lambert	14/05/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Inspecter l'ensemble du piston et du dispositif de réglage.	Six mois	Martin Lambert	15/03/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer et lubrifier les pistons d'outils de poche.	Six mois	Martin Lambert	15/03/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Nettoyer et lubrifier la piste sur le carousel qui guide les rouleaux de poche à outils (uniquement pour SMTC30/50).	Six mois	Martin Lambert	15/03/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Graisser les cames du changeur d'outils.	Annuel	Martin Lambert	15/05/2023	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - SMTC	Inspecter et remplacer les composants de poche usés : ressorts, pistons (BT30 possède une feuille de ressort).	Annuel	Martin Lambert	15/05/2023	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Nettoyer les copeaux du changeur d'outils.	Hebdomadaire	Anne Durand	14/05/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Inspecter les moteurs et les capteurs mécaniques.	Mensuel	Anne Durand	02/05/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Inspecter les moteurs et les capteurs de proximité.	Mensuel	Anne Durand	02/05/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Graisser les rails de guidage.	Mensuel	Anne Durand	02/05/2024	OK
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE - OMBRELLE	Graisser les doigts d'extraction.	Mensuel	Anne Durand	02/05/2024	OK
FILTRE AUXILIAIRE	Remplacer le sac filtrant.	Vérifier le manomètre	Julien Martin	10/05/2024	OK
FILTRE AUXILIAIRE	Inspecter les tuyaux pour les fissures.	Six mois	Julien Martin	01/01/2024	OK

Figure 27 : Exemple de mise en œuvre

Ce tableau récapitule la mise en œuvre du plan de maintenance. Il montre les tâches de maintenance effectuées, l'opérateur responsable de chaque tâche, la date de la dernière maintenance et le statut actuel (OK/Non OK). Cela permet une surveillance efficace de la maintenance préventive et assure le bon fonctionnement continu des équipements.

6. Conclusion :

La mise en œuvre du plan de maintenance préventive pour les équipements de la société MSH-INDUSTRIE SARL constitue une étape cruciale pour assurer la fiabilité et la durabilité des machines CNC et autres équipements associés. L'analyse détaillée des tâches de maintenance nécessaires à chaque équipement a permis de mettre en lumière l'importance d'une maintenance régulière pour éviter les pannes coûteuses et garantir une production efficace.

La gestion proactive des opérations de maintenance préventive a permis de maintenir les équipements en bon état de fonctionnement, réduisant ainsi les temps d'arrêt non planifiés et les coûts de réparation. Les tâches de maintenance ont été effectuées conformément à un calendrier établi, avec des opérateurs assignés responsables et une surveillance régulière de l'état des équipements.

7. Recommandations :

Sur la base de notre analyse et de notre expérience, voici quelques recommandations pour améliorer encore la gestion de la maintenance des équipements :

- **Formation continue** : Il est essentiel de fournir une formation continue aux opérateurs sur les procédures de maintenance et l'utilisation correcte des équipements. Cela garantira une exécution efficace des tâches de maintenance et une meilleure compréhension des systèmes.



Figure 28: Formation continue

- **Utilisation de la technologie** : L'adoption de logiciels de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) peut simplifier le suivi des tâches de maintenance, la planification des interventions et la gestion des pièces de rechange. Cela permettra également une meilleure analyse des données pour des décisions plus informées.



Figure 29: Logiciel de GMAO

- **Optimisation des intervalles de maintenance** : Il est recommandé de revoir périodiquement les intervalles de maintenance en fonction des performances observées des équipements et des recommandations des fabricants. Cela garantira une maintenance plus efficace et évitera la surmaintenance.

- **Gestion des pièces de rechange** : Mettre en place un système efficace de gestion des pièces de rechange pour garantir leur disponibilité en cas de besoin. Cela peut inclure la tenue d'un inventaire précis, la vérification régulière des stocks et la commande proactive des pièces critiques.



Figure 30: Gestion de stock

En suivant ces recommandations, MSH-INDUSTRIE SARL pourra maintenir ses équipements en bon état de fonctionnement, réduire les coûts de maintenance et améliorer la productivité globale de l'entreprise.

II. Taches effectuées :

1. Manipulation de la machine CNC HAAS :

Au cours de mon stage, j'ai acquis une expertise pratique dans la manipulation de la machine CNC Haas 20HP. J'ai appris à jogger les outils avec précision, régler l'origine des pièces, envoyer des programmes d'usinage à la machine, et apporter des modifications aux programmes en fonction des besoins de production. Grâce à ces compétences, j'ai pu exécuter l'ensemble des opérations nécessaires à la fabrication de pièces



Figure 31 : Machine CNC 20HP

complexes. Cette maîtrise de la machine m'a permis de contribuer efficacement à la production, en assurant la qualité et la précision des pièces usinées.

- Jogging des outils
- Réglage de l'origine des pièces
- Envoi et modification des programmes d'usinage
- Exécution complète des opérations d'usinage
- Fabrication précise et efficace des pièces

2. Programmation FAO a l'aide des deux logiciels Catia V5 et EspritCam :

Au cours de mon stage, j'ai eu l'opportunité de programmer des pièces à l'aide des logiciels Esprit CAM et Catia V5.



Figure 32 : Esprit CAM

Ces outils de FAO m'ont permis de transformer des modèles 3D en instructions précises pour les machines CNC. Avec Esprit CAM, j'ai créé des trajets d'outils optimisés, en tenant compte des spécifications des matériaux et des tolérances requises. Catia V5, quant à lui, m'a aidé à élaborer des conceptions détaillées et à effectuer des simulations avancées pour garantir l'efficacité et la faisabilité des processus d'usinage. Grâce à ces logiciels, j'ai pu produire des programmes d'usinage qui ont amélioré la précision et la qualité des pièces fabriquées, tout en réduisant le temps de cycle et les coûts de production.

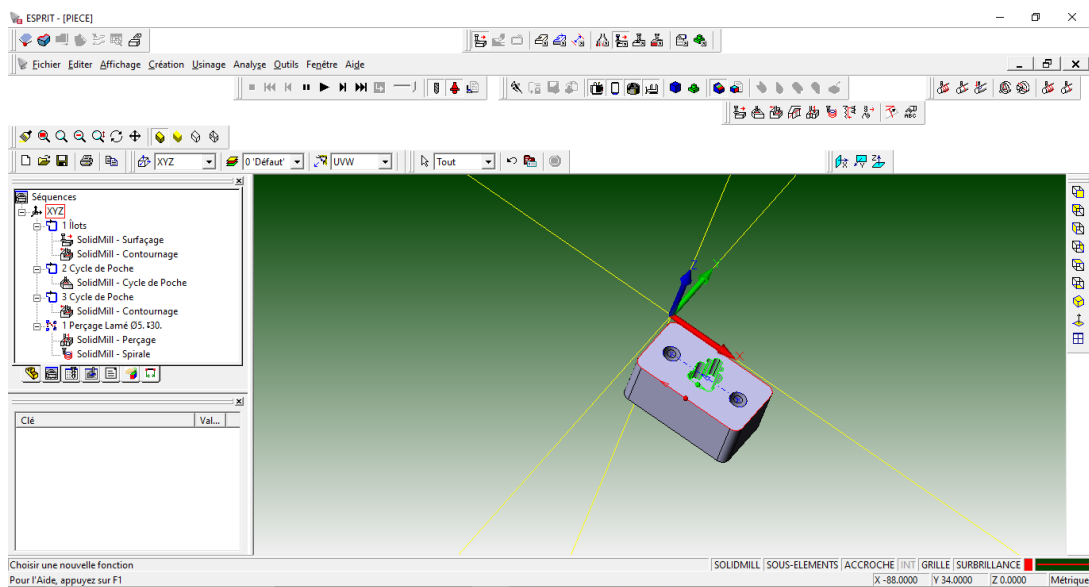


Figure 33 : Interface du logiciel ESPRITCAM

3. Simulation du programme :

Pendant mon stage, j'ai utilisé Esprit CAM pour réaliser des simulations FAO des processus d'usinage. Cette fonctionnalité m'a permis de visualiser et de vérifier les trajets d'outils avant l'usinage réel, assurant ainsi l'optimisation des paramètres et la détection de toute collision ou erreur potentielle. Grâce à la simulation FAO, j'ai pu améliorer la précision et l'efficacité des opérations

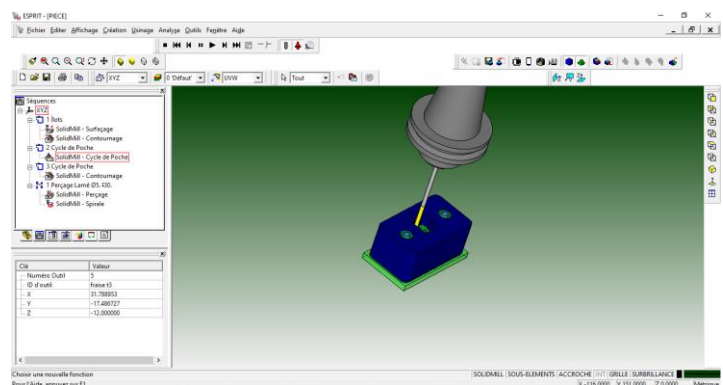


Figure 34 : Simulation simple de FAO

d'usinage, garantissant des pièces de haute qualité et minimisant les temps d'arrêt imprévus.

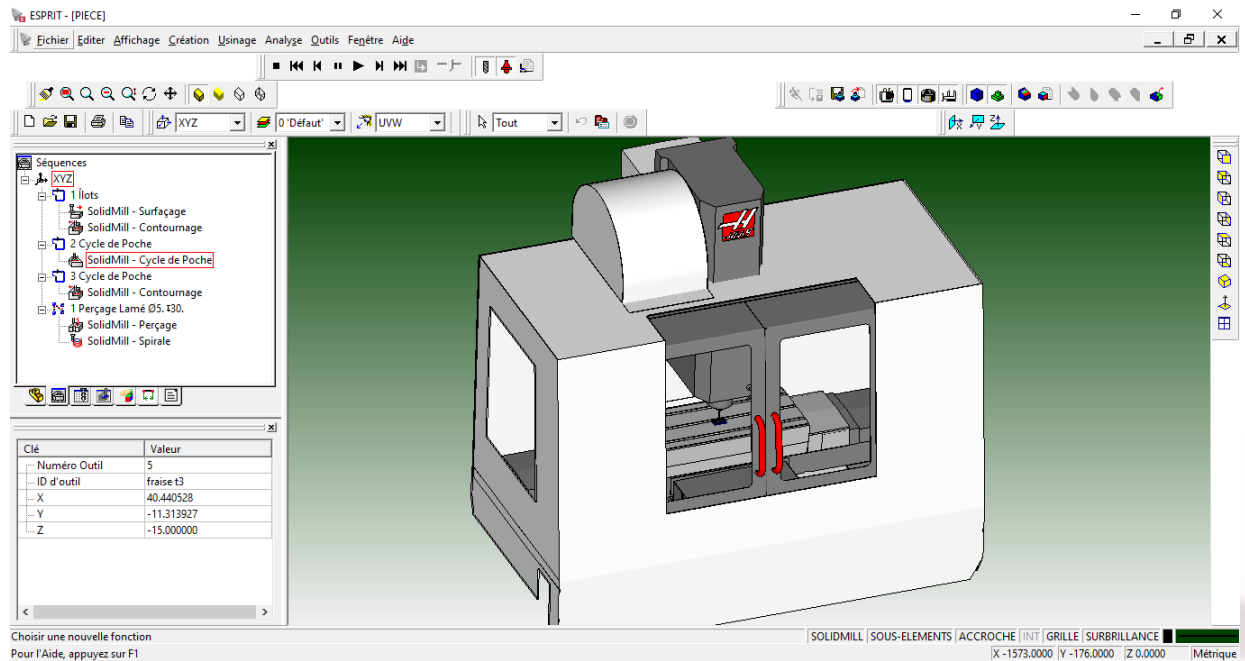


Figure 35 : Simulation de toute la machine en train de fabriquer

4. Maintenance préventive des Haas 20HP :

Au cours de mon stage, j'ai effectué la maintenance préventive des machines CNC Haas 20HP, en mettant l'accent sur le nettoyage et la lubrification des axes et des porte-outils. Ces tâches essentielles garantissent le bon fonctionnement et la longévité des machines. Le nettoyage régulier des axes permet de prévenir l'accumulation de débris qui pourraient affecter la précision de l'usinage, tandis que la lubrification adéquate réduit l'usure des composants mécaniques. De même, le nettoyage et la lubrification des porte-outils assurent une fixation sécurisée et un changement d'outil fluide, contribuant ainsi à la qualité et à la fiabilité des pièces produites.



Figure 36 : Différents Interventions

5. Formation sur le Logiciel ESPRITCAM :

Notre société a investi dans notre développement professionnel en nous fournissant une formation approfondie sur le logiciel ESPRIT CAM. Cette formation nous a permis d'acquérir une compréhension approfondie des fonctionnalités et des techniques avancées de programmation FAO. Grâce à cette formation, nous avons pu exploiter pleinement les capacités du logiciel pour créer des trajets d'outils efficaces, optimiser les processus d'usinage et améliorer la qualité des pièces produites. L'expertise acquise dans l'utilisation d'ESPRIT CAM a été essentielle pour notre contribution au succès des projets de fabrication et pour notre progression professionnelle dans le domaine de l'usinage CNC.

6. Préparation des pièces à livrer :

Une étape cruciale avant la livraison des pièces consiste à les préparer de manière organisée et précise. Pour ce faire, nous avons compté et disposé le nombre de pièces commandées dans des boîtes dédiées. Chaque boîte est étiquetée avec la quantité de pièces qu'elle contient ainsi que la référence correspondante. Cette procédure garantit que les pièces sont correctement comptées et identifiées, facilitant ainsi le processus de livraison et assurant la satisfaction du client.

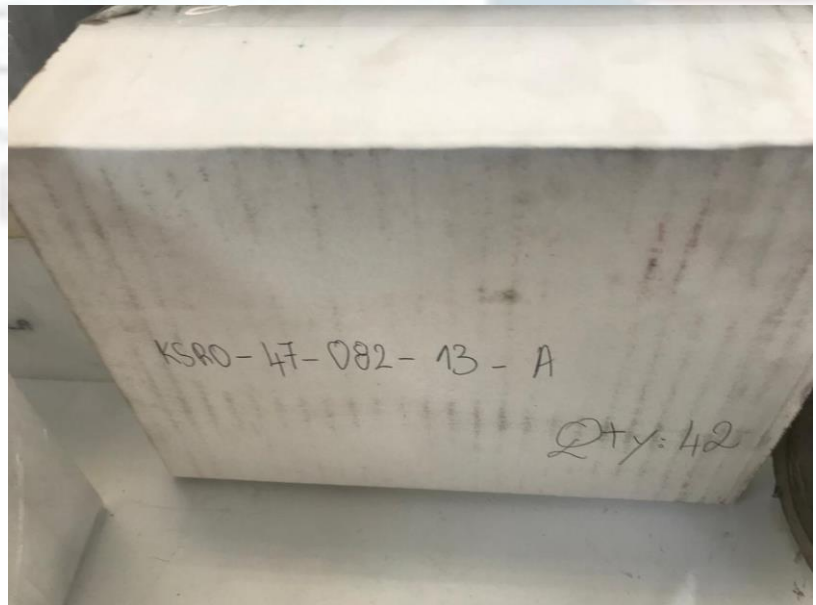


Figure 37 : Boîte à livrer

CONCLUSION

Chers lecteurs,

En clôturant mon stage au sein du département méthodes de MSH Industrie, je souhaite partager avec vous les enseignements et les acquis que j'ai pu retirer de cette expérience enrichissante. Pendant deux mois et demi, j'ai eu le privilège de travailler au cœur de ce département, où j'ai pu contribuer activement aux activités visant à améliorer les processus de fabrication et à optimiser les méthodes de travail.

Ce stage m'a offert l'opportunité de mettre en pratique mes connaissances théoriques et d'acquérir de nouvelles compétences dans le domaine de l'ingénierie industrielle. J'ai été impliqué dans des projets passionnants, notamment en participant à l'analyse des processus de production, à la conception de nouvelles méthodes de travail et à l'optimisation des flux de production.

Grâce à l'encadrement attentif de l'équipe du département méthodes, j'ai pu développer ma capacité à résoudre des problèmes complexes et à proposer des solutions innovantes pour améliorer l'efficacité opérationnelle de l'entreprise. J'ai également eu l'occasion d'utiliser des outils informatiques spécialisés, tels qu'ESPRIT CAM, pour concevoir et modéliser des pièces et des processus de fabrication.

En rétrospective, cette expérience chez MSH Industrie a été une période d'apprentissage précieuse, me permettant de développer mes compétences techniques et mon savoir-faire dans le domaine de l'ingénierie industrielle. Je suis reconnaissant envers toute l'équipe du département méthodes pour leur soutien et leur accompagnement tout au long de ce stage.

Cordialement,

LARZA YAHYA

BIBLIOGRAPHIE

ESPRITCAM :

[https://m6.pk.edu.pl/materialy/ESPRIT Milling EN.pdf](https://m6.pk.edu.pl/materialy/ESPRIT_Milling_EN.pdf)

PROGRAMME G « HAAS » :

<https://www.haascnc.com/content/dam/haascnc/en/service/reference/programming-workbooks/mill---programming-workbook.pdf>