

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N° : SENSIBILISATION A LA
PROGRAMMATION ET A LA
CONDUITE DES MOCN**

SECTEUR : FABRICATION MECANIQUE

**SPECIALITE : TECHNICIEN EN FABRICATION
MECANIQUE**

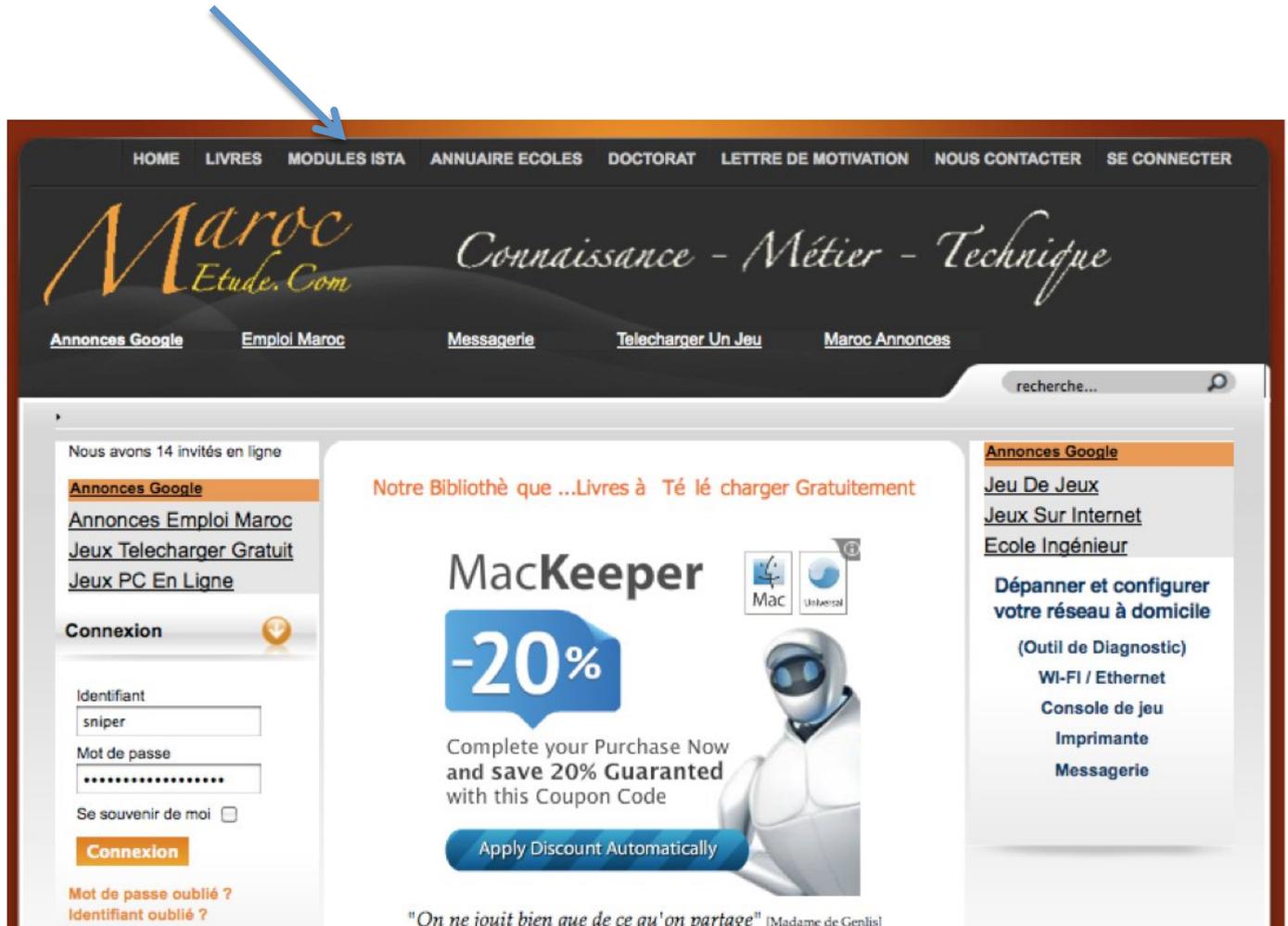
NIVEAU : TECHNICIEN

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

MODULES ISTA



The image shows a screenshot of the website www.marocetude.com. The navigation bar at the top includes the following items: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. The logo 'Maroc Etude.Com' is displayed in a stylized font, with the tagline 'Connaissance - Métier - Technique' below it. A search bar is located in the top right corner. The main content area features a central advertisement for MacKeeper, offering a 20% discount. The advertisement includes the text 'Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement', 'MacKeeper -20%', and 'Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code'. A blue button labeled 'Apply Discount Automatically' is also present. On the left side, there is a login section with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', and a 'Connexion' button. On the right side, there is a sidebar with a search bar and a list of links: 'Annonces Google', 'Jeu De Jeux', 'Jeux Sur Internet', 'Ecole Ingénieur', 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile', '(Outil de Diagnostic)', 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie'. A blue arrow points to the 'MODULES ISTA' menu item in the navigation bar.

"On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis]

Document élaboré par :

Nom et prénom

EFP

DR

Mohamed CHAMALI

ISTA GM

DRGC

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
PRESENTATION DU MODULE	4
MODULE : PROGRAMMATION DES MOCN RESUME THEORIQUE	9
INTRODUCTION :	10
1. HISTORIQUE	10
2. PRINCIPAUX ORGANES	10
3. LES AXES	10
<i>L'axe Z :</i>	11
<i>L'axe X :</i>	11
<i>L'axe Y :</i>	11
<i>Mouvement de rotation :</i>	11
4. LES POINTS DE REFERENCE	12
<i>Origine mesure (Om) :</i>	12
<i>Origine de Machine (OM) :</i>	12
<i>Origine pièce (Op) :</i>	12
<i>Origine programme (OP) :</i>	13
<i>Point Piloté par la Machine (PPM):</i>	13
<i>L'arrête tranchante (AT) :</i>	13
<i>Définition des décalages</i>	13
5. PROGRAMMATION :	15
<i>Structure des programmes :</i>	15
<i>Exemple de programme :</i>	17
6. ELEMENT DE LANGAGE DU LANGAGE DE PROGRAMMATION	17
<i>Définition des adresses :</i>	17
<i>Exemples de fonctions préparatoires (G)</i>	17
<i>Exemples des fonctions auxiliaires (M) :</i>	18
<i>Trajectoire de l'outil :</i>	18
<i>N10 G01 Z-5 F300 LF</i>	21
<i>Lecture du dessin :</i>	21
<i>Ordre et conditions d'usinage :</i>	22
<i>Entrée du programme :</i>	22
<i>Montages des outils :</i>	23
<i>Correction d'outil :</i>	23
<i>Marche à vide :</i>	23
<i>Passe d'essai :</i>	24
<i>Mesure :</i>	24
<i>Production de masse :</i>	24
MODULE : PROGRAMMATION DES MOCN GUIDE PRATIQUE	26
OBJECTIF : SEANCE 1	0
7. PARTIE 1 : PRISE EN MAIN DE LA MACHINE	0
<i>Étape 1 : Découverte et vérification du matériel</i>	0
<i>Étape 2 : Prise en main du tour CN</i>	1
<i>Étape 3 : utilisation du mode d'introduction manuel de données</i>	1
<i>Étape 4 : prise en compte des décalages</i>	2
8. PARTIE 2 : USINAGE DE L'AXES	3
<i>Étape 5 : Usinage des pièces du système</i>	3
<i>Étape 6 : Création du programme</i>	4
<i>Étape 7 : usiner les 2 axes</i>	4

<i>Étape 8 : Contrôle de chaque pièce</i>	4
<i>Étape 9 : Comparaison des résultats</i>	4
<i>Étape 10 : Montage</i>	4
<i>Étape 11 : Rangement et nettoyage du poste en fin de séance</i>	5
9. ANALYSE DU PROGRAMME (OBJECTIF DE COMPORTEMENT)	0
OBJECTIF : EVALUATION MOCN (PROGRAMMATION MANUELLE TOURNAGE NUM 1050)	0
10. FONCTION :	0
11. LES CYCLES D'USINAGE :	1
<i>Cycle 1</i>	1
<i>Cycle 2</i>	1
<i>Cycle 3 :</i>	1
12. PROGRAMMATION :	2
<i>Question :</i>	2
<i>Programme :</i>	2

Présentation du Module

Le stagiaire doit développer les compétences particulières suivantes pour l'exécution des tâches de la compétence du module « Programmer une MOCN » :

- Fabriquer des pièces de complexité et de précision moyennes
- Contrôler la géométrie des pièces et ensembles mécaniques
- Établir un dossier de fabrication
- Organiser, gérer et planifier une fabrication

Pour la mise en place du module on suivra les étapes suivantes :

- Présentation des machines disponibles.
- Technologie de la MOCN.
- Programmation
- Travaux pratiques

La partie pratique et les démonstration sur machine constituera globalement 80% du temps impartie tandis que la partie pratique les 20% restant comprendra les travaux dirigés pour l'élaboration des programme et la manipulation des machines. La manipulation des machines va permettre aux stagiaires de vérifier la validité des programmes.

La maîtrise de l'utilisation des MOCN va faire l'objet d'autres modules.

**MODULE 30 : SENSIBILISATION A LA PROGRAMMATION ET A LA CONDUITE
DES MOCN**

Code :	Théorie :	30 %
Durée : 80 heures	Travaux pratiques :	66 %
Responsabilité : D'établissement	Évaluation :	4 %

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPETENCE

- Réaliser des programmes simples en code ISO pour une Machine-outil à Commande Numérique.
- Régler et conduire une MOCN.

PRESENTATION

Ce module de compétence particulière se dispense en cours du troisième et quatrième semestre du programme formation. Comme préalable le module sur la fabrication des pièces d'usinage simples. Un chevauchement avec le module CFAO doit être envisagé.

DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de faire apprendre aux stagiaires la programmation des machines outils à commande numérique pour des pièces simples en adoptant une programmation manuelle. Il vise donc d'une part à donner aux stagiaires une vision globale sur la réalisation des pièces par des moyens évolués et plus performants au niveau de la réalisation des pièces complexe. Il ne s'agit pas de former des methodistes capables de programmer une pièce en garantissant la faisabilité et la qualité demandée.

CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

- Travail individuel ou en groupe de 2 (maximum)
- Réalisation des pièces de difficultés progressives

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel
- A partir :
 - De consignes et de directives
 - D'un dessin de définition
 - D'un contrat de phase
- A l'aide :
 - Des imprimés et documents relationnels des méthodes
 - De code normalisé ISO
 - Du matériels informatiques : CFAO et DAO
 - Des équipements pédagogiques de programmation

OBJECTIFS	ÉLÉMENTS DE CONTENU
<p>1. Maîtriser les notions de base de la géométrie et de la trigonométrie</p> <p>2. Analyser le dessin de définition de la pièce et déterminer les coordonnées des points principaux</p> <p>A. Etablir le mode opératoire pour la réalisation d'une pièce en commande numérique (tournage ou fraisage)</p> <p>3. Comprendre le langage de programmation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rappels : <ul style="list-style-type: none"> • Géométrie plane • Relations métriques dans les triangles et figures géométriques • Cercle et les relations trigonométriques dans les triangles rectangle - Analyse du problème à traiter - Détermination pour des fins de programmation des données des pièces à produire : <ul style="list-style-type: none"> • Forme, • Dimension et • Surfaces de référence • Coordonnées des points de raccordement - Définition du mode opératoire - Production des documents de fabrication : contrat de phase, fiche de réglage des outils - Choix des conditions de coupe - Choix des outils et porte-outils - Trajectoire et mouvement des outils - Technologie des machines-outils à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> • Différentes parties de la machines • Types de calculateurs (NUM,...) - Langage de programmation - Fonctions ISO en tournage et fraisage : <ul style="list-style-type: none"> • Format et adresse • Structure d'un programme en code ISO • Cotation : origines et décalage • Fonctions G, M • Cycles d'usinage - Programmation en code ISO - Programmation paramétrée - Programmation Géométrique de Profils (PGP) - Programmation structurée - Des études de cas - Voir module 26 : utilisation d'un micro-ordinateur

<p>B. Etablir manuellement le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN</p> <p>4. Utiliser un micro-ordinateur</p> <p>5. Utiliser un logiciel de simulation</p> <p>C. Simuler le résultat de la programmation manuelle sur un logiciel de simulation</p> <p>1. Respecter les règles de sécurité et d'hygiène</p> <p>D. Régler et piloter une MOCN pour une petite série de pièce simple</p>	<ul style="list-style-type: none">- Pièce prismatique- Pièce de révolution- Sortie du programme sur listing ou sur supports informatiques - Règles de sécurité au travail - Avant l'usinage<ul style="list-style-type: none">• Mise en marche de la machine• Prise d'origine• Chargement programme• Visualisation• Montage pièce• Montage outil, lubrification• Entrer des jauges outils• Agir sur les correcteurs dynamiques des outils• Cycle d'usinage à vide pour contrôle de trajectoire• Modification d'un programme - Pendant d'usinage<ul style="list-style-type: none">• Observation de la formation du copeau et agir sur le potentiomètre des avances si nécessaires pour casser le copeau• Observation de la bonne arrivée du lubrifiant sur les arêtes tranchants des outils• Sécurité au travail - Après l'usinage<ul style="list-style-type: none">• Mesurer et contrôler la pièce afin de déterminer si les conditions sont respectées : état de surface, tolérances dimensionnelles, de formes, de position, géométriques• Aspects pièce : pas de bavures, pas de rayures• Agir sur correcteurs dynamiques si nécessaires• S'assurer de la qualité de coupe des arêtes tranchantes des outils pour la suite de l'usinage
---	--

RESUME THEORIQUE

Introduction :

La commande numérique est un procédé d'automatisation qui permet les déplacements des organes de la fraiseuse, à partir d'informations codées de caractères alphanumériques.

HISTORIQUE

C'est en 1942 aux États-Unis que la C.N. a commencé à être exploitée, pour permettre l'usinage de pompes à injection pour moteurs d'avions. Il s'agissait en fait de cames, dont le profil complexe était irréalisable au moyen d'une machine traditionnelle.

PRINCIPAUX ORGANES

La M.O.C.N. « fraiseuse » est un ensemble qui comprend :

La machine-outil proprement dite. Ses chariots sont équipés de vis à billes, afin d'éliminer les jeux. Les différents mouvements sont commandés par des moteurs. Les déplacements sont contrôlés avec des capteurs de mesure.

Le D.C.N. C'est un automatisme composé d'éléments électroniques. Il sait exploiter et interpréter les informations

Exemples :

Le D.C.N. donne l'ordre de mise en marche de la broche, ou encore commande au chariot longitudinal de se déplacer de X mm dans le sens plus avec une vitesse programmée de F mm/min.

L'armoire électrique. Elle sert de relais entre la machine et le D.C.N. et renferme des câbles, des amplificateurs, des fusibles.

Un pupitre de commande. Il sert à dialoguer avec le D.C.N. et envoie des ordres de commande codés. Il possède des touches sensibles, ainsi qu'un écran graphique. Celui-ci sert à visualiser par exemple le programme, ou le profil fini de la pièce et la trajectoire des outils, ou encore la page outil.

Remarque

C.N. : commande numérique.

C.N.C. : commande numérique par calculateur.

D.C.N. ; directeur de commande numérique.

M.O.C.N. : machine-outil à commande numérique.

Référentiel et axes normalisés :

Ces définitions sont destinées essentiellement à faciliter la programmation sur machines à commande numérique.

Une machine outil à commande numérique par calculateur est capable de commander ses propres mouvements suivants deux ou trois axes (voir d'avantage), et de mesurer avec précision les déplacements des organes mobiles.

Il est lié à la pièce placée sur la machine et il est désigné par les lettres X, Y, Z. les axes sont parallèles aux glissières de la machine. Le sens positif du mouvement d'un chariot de la machine est celui qui provoque une augmentation sur la pièce de la coordonnée correspondante. Le choix de l'origine du référentiel est défini dans le paragraphe « les points de référence ».

Les axes

Les systèmes d'axes sont définis par des normes (NF Z68-020). Afin de ne pas confondre X, Y et Z ainsi que leur sens + ou - il est simple d'utiliser la règle des trois doigts de la main droite (fig. 1).

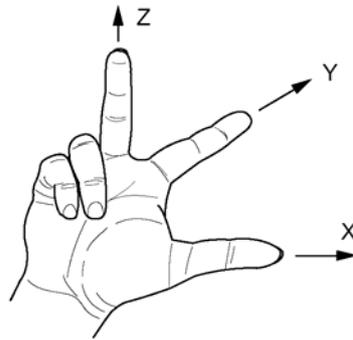


Figure 1: règle de la main droite

L'axe Z :

C'est l'axe de la broche, que celle-ci fasse tourner l'outil ou la pièce. Pour les machines possédant plusieurs broches, l'une d'entre elles est choisie comme broche principale. Pour les machines ne possédant pas de broche (étau limeur, raboteuse ...) l'axe Z est perpendiculaire à la surface de la table.

L'axe X :

C'est un axe correspondant à un mouvement de la machine, il est perpendiculaire à l'axe Z.

L'axe Y :

C'est celui qui forme, avec les axes X, Z précédemment définis, un trièdre de sens direct.

Mouvement de rotation :

Les symboles A, B, C désignent les mouvements de rotation effectués respectivement autour d'axes parallèles à X, Y, Z. les valeurs positives de A, B, C sont données par le mouvement d'une vis à droite tournant dans le sens positif et avançant respectivement dans le sens positif des axes X, Y, Z.

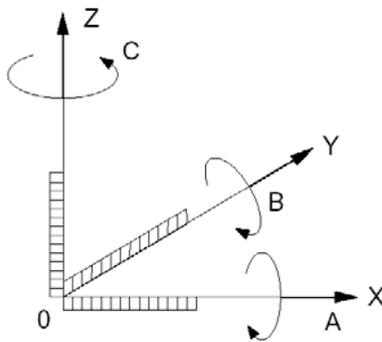


Figure 2: système d'axes

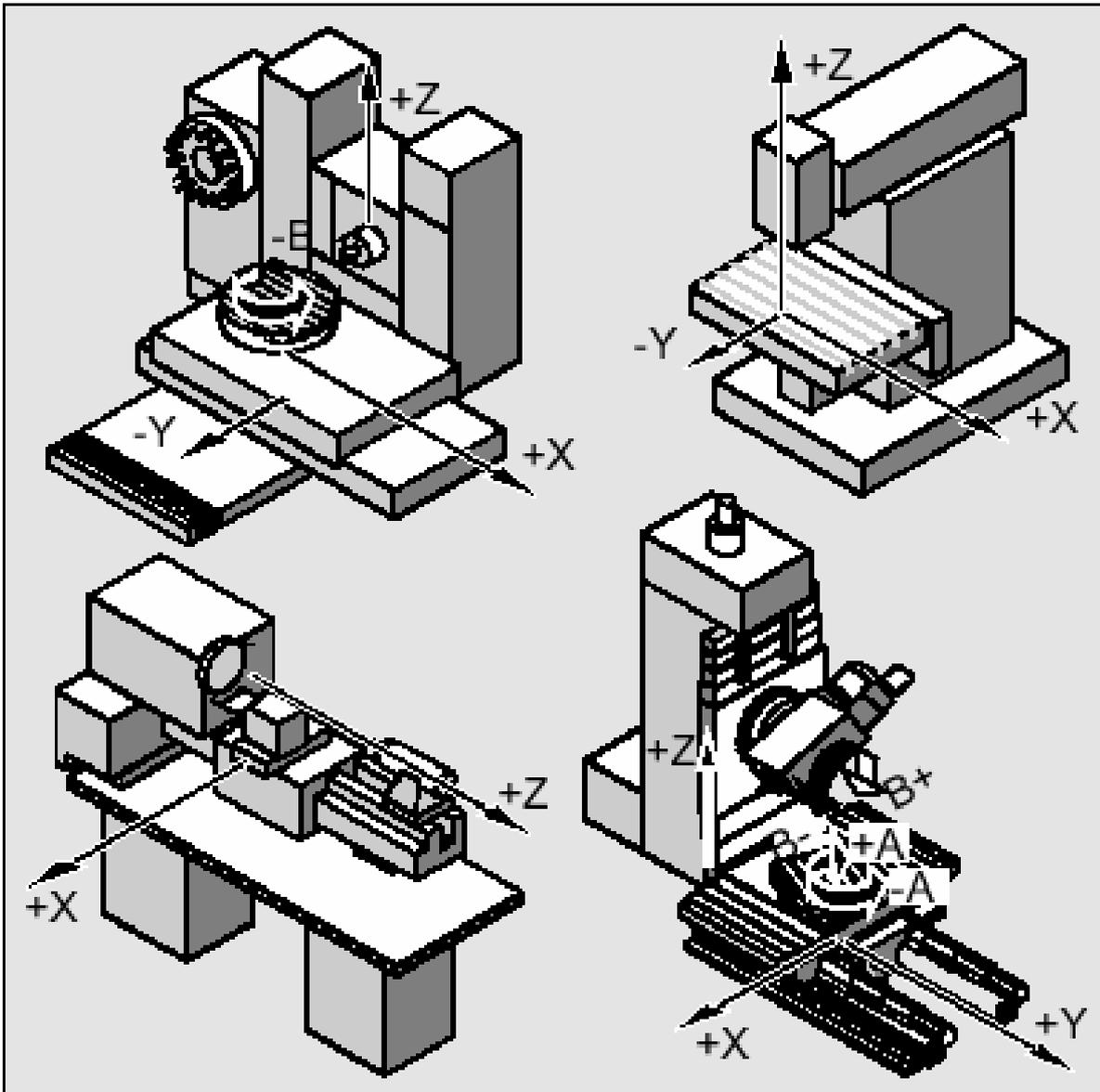


Figure 3: affectation des axes pour différentes MOCN

Les points de référence

Origine mesure (Om) :

Il s'agit d'une position dans le volume d'usinage qui est définie exactement par des interrupteurs fin de cours.

On le symbole par :

Origine de Machine (OM) :

Il s'agit d'un point non modifiable, défini par le constructeur de la machine. Il constitue l'origine du système coordonné de la machine.

On le symbole par :

Origine pièce (Op) :

Indépendant du système de mesure, l'origine pièce est défini par un point de la pièce sur la quelle il est possible de se positionner.

On le symbole par :

Origine programme (OP) :

Il s'agit du point de départ pour les indications de cotation dans le programme de pièce.

Ce point peut être défini librement par le programmeur et déplacé à loisir dans un programme de pièce.

On le symbole par :



Point Piloté par la Machine (PPM):

Il s'agit du point de départ pour la mesure des l'outils. Il se trouve en un point adéquat du système de porte-outil et il est défini par le fabricant de la machine. D'autre par en absence de toute information sur la géométrie de l'outil c'est le point piloté par la machine.

On le symbole par :



L'arrête tranchante (AT) :

C'est le point sur le quel s'effectue la coupe. Il est défini par rapport au point de départ pour la mesure de l'outil (PPM).

On le symbole par :  pour tournage ou  pour fraisage

Définition des décalages

Pour écrire un programme pièce, le programmeur choisit une origine programme. L'origine programme est généralement un point de départ de cotations sur le dessin de la pièce.

L'opérateur apprend au système la position de l'origine programme (OP) par une prise d'origine pièce : Apprentissage (pour chacun des axes) d'un point connu et accessible de la pièce dit origine pièce (Op) qui peut être confondu avec l'origine programme.

Décalage d'origine pièce (Op/OM) = PREF

Introduction du décalage de l'origine programme par rapport à l'origine pièce (peut être réalisée par programmation).

Décalage d'origine programme (OP/Op) = DEC1

Décalages sur l'axe Z

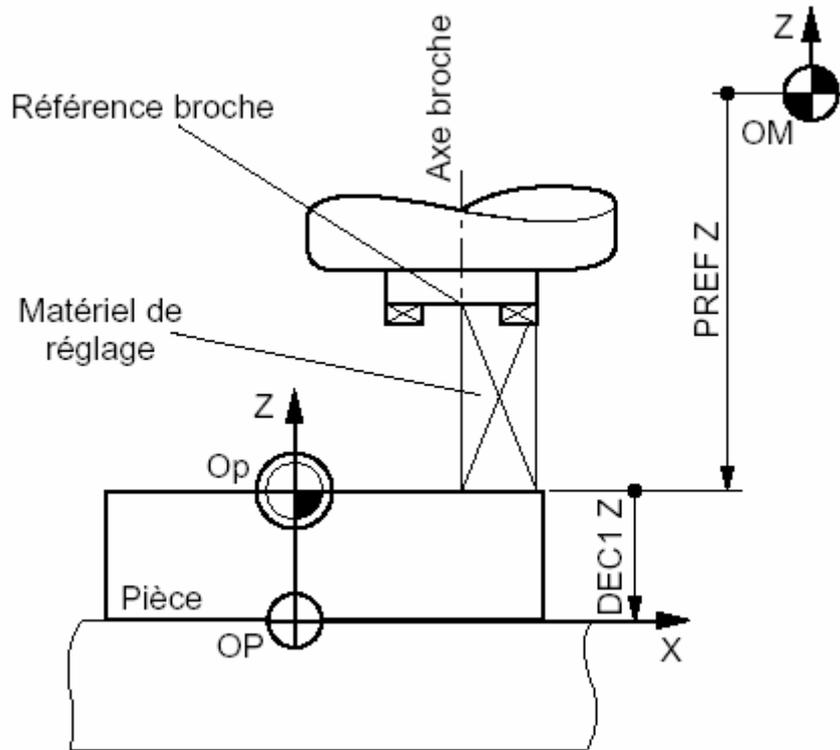
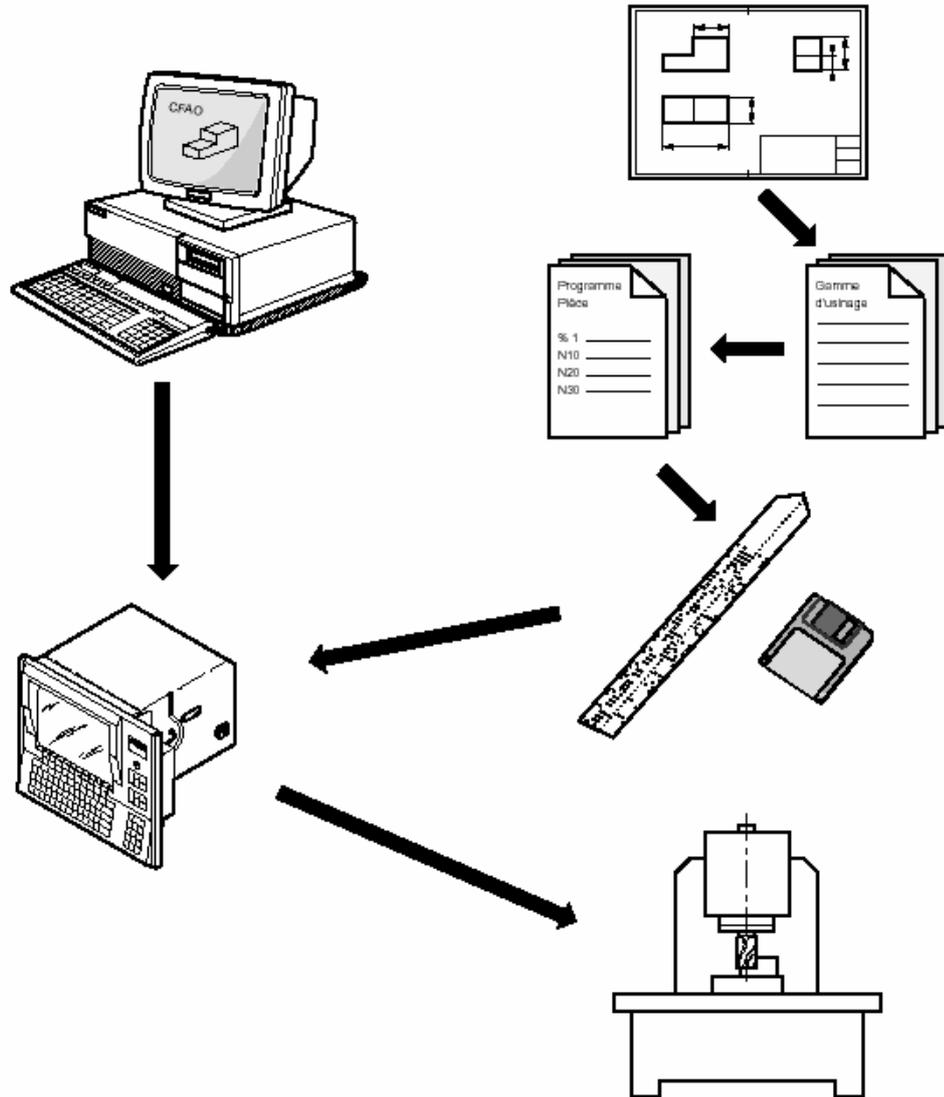


Figure 4: décalages

Elaboration d'un programme

Le programme pièce peut être créé par programmation traditionnelle ou par l'intermédiaire d'un système FAO.



Programmation :

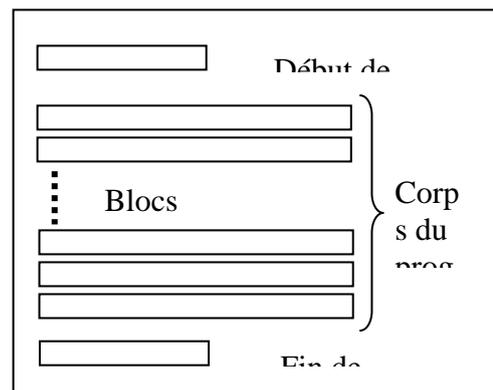
La programmation consiste à décrire les opérations prévues dans un langage codé assimilable par le calculateur de la machine.

Structure des programmes :

Un programme comporte toutes les informations utiles à la machine pour réaliser l'usinage. Un programme CN se compose d'une suite de séquences de programme, mémorisées dans la commande. Lors de l'usinage de la pièce, ces séquences sont lues et vérifiées par le calculateur dans l'ordre programmé. Des signaux de commande correspondants sont transmis à la machine.

Un programme comporte principalement :

- Des fonctions préparatoires d'adresse G.
- Des coordonnées de points (X, Y, Z, I, J ...)
- Des informations de vitesse, d'avances (S, F ...).



- Des fonctions auxiliaires d'adresse M.

Un programme d'usinage est constitué de :

- Un début de programme.
- Un corps de programme formé de lignes ou blocs.
- Fin de programme.

Début de programme :

Tout programme doit débuter par le caractère O qui permet au système de reconnaître le début du programme. D'autre part chaque programme est identifié par un numéro constitué au plus de quatre chiffres. Ce qui donne finalement chaque programme doit commencer par un bloc qui a la syntaxe suivante : Onnnn ; (n désignant un chiffre de 0 à 9)

Exemple : O12 ; O1972 ; O06 ;

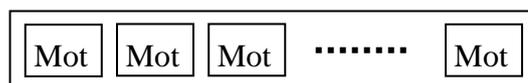
Corps du programme :

Les programmes CN se composent de blocs, à l'image des phrases dans notre propre langage ; ces blocs sont composés de mots. Chaque mot du « langage CN » est constitué d'un symbole d'adresse et d'un chiffre ou d'une suite de chiffres, qui décrivent une valeur arithmétique.

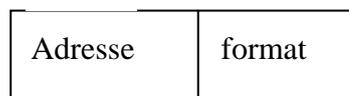
Le symbole d'adresse du mot est généralement une lettre. La suite de chiffres peut contenir un signe et un point décimal, le signe étant toujours placé entre la lettre adresse et la suite de chiffres. Les signes positifs (+) n'ont pas besoin d'être écrits.

Un programme CN se compose de blocs distincts, chaque bloc étant généralement constitué de (plusieurs) mots. Un bloc doit contenir toutes les données nécessaires à l'exécution d'une opération d'usinage et doit se terminer par le caractère « L F » (LINE FEED = nouvelle ligne) ou « EOB » (END OF BLOC = fin de bloc)

Bloc



Mot



Exemples de mot :

X06.08

Z-20.

N9548

Exemple de bloc : N20 G01 X17 Z-92 F0.1 ;

Remarque :

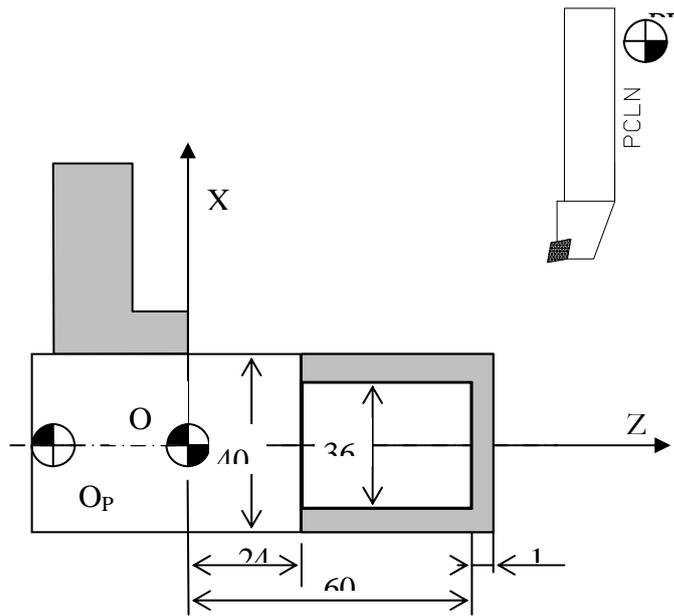
La fin du bloc est identifier par « ; » (point virgule)

Fin programme :

La fin du programme est identifier par le mot : M30.

Exemple de programme :

```
O0001;
N10 G00 X200 Z100;
N20 T0303;
N30 S1000 M13;
N40 X42 Z60;
N50 G01 G95 X0 F0.1;
N60 G00 Z61;
N70 X36;
N80 G01 Z24 F0.2;
N90 X42;
N100 G00X100 Z100 M5;
```



Elément de langage du langage de programmation

Définition des adresses :

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

Exemples de fonctions préparatoires (G)

Code G	Désignation	Révocation
--------	-------------	------------

Code G	Désignation	Révocation
G00	Positionnement en vitesse rapide	G01 ; G02 ; G03
G01	Interpolation linéaire	G00 ; G02 ; G03
G02	Interpolation circulaire sens horaire (SH)	G00 ; G01 ; G03
G03	Interpolation circulaire sens trigonométrique (ST)	G00 ; G01 ; G02
G98	Avance en mm/mn	G99
G99	Avance en mm/tr	G98
G50	Limitation de la vitesse de rotation de la broche	Fin de programme
G96	Vitesse de coupe constante en m/mn	G97
G97	Vitesse de rotation constante en tr/mn	G96

Exemples des fonctions auxiliaires (M) :

Fonction	Désignation	Révocation
M01	Arrêt optionnel	
M02	Fin de programme	
M03	Démarrage rotation de la broche sens horaire	M04 ; M05
M04	Démarrage rotation de la broche sens trigonométrique	M03 ; M05
M05	Arrêt rotation de la broche	M03 ; M04
M08	Arrosage	M09
M09	Arrêt d'arrosage	M08
M30	Fin de programme avec rembobinage	

Trajectoire de l'outil :

Toutes les trajectoires ayant une définition mathématique sont réalisable en commande numérique. Cependant, pour les machines usuelles, les trajectoires sont des droites ou des cercles.

Interpolation linéaire G00 :

L'outil se déplace suivant une droite à une vitesse rapide prééglée par le constructeur.

N250 G00 X25

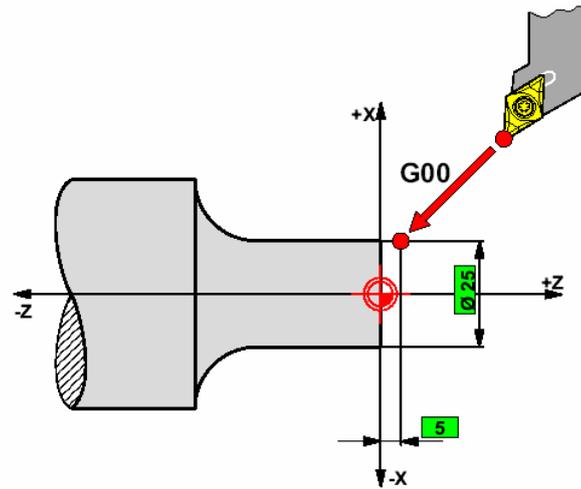


Figure 5: G00

Interpolation linéaire G01 :

La trajectoire de l'outil est une droite et sa vitesse est programmée par l'adresse F

```
N260 G01 X25 Z-30
```

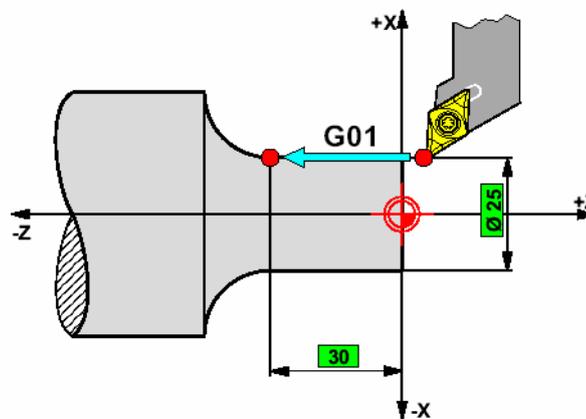
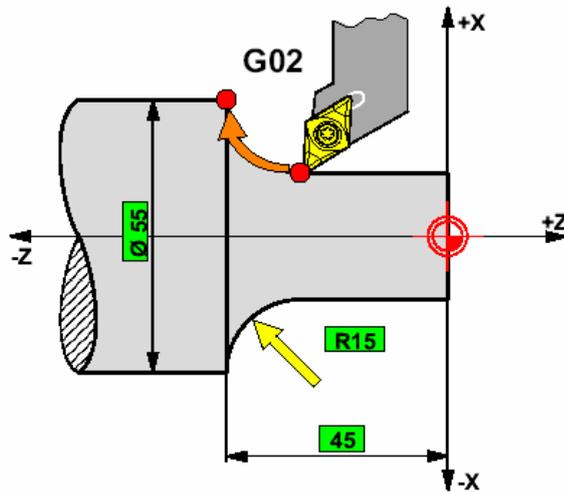


Figure 6: G01

Interpolation circulaire G02-G03 :

La trajectoire est un arc de cercle dont l'avance est fixée par l'adresse F

N270 G02 X55 Z45 R15



N270 G03 X55 Z45 R15

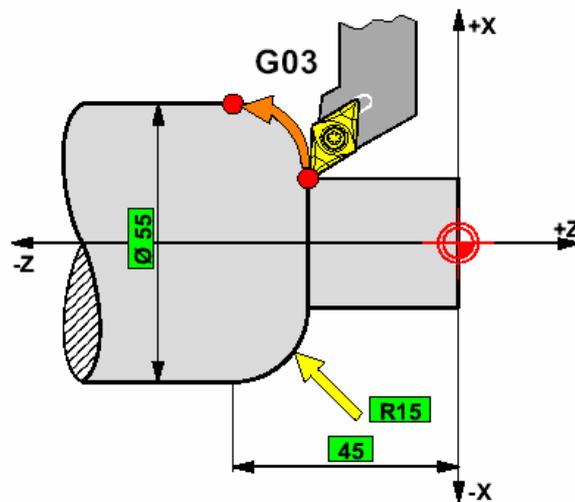


Figure 7: G03

Coordonnée absolue, relative

- G90 Programmation de cotes absolues : toutes les cotes se réfèrent à l'origine programme courant.
- G91 Programmation de cotes relatives : chaque cote se réfère au dernier point programmé du contour.

Il est possible de passer à volonté, d'un bloc à l'autre, de la programmation de cotes absolues à la programmation de cotes relatives et inversement. Il est également possible de modifier le type de programmation à l'intérieur d'un bloc

N10 G01 Z-5 F300 LF

(Fraise Diametre 10)

```
N05 G00 G90 X25 Y15 Z2
N10 G01 Z-5 F300
N20 G91 X80
```

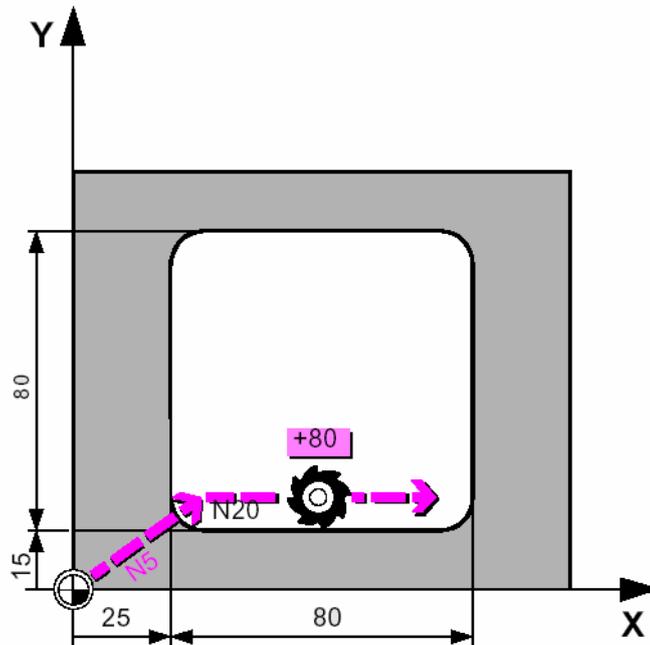


Figure 8: G03

Préparation de la production :

Le déroulement des opérations, y compris la programmation, et les éléments à vérifier en cours de programmation et avant le démarrage de l'utilisation de la machine sont résumés dans les tableaux ci-dessous. Vérifiez ces éléments afin de garantir le bon fonctionnement.

Lecture du dessin :

	Éléments à vérifier	Colonne de vérification
1	Les tolérances sont elles lisibles sur le dessin ?	
2	Les symboles utilisés pour indiquer la précision sont ils compréhensibles ?	
3	La forme et le matériau du brut de la pièce sont ils clairs ?	
4	Les processus à exécuter avant et après celles exécuter sur le TCN sont ils clairs ?	
5	Les spécifications particulières usinage sont elle clairs ?	

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
6	L'origine programme de la pièce et il déterminé ?	
7	Avez vous lu toutes les dimensions et les notes sur le dessin ?	
8	Le dessin est il complet ne nécessitant pas d'informations supplémentaires	

Ordre et conditions d'usinage :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	L'ordre et les conditions d'usinage ont ils été déterminés en fonction de la forme et du matériau du brut ?	
2	La méthode de serrage de la pièce et les fixations sont elles déterminées correctement ?	
3	Les outils de coupe sont ils sélectionnés correctement ?	
4	Les processus d'usinage sont ils adaptés a la forme et au matériau du brut de la pièce ?	
5	L'usinage est il exempt d'interférences ?	
6	Le mode opératoire est il prêt ?	

Entrée du programme :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	Le programme à t il été écrit en fonction de la forme et du matériau du brut ?	
2	Les programmes ont ils été créés en unités de processus d'usinage ?	
3	Un point décimal est-il entré dans toutes les valeurs	
4	Le signe (+, -) précédant les valeurs numériques est il correct ?	
5	Les modes avances (vitesse rapide et de coupe) sont ils utilisés correctement ?	
6	Les trajectoires d'approche et la vitesse de coupe ont elles été identifiées ?	
7	Toutes les données entrées ont-elles été vérifiées ?	
8	Le programme est-il exempt d'erreurs dues à un manque de concentration ?	

Montages des outils :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	Les portes outils et les embouts de tirage ont-ils été nettoyés avant le montage d'un outil de coupe ?	
2	Les outils de coupe ne sont-ils pas usés anormalement et/ou brisés ?	
3	La forme et le matériau de l'outil sont-ils adéquats pour l'opération souhaitée ?	
4	Les outils de coupe sont-ils montés correctement sur les porte-outils ?	
5	Le porte-à-faux de l'outil est-il adéquat ?	
6	Lors du montage d'une barre d'alésage dans le porte outil, la pointe de l'outil est elle réglées dans la direction opposée à la direction de décalage de l'outil ?	
7	Tous les outils de coupe ont-ils été enregistrés ?	
8	Le code de taille de l'outil est-il entré correctement ?	
9	Les numéros d'outils ont-ils été attribués correctement en fonction de la taille des différents outils de coupe ?	
10	Les outils de coupe sont-ils montés en fonction du porte-à-faux maximum	
11	La position de changement d'outil tiens compte des dimensions des outils adjacents	

Correction d'outil :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	La vitesse de l'outil de centrage est-elle correcte ?	
2	Le point d'origine programme est il déterminé correctement ?	
3	La direction des corrections d'outils est elle correcte ?	
4	Le numéro de correction d'outil est-il correct ?	

Marche à vide :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	La fonction bloc à bloc est elle activée ?	
2	La vitesse d'avance et la vitesse de la broche sont elle adaptées à l'opération ?	

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
3	Les modes d'avance (rapide/ de coupe) sont-ils utilisés correctement ?	
4	Le sens de rotation de la broche est-il correct ?	
5	Y a t-il pas d'interférence entre les outils et la pièce ?	
6	Les processus d'usinage sont effectués conformément au mode opératoire ?	
7	Les outils de coupe sont ils sélectionnés correctement ?	
8	Le volume et la direction de l'alimentation du réfrigérant sont ils corrects ?	

Passé d'essai :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	Le brut de la pièce à usiner est il conforme ?	
2	La fonction bloc a bloc est désactivée ?	
3	La mise en position de la pièce est elle correcte ?	
4	Le serrage de la pièce est-t-il correct ?	
5	Les réglages de correction de l'avance et de la vitesse de rotation est il configurer correctement ?	

Mesure :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	L'instrument de mesure fonctionne-t-il correctement ?	
2	Le choix de l'instrument de mesure est-t-il correct ?	
3	La zone à mesurer est elle exempte de copeaux et de réfrigérant ?	
4	La pièce est elle froide lors de la mesure des dimensions	
5	La méthode de mesure est-elle adéquate ?	

Production de masse :

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
1	Toutes les fonctions CN utilisées pour vérifier le programme sont elle désactivées ?	
2	Une durée de travail cible a-t-elle été établie en fonction de la durée d'usinage de la pièce ?	

	Eléments à vérifier	Colonne de vérification
3	L'usure de l'outil à-t-elle été observée ?	

**Module : Programmation des MOCN
GUIDE PRATIQUE**

Étape 2 : Prise en main du tour CN

Afin de bien comprendre le fonctionnement d'un tour à commande numérique, on vous demande de mettre en œuvre, sans pièce, les différents mouvements possibles de l'outil. Mais d'abord il faut mettre en marche le tour.

Manipulation :

- mettre sous tension la machine,
- afficher les coordonnées du point courant par appui successif sur la touche on obtient les coordonnées du point courant par rapport à l'origine machine (PT COUR/OM) et par rapport à l'origine programme (PT COUR/OP) (maintenant vous n'utiliserez plus que : PT COUR/OP).

Pour déplacer la tourelle porte-outil par rapport au mandrin, vous allez utiliser le mode manuel.

Ce mode permet de déplacer la broche en continu, ou par incréments. Vous allez tester ces types de déplacement.

Manipulation :

- mettre le potentiomètre d'avance à mi-course,
- déplacer la tourelle suivant les axes Z et X,
- changer les incréments de déplacement à la valeur de 0.1 mm,
- déplacer la tourelle suivant les axes Z et X,
- recommencer avec d'autres incréments.
- ne pas oublier de se remettre sur l'incrément ILL
- à la fin de cette étape, remettre le potentiomètre d'avance à 0,

Si une erreur survient, pour continuer les manipulations, appuyer sur la touche RAZ :

Étape 3 : utilisation du mode d'introduction manuel de données

On peut utiliser un mode semi automatique sur le tour. Ce mode permet d'introduire des ordres, dans le langage de programmation, et de les exécuter immédiatement. C'est le mode IMD (introduction manuelle de données).

Manipulation :

Pour cela utiliser la fiche n°5 (à suivre scrupuleusement) et le polycopié : Technologie de fabrication afin de réaliser et bien comprendre les actions suivantes :

- mettre en place l'outil n°2, ordre à utiliser : T2 M6
- mettre en place l'outil n°5, ordre à utiliser : T5 M6
- mettre en place l'outil n°1, ordre à utiliser : T1 M6
- mettre en rotation la broche à une fréquence de 1000 tr/min, ordre à utiliser : M4 S1000
- faire varier la fréquence de rotation par une action sur le potentiomètre du mouvement de coupe
- arrêter la rotation du mandrin, ordre à utiliser : M5 (l'ordre M2, arrêt du programme, arrête également la rotation du mandrin) ou utiliser la touche RAZ
- positionner le potentiomètre des avances sur 0
- réaliser un déplacement à vitesse rapide jusqu'au point de coordonnées (X=100, Z=150), ordre à utiliser : G0 X100 Z150 (tournez lentement le potentiomètre des avances pour que le déplacement puisse avoir lieu, le remettre à 0 après chaque déplacement pour toute la suite du TP)
- réaliser un déplacement au coordonnées (X=160, Z=220) et à vitesse de travail de (F=150 mm/mn), ordre à utiliser : G1 X110 Z220 G94 F150

Étape 4 : prise en compte des décalages

Avant de pouvoir usiner une pièce, il faut écrire le programme d'usinage. Ce programme décrit les déplacements des outils par rapport à la pièce ainsi que les conditions de coupe. Avant d'écrire ce programme, les outils ont été choisis. Cependant les dimensions des outils qui vont être utilisés, de même que la position future de la pièce dans le mandrin, ne sont pas parfaitement connues. Ces dimensions ne sont donc pas intégrées au programme, bien qu'elles soient indispensables au bon déroulement de l'usinage. Le travail que vous allez réaliser a pour objectif de vous faire comprendre de quelle manière ces dimensions sont prises en compte.

Les déplacements de l'outil sont indiqués, sur la machine, dans le repère appelé « repère de travail ». L'origine O de ce repère est située à l'intersection de l'axe de rotation de la broche et de la face avant du mandrin (voir machine et photo ci-dessous). On appelle O, l'origine porte pièce. L'axe Z de ce repère est parallèle à l'axe de rotation, l'axe X lui est perpendiculaire.

Nous allons tout d'abord examiner de quelles manières sont prises en compte les dimensions de l'outil. Pour cela il est d'abord nécessaire de modifier un paramètre de la machine (dont nous verrons l'utilité plus tard) : le DEC1.

Manipulation :

- vérifier que la valeur du décalage DEC1= X=0, Z=0, sinon :
- sélectionner le mode « PEF » puis appuyer sur la touche
- quand vous voyez DEC1 en bas de l'écran
- taper à la suite de DEC1 : X0 Z0 et validez.
- NE PAS MODIFIER LES VALEUR DE PEF, si c'est le cas appeler l'enseignant immédiatement

Les coordonnées de l'outil dans le repère de travail (PT COUR/OP) sont visualisées à l'écran par appui de la touche .On va maintenant chercher à quel point de l'outil ces coordonnées correspondent.

L'outil 1 actuellement en position d'usinage est un outil à charioter dresser en carbure. Lors d'un dressage (réduction de la longueur) la surface finale de la pièce appartiendra au plan tangent à l'outil et perpendiculaire à l'axe Z (voir en annexe l'avant-projet d'étude de fabrication, phase 10). Lors d'un chariotage (réduction du diamètre) la surface finale de la pièce appartiendra au plan tangent à l'outil et perpendiculaire à l'axe X. Soit Q le point d'intersection de ces deux plans tangents. On appelle Q, la pointe de l'outil.

Vous allez déterminer la position de ce point par rapport à l'origine porte pièce O.

Manipulation :

- amener l'outil 1 en vitesse rapide aux coordonnées (X=100, Z=150)
- (Attention n'oubliez pas de le faire à vitesse réduite et de surveiller le déplacement)
- sur la machine, déterminez grossièrement, à l'aide d'un réglet, les coordonnées du point Q par rapport à O. Ce n'est donc pas le point Q qui est piloté par la machine. Mais alors, sur la machine, où se trouve le point A, de coordonnées (X=100, Z=150) ? En fait le tour donne les coordonnées du point A, elle pilote le point de référence de montage de l'outil, sur la tourelle. Pour piloter l'outil au niveau du point Q, il faut prendre en compte les caractéristiques de l'outil 1.

Résultat :

- noter les coordonnées du vecteur dans le repère (O, X, Z),
- comparer les jauges de l'outil 1 (cf. fiche n°16).

Vous allez maintenant vérifier qu'il est possible de programmer des déplacements en tenant compte des dimensions de l'outil.

Manipulation :

– amener l’outil 1 en vitesse rapide au coordonnées (X=100, Z=150) et en prenant en compte la correction d’outil, ordre à utiliser : G0 X100 Z150 D1

Résultat :

– La pointe de l’outil est-elle à la position escomptée ?

Pour usiner une pièce, on cherche à faire coïncider le point Q avec les surfaces à générer. C’est pour cela qu’il faut prendre en compte les caractéristiques de chaque outil dans la programmation.

En pratique, à chaque changement d’outil, on prend en compte ses caractéristiques, la commande est la suivante : M6 T2 D2

De même, le programme de réalisation d’une pièce doit être valable quelque soit la position de la pièce dans le porte pièce. Il n’y a pas de butée sur l’axe Z, donc on peut positionner la pièce aléatoirement dans le mandrin.

Pour écrire un programme, on fixe l’origine programme OP sur la pièce. Puis on indique à la machine le vecteur, cela permet à la machine de positionner la pièce dans son espace de travail. Les coordonnées du vecteur sont stockées dans le décalage DEC1.

Exemple : sur la photo de la page précédente, la pièce est serrée dans les mors. OP a été choisie sur la face avant de la pièce. La coordonnée en Z du vecteur correspond donc à la distance entre cette face avant de la pièce et la face avant du mandrin. Cette coordonnée en Z est stockée dans le décalage DEC1 Z. Généralement le décalage en X est nul en tournage : DEC1 X =0.

PARTIE 2 : usinage de l’axes

Objectifs :

- Ecrire le programme correspondant aux trajectoires imposées,
- Usiner axe suivant la gamme donnée.

Documents fournis :

- Dessin de définition : axe
- Fiche outils
- Document réponse : gammes de la roue
- Document réponse : trajectoire outil

Étape 5 : Usinage des pièces du système

Vous devez dans cette étape usiner les deux axes de la voiturette. Si vous ne disposez pas des bruts, demandez-les à votre enseignant.

Il existe une multitude de possibilités pour la réalisation des roues. On vous propose 2 méthodes ou gammes d’usinages.

Vous devez usiner les 2 axes en suivant scrupuleusement les 2 gammes (cf. document réponse : gammes de l’axe).

Chaque gamme d’usinage est décomposée en phases. Une phase regroupe toutes les opérations d’usinage réalisées sur la pièce sans son démontage du porte pièce. Le contrat de phase indique la mise en position de la pièce sur le porte pièce, les cotes à réaliser, l’ordre des opérations et les conditions de coupe.

Le contrat de phase :

Le dessin ci-contre représente une phase d’usinage. Il indique quelles surfaces il faut usiner, et sur quelles surfaces il faut serrer la pièce dans le mandrin. Il faut RESPECTER les indications du contrat de phase.

Attention, vos contrats de phase ne sont pas complets, il manque les valeurs des conditions de coupe !

Compléter les documents réponse :

On vous fournit 2 bruts de \varnothing 20 et longueur 50 mm en AU4G

Pour chaque pièce (chaque gamme) à l'aide des documents fournis et du photocopié :

- indiquer les valeurs des cotes à obtenir et compléter les contrats de phase,
- calculer les conditions de coupe pour chaque outil et remplir les contrats de phase,
- mettre en place la pièce,
- choisir les outils (cf. fiche outils)

Étape 6 : Création du programme

Manipulation à l'atelier :

- placer l'origine programme, OP
- déterminer les coordonnées des points de passage pour la trajectoire outil imposée (remplir le document réponse : trajectoire d'usinage)
- écrire sur papier le programme correspondant à l'usinage de la phase 10 de l'axe.
- après vérification par l'enseignant, charger le programme dans la machine (fiches n°6 ou n°7).
- installer la pièce dans le mandrin et mettre à jour l'origine programme OP dans DEC1 (fiche n°4)
- simuler GRAPHIQUEMENT le programme (fiche n°10)

Étape 7 : usiner les 2 axes

- comment faire pour usiner les 4 phases avec un seul et même programme ?

Après validation du programme par l'enseignant :

- usiner les différentes phases pour chaque gamme. ATTENTION, il faut bien repérer les pièces en fonction de la gamme de fabrication (afin de faciliter leur comparaison).
- Noter pour chaque phase sa durée de réalisation.

Étape 8 : Contrôle de chaque pièce

Manipulation :

- mesurer la pièce,
- comparer les valeurs obtenues avec les valeurs indiquées sur le dessin de définition,
- conclure.

Etape 9 : Comparaison des résultats

Il est nécessaire de comparer les différents axes obtenus

Répondre aux divers points suivants en justifiant votre réponse

- la gamme influence le résultat,
- la mise en position influence le résultat,
- que faire pour réaliser la coaxialité,
- certaines cotes sont-t-elles difficiles à obtenir.

Peut-on dégager des règles générales pour la réalisation des pièces en usinage ?

Etape 10 : Montage

- le perçage du \varnothing 4.2 sur la perceuse à colonne
- taraudage M5

– Allez chercher dans le magasin général 4 vis M5x15 et les rondelles associées (demander à l’enseignant).

Étape 11 : Rangement et nettoyage du poste en fin de séance

Après avoir nettoyé les outils et les outillages, rangez-les à leur emplacement (dessertes et armoires). Nettoyez la machine, ainsi que le sol autour de la machine.

Evaluation de fin de module

ANALYSE DU PROGRAMME (OBJECTIF DE COMPORTEMENT)

TITRE DU PROGRAMME : Technicien Spécialisé en Fabrication Mécanique

Codes :

N° ET TITRE DU MODULE : 15-PROGRAMMATION DES M.O.C.N

durée de l'épreuve : 3 heures

COMPORTEMENT ATTENDU : Programmer une machine outil à commande numérique

Objets possibles	Appr. %	Éval. %	Aspects observables ou thèmes de connaissances	P* ou C
Etablir le mode opératoire pour la réalisation d'une pièce en commande numérique (tournage ou fraisage)	10	20	Justesse de l'interprétation du dessin Analyse pertinente des modes opératoires Choix correct des outils	C
Etablir manuellement le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN	60	40	Maîtrise du langage de programmation Faisabilité du programme Respect de la normalisation du code	C
Etablir à l'aide d'une assistance informatique FAO le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN	30	40	Maîtrise des fonctionnalités courantes du logiciel FAO et l'établissement d'un programme CN Exploitation adéquate des dessins DAO et FAO Faisabilité du programme CN	P

* P : Epreuve pratique * C : Epreuve de connaissances pratiques

TABLEAU DE SPECIFICATIONS (OBJECTIF DE COMPORTEMENT)

1 / 1

TITRE DU PROGRAMME : Technicien Spécialisé en Fabrication Mécanique

Codes :

N° ET TITRE DU MODULE : 15-PROGRAMMATION DES M.O.C.N

durée de l'épreuve : 3 heures

COMPORTEMENT ATTENDU : Programmer une machine outil à commande numérique

Objets d'évaluation	Str.*	Aspects observables	Pond. %	Eléments Critères	Pond. %
Etablir le mode opératoire pour la réalisation d'une pièce en commande numérique (tournage ou fraisage)	PS	1. Justesse de l'interprétation du dessin	5	1.1 A compris et interprété le dessin	5
		Analyse pertinente des modes opératoires et Choix correct des outils	15	2.1 A analysé la fabrication et défini le mode opératoire avec choix des outils et conditions de coupe	15
Etablir manuellement le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN	PT	Maîtrise du langage de programmation	20	3.1 A utilisé correctement le code ISO en CN 3.2 A rédigé un programme CN pour la réalisation d'une pièce en tournage et fraisage	10 10
		Faisabilité du programme		4.1 A validé la faisabilité du programme	20
Etablir à l'aide d'une assistance informatique FAO le programme permettant la réalisation d'une pièce sur MOCN	PT	Maîtrise des fonctionnalités courantes du logiciel FAO et l'établissement d'un programme CN	20	5.1 A utilisé le logiciel de FAO pour l'établissement du programme	5
			35	5.2 A validé par une simulation d'usinage 5.3 A récupéré sur papier ou sur support informatique le programme CN	15 5

		Exploitation adéquate des dessins DAO et FAO	5	5.4 A transféré le programme dans une MOCN 6.1 A exploité des dessins déjà exécutés en DAO	10 5
--	--	---	---	---	-------------

**Objectif : Evaluation MOCN
(programmation manuelle tournage NUM 1050)**

Fonction :

Donner les codes correspondants aux désignations suivantes :

Code	Désignation
	Interpolation en linéaire rapide
	Interpolation linéaire en vitesse programmée
	Interpolation circulaire à la vitesse tangentielle programmée, sens horaire.
	Interpolation circulaire à la vitesse tangentielle programmée, sens trigonométrique.
	Programmation absolue des cotes par rapport à l'origine mesure.
	Appel inconditionnel d'un sous programme ou d'une suite de séquences avec retour.
	Saut in conditionnel a une séquence sans retour
	Annulation de cycle d'usinage
	Programmation absolue par rapport à l'origine programme.
	Programmation relative par rapport à l'origine programme.
	Limitation de la vitesse de broche.
	Vitesse d'avance exprimée en mm/mn
	Vitesse d'avance exprimée en mm/tr
	Vitesse de coupe constante
	Vitesse de broche en tr/mn
	Arrêt programmé
	Arrêt optionnel
	Fin de programme pièce.
	Rotation de broche, sens horaire.
	Rotation de broche, sens trigonométrique.
	Arrêt de broche.
	Changement d'outil
	Arrosage n° 2
	Arrosage n° 1
	Arrêt d'arrosage
	Appel de l'outil n°:01 avec le correcteur n°:02
	Fréquence de rotation de la broche (en tr/mn G97, m/mn G96)
	Vitesse d'avance

Les cycles d'usinage :

Pour chaque cycle donner la signification de ses codes :

Cycle 1

...
N200 G64 N100 N190 I0.5 K0.2 P2 F0.2
N210 X144 Z
N220 Z10
N230 X40 Z94
N240 X

...
G64 :
N100 N190:
I0.5:
K0.2:
P2:
F0.2:
X144 Z:
Z10:
X40 Z94:
X:

Cycle 2

...
N350 G65 N120 N170 EA-135 P2 Z20 I.5 K0.2

...
G65 :
N120 N170 :
EA-135 :
P2 :
Z20 :
I.5 :
K0.2 :

Cycle 3 :

...
N200 X24 Z64
N210 G33 X20 Z10 K2.5 P 2.165 Q0.05 S6

...
X24 Z64 :

G33 :
X20 :
Z10 :
K2.5 :
P 2.165 :
Q0.05 :
S6 :

Programmation :

Question :

Etablir « le contrat de phase » de phase d'usinage effectuée par le programme suivant en précisant :

L'iso statisme

L'ordre chronologique des opérations.

Les conditions de coupe

La position de l'OP.

Les trajectoires des outils.

La cotation de la pièce.

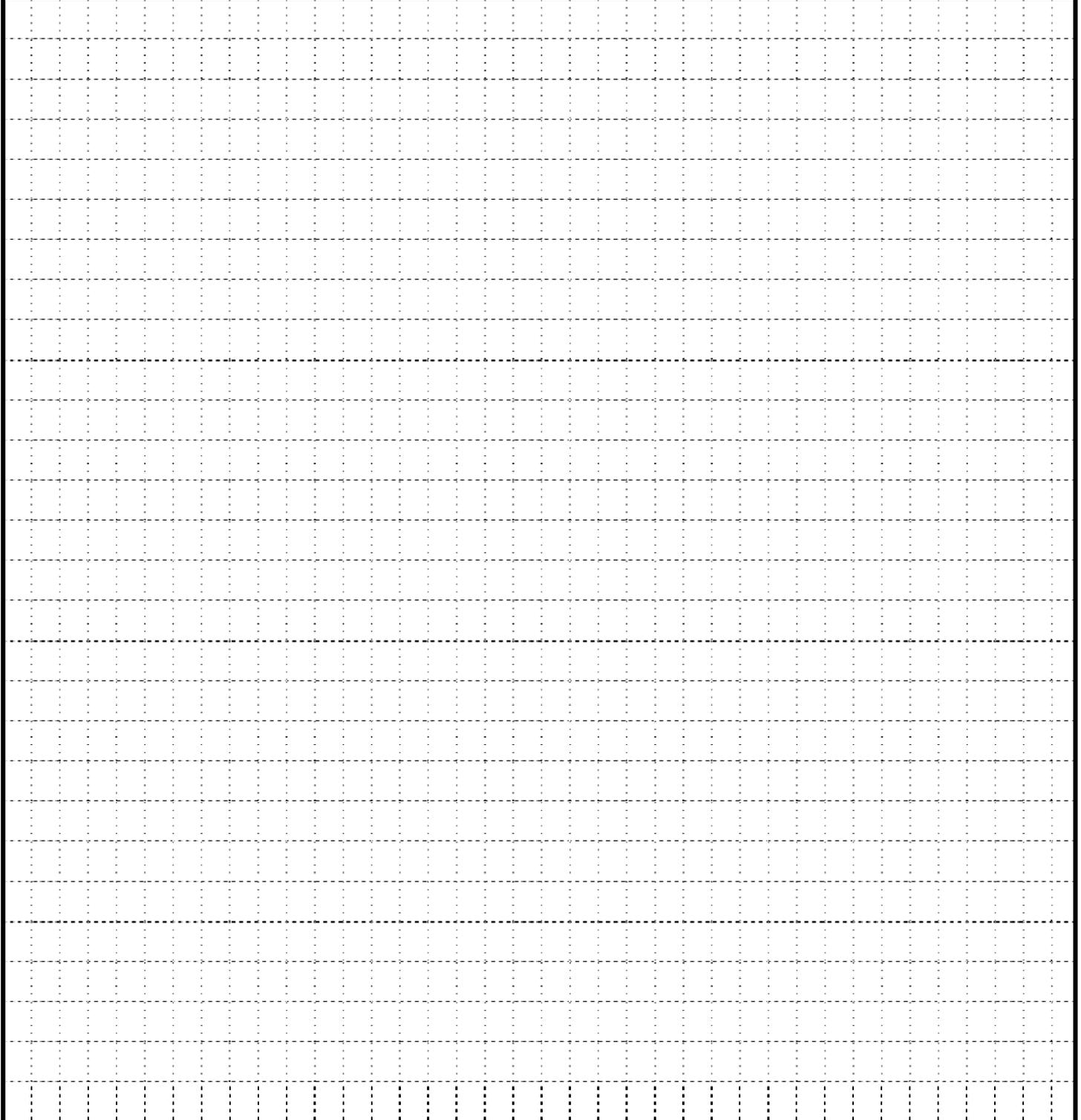
Programme :

%1701
N10 G0 G40 G80 G95 M9
N20 G52 X-50. Z-300.
(Dressage ébauche.)
N30 T2 D2 M6
N40 G97 S449 M40 M4
N50 G0 X85. Z112 M7
N60 G92 S6000 M4
N70 G96 X85. S120
N80 G79 N110
N90 G1 X80. Z110. (DEFINITION PROFIL2)
N100 X0. Z110. (FIN DEFINITION PROFIL)
N110 G64 N90 N100 R0.75 I0.5 K0.5
N120 G95 X0. Z112 F0.2
N130 X80
N140 G80 G0 X0. Z114.
N150 G77 N10 N20
(Ebau. hor.)
N160 T4 D4 M6
N170 X80. Z112.
N180 G92 S6000 M4
N190 G96 X80. S120
N200 G79 N330
N210 G1 X0 Z110. (DEFINITION PROFIL4)
N220 X18.
N230 X20. Z109.
N240 X30.182 Z90.
N250 X35.
N260 X45. Z85.
N270 Z65.
N280 G2 X58.714 Z60.358 I55. K65.
N290 G1 X59. Z60.
N300 G3 X74.522 Z50.06 I59. K52.
N310 G1 X75. Z50.
N320 X80. Z48 (FIN DEFINITION PROFIL)
N330 G64 N320 N210 P5 I0.5 K0.5
N340 X80. Z35. F0.2
N350 Z112.
N360 X0. Z112.
N370 G80 G0 X34 Z112.
N380 G77 N10 N20
(Finition profil)
N390 T6 D6 M6
N400 G42 X-4. Z110.
N410 G92 S6000 M4
N420 G96 X-4. S150
N430 F0.1
N440 G77 N210 N320
N450 G40 G0 X83.373 Z46.907
N460 G77 N10 N20
N470 M2

Ensemble:	Nombre:	f° ... / ...
Organe:	Matière:	
Élément:	Brut:	

CONTRAT DE PHASE

Phase		M.O.
-------	--	------

		
--	--	--

