

N° d'ordre :

N°de série :

# UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

**Faculte des Sciences et Technologie  
et des Sciences de la Matiere**

**Département Génie Mécanique**

---



Mémoire

**MASTER PROFESSIONNEL**

Domaine : Sciences Techniques

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

Présenté par : FENNICHE Abd errazak

Etude et Réalisation d'une Connexion RS  
232 de la Fraiseuse EMCO F1 CNC et Le Tour  
EMCO Compact 5 CNC avec le PC

*Soutenu le 26/06/2013*

Devant le jury composé de :

Mr	A. BELLOUFI	MC(B)	Président	UKM Ouargla
Mr	R. MAKHLOUFI	MA(B)	Examineur	UKM Ouargla
Mr	A. GHERFI	MA(A)	Rapporteur	UKM Ouargla

Année universitaire : 2012-2013

## ملخص

من خلال دراستنا لهذا الموضوع نظريا وميدانيا قمنا بتحقيق الاتصال من نوع RS232 للمفرزة الرقمية EMCO F1 CNC والمخرطة الرقمية EMCO compact 5 CNC مع حاسوب مما ترتب على هذا الإنجاز إيجابيات تجعل المستعمل الخاص للألات التي شملتهم الدراسة يعمل براحة تامة ومن بين هذه الإيجابيات مايلي :

- سرعة إنتقال البرنامج من الحاسوب الخاص إلى حاسوب الألة وهذا من خصائص الربط RS 232
- سهولة تغيير الأخطاء الموجودة في البرنامج المترتبة عن الكتابة الخاطئة للبرنامج
- توفر خيار تسجيل وحفظ البرنامج تجنباً لانقطاع التيار الكهربائي لكي لا يتم إعادة كتابة البرنامج من جديد تفادياً لضياع الوقت
- إمكانية كتابة 241 سطر في البرنامج بدلا من إحتواء حاسوب الألات على 41 سطر وهذا لمزاولة كل مراحل التصنيع للقطع الميكانيكية (تشطيب . نصف تشطيب و إنهاء ) وهذا بزيادة سعة البرنامج .

**الكلمات المفتوحة :** الألات ذات التحكم العددي , توصي الخدمة 232, واجهة آلة الحاسوب , منطلق 9, مكتب تسيير البيئة

## Résumé

Après l'étude de l'objet de cette soutenance tant sur le plan théorique que pratique on est parvenu à la réalisation de la connexion de type RS232 avec l'ordinateur de Fraiseuse Numérique EMCO F1 CNC et le tour numérique EMCO Compact 5 CNC d'où résulte de cette réalisation certains avantages qui permettent à l'utilisateur des machines autour desquelles s'articule d'étude de travailler dessus avec autant d'aisance . Parmi ces avantages on peut citer :

- Rapidité de transfert du programme de l'ordinateur spécial vers celui de la machine ce qui des propriétés de la connexion RS 232
- Facilité de correction des erreurs de programme dues à la mauvaise saisie
- Disponibilité de l'option automatique d'enregistrement et sauvegarde de programme en cas de coupure d'énergie et ce pour éviter la réinsertion du programme et économiser le temps
- Possibilité de saisir 241 lignes par programme au lieu de se contenter de 41 lignes que renferme l'ordinateur de la machine ce qui permet la poursuite des étapes d'industrialisation des pièces mécaniques ( ébauche, demi-finition et finition ) ce qui dénote l'extension de la capacité du programme.

**Mots clés :** MOCN, RS232, MFI, DB9, EMCO

## Abstract

After studying the subject of this thesis both theoretically and practically it came to the realization of the connection of RS232 Digital EMCO F1 CNC milling and CNC lathe EMCO Compact 5 CNC computer to as a result of this realization some advantages that allow the user machines around which study work on as easily articulates. These benefits include:

- Fast transfer program special computer to the machine that the properties of the RS 232 connection
- Easy correction of program errors due to poor seizure
- Availability of automatic registration and program backup in case of power failure and this option to prevent the reintegration program and save time
- Ability to capture 241 lines per program instead of just 41 lines contained in the computer of the machine which allows further stages of industrialization mechanical parts (roughing, semi-finishing and finishing) which denotes the extending the capacity of the program

**Key words:** MOCN, RS232, MFI, DB9, EMCO

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A mes chères parents auxquels je dois toute fidélité et gratitude et leurs  
souhaitaient longue vie et parfaite santé.*

*A mon frères : Hocine et Abdenacer*

*A mes sœurs : Naima et Meriem*

*A toute la famille : FENNICHE ,EL FATMI et BENCHACHA*

*À mes amis*

*A tous mes collègues de la promotion de 2<sup>eme</sup> année Master Génie  
mécanique Option maintenance industrielle*

*A tous (es) qui ont contribués de près ou de loin à ma réussite..*

*Abd errazak*

## *Remerciements*

*Tout d'abord, louange à **Dieu**, mon créateur de m'avoir offert toutes les capacités pour accomplir ce travail*

*Aussi je tiens à remercier mon encadreur **Mr. A.Gherfi** d'avoir accepté de diriger ce travail et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens qui m'ont permis de mener à terme cette étude et pour ses précieux conseils et encouragements.*

*Subsidiairement Je tiens à remercier **Mr. A. Beloufi** pour nous avoir honoré de la présidence du jury et de l'intérêt et la bonne appréciation qu'il ne manquera pas d'attribuer à ce travail . Il en est de même pour **Mr. R. Mekhloufi***

*-A tous mes enseignants de Génie mécanique qui n'ont épargné aucun effort pour ma réussite.*

**2012/2013**

## Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I</b>	
<b>Machine Outil a Commande Numérique</b>	
<b>I.1 Avant-propos</b> .....	2
<b>I.2 Historique</b> .....	3
<b>I.3 Nécessité de la CN</b> .....	4
I.3.1 Flexibilité.....	4
I.3.2 Sécurité .....	4
I.3.3 Nécessités économiques et techniques.....	5
<b>I.4 Domaine d'utilisation et coût de fabrication</b> .....	5
<b>I.5 Définitions et structure d'une machines-outils à commande numérique</b> .....	6
I.5.1 Définition.....	6
I.5.2 Rôle d'une machine outil a commande numérique.....	7
I.5.3 Structure physique d'une machine outils à commande numérique.....	8
II.5.3.1 Les axes de déplacement.....	9
I.5.3.2 La broche.....	13
I.5.3.3 Le directeur de commande numérique architecture fonctionnelle.....	13
I.5.3. 4 Les port – outils.....	15
I.5. 4 Le réglage sur une machine-outil à commande numérique.....	15
I.5.4 .1 Rappel sur le réglage.....	15
I.5.4.1.1 Le contrat de phase.....	15
I.5.4.1.2 Problème du réglage.....	16
I.5.4.1.3 Définitions.....	16
I.5.4.2 Paramètres de réglage.....	17
I.5.4.3 Réglage d'outil .....	17
I.5.4.3.1 Réglage d'outil sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC.....	17
I.5.4.3.1.1 Utilisation du microscope DM1 .....	17
I.5.4.3.1.2 Etapes de réglage des outils.....	18
I.5.4.3.2 Réglage d'outil sur la fraiseuse EMCO F1 CNC.....	19
I.5.4.3.2.1 Utilisation de l'ajusteur optique (Opti-set).....	19
<b>I.6.Conclusion</b> .....	20

## Chapitre II

**La programmation des MOCN**

<b>II.1 Programmation</b> .....	21
II.1.1 Codification des instructions.....	21
II.1.2 Le contexte de la programmation.....	23
II.1.3 Le Programme.....	24
II.1.4 Structure d'un programme.....	24
II.1.4.1 Exemple de structure d'une programme.....	24
<b>II.2 Les différentes origines des MOCN</b> .....	27
II.2.1 Origine machine Om.....	27
II.2.2 Origine Programme OP.....	27
II.2.3 Origine outil Oo.....	27
II.2.4 Origine mesure Om.....	27
<b>II.3 Principe de programmation des déplacements</b> .....	28
II.3.1 Axe de machine-outil.....	28
II.3.2 Cause des difficultés.....	28
II.3.3 Méthodes de choix des repères.....	29
<b>II.4 Programmation des déplacements</b> .....	29
II.4.1 La géométrie de la Pièce .....	30
<b>II.5 Les principales fonctions</b> .....	30
II.5.1 Les fonctions préparatoires, instructions G.....	30
II.5.2 Fonctions auxiliaires logiques M.....	31
<b>II.6 La correction d'outil</b> .....	32
II.6.1 Correction de longueur.....	32
II.6.2 Correction de rayon.....	33
<b>II.7 Conclusion</b> .....	34

## Chapitre III

**La Connexion RS 232**

<b>Historique</b> .....	35
<b>III-1 Définition de RS-232</b> .....	36
<b>III-2 Liaison RS232</b> .....	36
<b>III.1 Les différents modes de transfert des données à la MOCN</b> .....	36

---

III.1.1 Introduction des données manuellement.....	36
III.1.2 Transfert des données par bondes perforées .....	37
III.1.3 Transfert des données par disquette .....	37
III.1.4 Transfert des données par disquette .....	37
III.1.5 Transfert des données par caret mémoire.....	38
<b>III.2.Différent type de connecteurs .....</b>	<b>38</b>
III.2.1 SUB- D25 broches .....	38
III.2.2 SUB- D9 broches.....	39
III.2.3 RJ –45 8 broche.....	41
III.2.4 MINI – DIN 10 broches.....	42
III.2.5 DIN 8 broches .....	43
III.2.6 DIN 5 broches a 180.....	43
III.2.6 Conclusion et précaution d’usage.....	44
<b>III.3 Vocabulaires .....</b>	<b>45</b>
III.3.1 Liaison unidirectionnelle.....	45
III.3.2 Liaison half duplex .....	45
III.3.3 Liaison full duplex.....	46
<b>III.4 Interconnexions des équipements.....</b>	<b>47</b>
III.4.1 Liaison complète DTE/DCE .....	48
III.4.2.Liaison complète DTE/DTE .....	48
III.4.3 Liaison deux files DTE/DTE.....	48
III.4.4 Liaison trois files DTE/DTE.....	49
<b>III.5 Le protocole.....</b>	<b>49</b>
III.5.1 Handshake.....	49
III.5.2 Xon – Xoff.....	50
<b>III-6- La connexion sur la machine EMCO COMPACT 5CNC et EMCO F1 CNC.....</b>	<b>51</b>
III.6.1 L’interface machine PC MFI (Mikes Free Intreface ).....	51
III.6.2 Réinitialisation de l’interface MFI.....	52
III.6.3 La connexion de la machine avec le PC.....	52
III.6.3.1 Le Système classique de La connexion du câble entre la machine et le PC.....	52
III.6.3.2 Le Système actuel de La connexion de câble entre la machine et le PC.....	53
III.6.3.3 Le transfert de programme :(l’ordinateur vers la machine).....	55
III.6.3.4 Recevoir de programme :(l’ordinateur de machine vers l’ordinateur).....	55
III.6.3.5 norme EIA/TIA 574, RS232 sur Sub-D 9 points.....	56
III.6.3.6 Signification des signaux.....	56



III.6.4 Le protocole.....	57
III.6.5 Etat du port COM sur le logiciel MFI .....	57
<b>III.7. Resultat et discussion.....</b>	<b>58</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>60</b>
<b>Annexe</b>	

## Liste des figures

### Chapitre I

#### Machines Outil à Commande Numérique

<b>Figure I-1</b>	évolution de la CN de 1952 à 1995.....	3
<b>Figure I-2</b>	domaine d'utilisation des MOCN.....	6
<b>Figure I-3</b>	Modèle de la structure d'une machine-outil.....	8
<b>Figure I-4</b>	Vue générale de machines à fraiser.....	8
<b>Figure I-5</b>	Structure de machines, fraiseuse verticale.....	8
<b>Figure I-6</b>	La structure générale de la MOCN.....	9
<b>Figure I-7</b>	Vue des liaisons entre le bâti et les mobiles.....	10
<b>Figure I-8</b>	Unité de chariot en fonte de titane d'aluminium.....	10
<b>Figure I-9</b>	technologie des moyens de mesures de position.....	11
<b>Figure I-10</b>	La commande d'axe permet d'asservir en position et en vitesse le déplacement des mobiles.....	11
<b>Figure I-11</b>	Conduit surveillance d'une commande d'axe.....	12
<b>Figure I-12</b>	Broches d'un tour et d'une fraiseuse à grande vitesse.....	13
<b>Figure I-13</b>	Architecture fonctionnelle d'une commande numérique Différents types d'attachements utilisés en fraisage.....	14
<b>Figure I-14</b>	Différents types d'attachements utilisés en fraisage.....	15
<b>Figure I-15</b>	Microscope DM1.....	17
<b>Figure I-16</b>	Fixation de microscope.....	17
<b>Figure I-17</b>	Vue de l'outil sur le microscope DM1.....	18
<b>Figure I-18</b>	1ere étape pour réglage d'outil.....	18
<b>Figure I-19</b>	2 <sup>ème</sup> étape pour réglage d'outil.....	18
<b>Figure I-20</b>	3 <sup>ème</sup> étape pour réglage d'outil.....	18
<b>Figure I-21</b>	4 <sup>ème</sup> étape pour réglage d'outil.....	18
<b>Figure I-22</b>	Ajusteur optique (opti-set) vertical.....	19
<b>Figure I-23</b>	Commutation et déplacement de l'outil pour le réglage.....	19

## Chapitre II

**La programmation des MOCN**

<b>Figure II-1</b>	Structure d'un programme d'usinage avec l'organisation d'un bloc.....	21
<b>Figure II-2</b>	Repère de programmation.....	26
<b>Figure II-3</b>	Les correcteurs.....	28
<b>Figure II-4</b>	L'intersection du plan de jauge et de l'axe du cône de centrage pour les outils de fraiseage.....	32
<b>Figure II-5</b>	L'intersection de la face avant de la tourelle porte-outils et de l'axe du porte-outil pour les outils de tournage.....	33
<b>Figure II-6</b>	L'intervenir de la correction dynamique d'outil.....	34

## Chapitre III

**La connexion RS 232**

<b>Figure III-1</b>	Repérage des contacts des connecteurs RS232 selon leur type et leur sexe.....	36
<b>Figure III-2</b>	Clavier de partie commande de CN .....	37
<b>Figure III-3</b>	Bande perforées de CN.....	37
<b>Figure III-4</b>	Brochage du connecteur SUB-D 25 broches (Mâle vue de face).....	38
<b>Figure III-5</b>	Brochage du connecteur SUB-D 9 broches (Male vue de face).....	39
<b>Figure III-6</b>	Schéma d'un adaptateur entre connecteurs SUB-D25 broches et SUB-D9 broches.....	40
<b>Figure III-7</b>	Brochage du connecteur RJ45-8 broches (Femelle vue de face).....	41
<b>Figure III-8</b>	Brochage du connecteur MINI-DIN 8 broches (femelle vue de face).....	42
<b>Figure III-9</b>	Brochage du connecteur DIN-8broches (femelle vue de face).....	43
<b>Figure III-10</b>	Brochage du connecteur DIN-5 broches a 180° (femelle vue de face).....	44
<b>Figure III-11</b>	Exemple de liaison unidirectionnelle.....	45
<b>Figure III-12</b>	Chronogramme d'un exemple de liaison unidirectionnelle.....	45
<b>Figure III-13</b>	Exemple de liaison half duplex.....	46
<b>Figure III-14</b>	Chronogramme d'un exemple de liaison half duplex.....	46
<b>Figure III-15</b>	Exemple de liaison full duplex.....	46
<b>Figure III-16</b>	Chronogramme d'un exemple de liaison full duplex.....	46
<b>Figure III-17</b>	Liaison complète entre un DTE et un DCE.....	47
<b>Figure III-18</b>	Liaison complète entre deux DTE.....	48
<b>Figure III-19</b>	Liaison deux fils (DTE/DTE).....	48
<b>Figure III-20</b>	Liaison trois fils (DTE/DTE).....	49

---

<b>Figure III-21</b>	Liaison complète vers équipement trois fils (DTE/DTE).....	49
<b>Figure III-22</b>	Chronogramme protocole matériel.....	49
<b>Figure III-23</b>	La forme de programme MFI dans le PC de La machine EMCO F1 et Compact 5CNC.....	51
<b>Figure III-23</b>	La douille de connexion classique.....	52
<b>Figure III-24</b>	Détermination Les pins actifs pour réalisé la connexion.....	53
<b>Figure III-25</b>	Les deux câble utilisée pour la connexion RS 232 entre la machine et le PC.....	53
<b>Figure III-26</b>	La sortir RS 232 dans l'interface de EMCO.....	55
<b>Figure III-27</b>	Etat du port COM sur logiciel MFI .....	57

## Liste des tableaux

### Chapitre II

#### La programmation des MOCN

<b>Tableau II.1</b>	Les Fonction préparatoire G.....	30
<b>Tableau II.2</b>	Les Fonctions auxiliaires M.....	31

### Chapitre III

#### La connexion RS 232

<b>Tableau III.1</b>	Brochage du connecteur SUB-D 25 broches.....	39
<b>Tableau III.2</b>	Brochage du connecteur SUB-D 9 broches.....	39
<b>Tableau III.3</b>	Correspondance des broches entre SUB-D25 et SUB-D9.....	40
<b>Tableau III.4</b>	Brochage du connecteur RJ45-8 broches.....	41
<b>Tableau III.5</b>	Brochage du connecteur MINI-DIN 8 broches.....	42
<b>Tableau III.6</b>	brochage du connecteur DIN-8 broches.....	43
<b>Tableau III.7</b>	Brochage du connecteur DIN-5 broches à 180°.....	44
<b>Tableau III.8</b>	Signification DTE/DCE .....	47
<b>Tableau III.9</b>	Déroulement chronologique de l'Hand Shaking.....	50
<b>Tableau III.10</b>	Valeurs des symboles Xon-Xoff.....	50
<b>Tableau III.11</b>	La méthode utilise pour réalisé la connexion RS232 entre le PC et les deux machine EMCO F1 CNC et le tour EMCO Compact 5 CNC.....	54



### Liste des Abréviations

- M.O.C.N** : Machine Outil à Commande Numérique
- E.M.C.O**: Ecological Monitoring Co-ordinating Office
- C.N.C**: Commande Numérique par Calcul aitre.
- C.N** : Commande Numérique
- M.O** : Machine Outil
- R.S**: Recommande Servise
- I.S.O**: International Standare de Organisation
- MFI** : Mike Free Interface
- FCN** : Fraisage à Commande Numérique
- T.C.N** : Tournage à Commande Numérique
- C.U.C.N** : Centre d'usinage à Commande Numérique
- CU** : Centre d'usinage
- DCN** : Directeur de Commande Numérique
- PO** : Partie Opérative
- PC** : Partie Commande
- F.A.O** : Fabrication Assisté par Ordinateur
- Om** : Origine machine
- POM** : Prise d'Origine Machine
- OP** : Origine Programme
- Oo** : Origine outil
- Om** : Origine mesure
- Op** : Origine pièce
- Opp** : Origine porte-pièce
- Opo**: Origine porte-outil
- I.D.M** : Introduction des données manuellement
- DB9** : Connecteur Débit - cote DB 9-
- DCD** : Détection de porteuse (DCD = Data Carrier Detect)
- RD** : Réception de données (RD = Receive Data)
- TD** : Transmission de données (TD = Transmit Data)
- DTR** : Équipement prêt (DTR = Data Terminal Ready)
- GND** : Masse du signal (SG = Signal Ground) .
- DSR** :Prêt à recevoir (DSR = Data Set Ready)

## Liste des Abréviations

**RTS** : Demande d'autorisation à émettre (RTS = Request To Send)

**CTS** : Autorisation d'émettre (CTS = Clear To Send)

**RI** : Détection de sonnerie (RI = Ring Indicator)

**ARS** : Acier Rapide Supérieur

**ETTD**, en anglais **DTE** : Équipement Terminal de Traitement de Données

**ETCD**, en anglais **DCE** : Équipement Terminal de Circuit de Données

### Désignation des symboles

<b>Symbole</b>	<b>Unité</b>	<b>Désignation</b>
N	-	numéro de séquence
G	-	fonction de déplacement (condition de déplacement)
M	-	fonction supplémentaire (fonction de déplacement)
X et Z	-	coordonnées du déplacement
F	-	L' avance
T	-	adresse d'outil
I et k	-	coordonnées du centre du cercle
X	-	indication du temps de passe
L	-	adresse de saut
H	-	paramètre de la répartition de coupe
H	-	paramètres de sortie de »s impulsions
K	-	pas du filetage



# Introduction Générale

## Introduction Générale

Parmi les objectifs des développements technologiques auxquels est parvenu l'être humain dans l'industrie mécanique et ce a travers les différentes phases et époques a commence par la révolution industrielle qui avait débuté par la création des outils de l industrie traditionnelle et autres, et ensuite ces outils furent développés en machines semi-automatiques puis en machines automatiques qui fonctionnaient a l'aide de ordinateur et programmes spéciaux qui faisait fonctionner l'opération (d'industrialisation) transférant les instructions de la partie commande vers la partie opérationnelle de la machine par le biais de câbles spéciaux de connexion (câbles DB 9 .15 et 25) avec les différent sorties de communication comme exemple RS 232 , RS 485 .

L'objectif de notre travail est la réalisation d'un câble RS 232 destiné pour les deux machines existent au niveau des labos mécanique, le problème de ces machines si le transfert des données a la machine ce dernier est réaliser a partir d'une disquette, ou a partir d'une ancienne connexion DB 9 qui ne fonctionne pas avec les ordinateurs de nos jours, pour cette raison nous avons proposé une solution a ce problème est réaliser un câble équipé par une connexion RS232 adaptée pour ces deux machines ,pour facilité le chargement des programmes, pour cela nous avons structuré ce travail comme suite :

Le chapitre un est une aperçu générale sur les machines outils a commande numérique, ou nous avons présenté la structure générale d'une MOCN et le réglage, le chapitre deux est consacré aux méthodes de programmation d'une MOCN, le troisième chapitre est dédiée pour l'étude des différents types de connexion entre les appareils et le PC, ensuite nous avons réalisé deux câble pour ces deux machines est cela après le choix d'une connexion adéquate a notre machines.

# Chapitre I

## Machine Outil a Commande Numérique

## I.1 Avant propos

Apparue il y a seulement quelques dizaines d'années, la commande numérique (CN) impose actuellement sa technologie dans le monde de l'usinage. Elle est conçue pour piloter le fonctionnement d'une machine à partir des instructions d'un programme indépendamment de l'opérateur pendant son exécution. Elle a, au début permis l'automatisation des machines-outils traditionnelles.

La CN est également à l'origine de nouvelles conceptions de machines polyvalentes comme le centre d'usinage, par exemple.

Aujourd'hui, de plus en plus étroitement associée aux progrès de la micro-électronique et de l'informatique, la CN voit ses performances et sa convenabilité augmenter régulièrement tandis que, en revanche, son prix et son encombrement ne cessent de diminuer.

La machine – outil à commande numérique par ordinateur a des possibilités impressionnantes d'usinage grâce [9]:

- à la rapidité de lecture et de traitement des informations.
- à la rapidité de réponse des divers organes mobiles.
- à sa conception, sa rigidité, ses vitesses de déplacement.
- à la précision que confère son architecture
- à la puissance et la souplesse du moteur de broche
- Aux conditions maximales de coupe (d'où les carters de protection) favorisées par le montage isostatique des plaquettes d'outils permettant l'interchangeabilité, au magasin et au changeur d'outils
- Aux possibilités de réalisation d'un profil de pièce, sans gabarit, sans copieur, sans outil particulier
- A la souplesse de changement de type de pièce, à la polyvalence des travaux permis
- Aux cycles d'usinage programmés
- Aux possibilités de répétition des mémoires de masse
- Aux modifications des dimensions. des coupes possibles en cours d'usinage
- A la productivité permise par les aptitudes du système, les asservissements proposés (automates de contrôle, de manutention ... etc. )

Comme il existe des différences d'une machine à une autre selon les fabricants de ces machines (MCON).

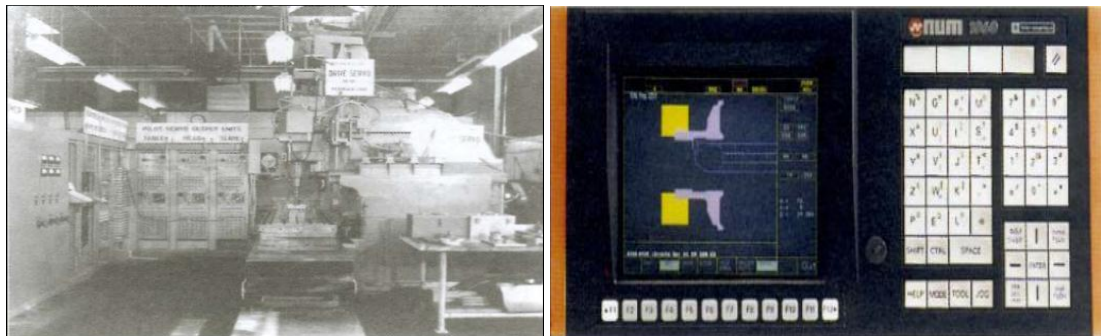
## I.2 Historique

Les travaux menés par Falcon et Jacquard à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle ont démontré qu'il était possible de commander les mouvements d'une machine à partir d'informations transmises par un carte perforé. Cette technique fut étendue à leurs métiers à tisser de 1805 lequel équipement est considéré comme l'ancêtre de la commande numérique après quoi l'exploitation industrielle de la CN devient rattachée au développement de l'électronique.

En 1947, à Traverse City dans l'État du Michigan, John Parsons fabrique, pour le compte de l'US Air Force, des pales d'hélicoptère par reproduction [2].

Au printemps 1949, il confie alors au Massachusetts Institute of Technology (MIT) le soin de développer des asservissements capables de piloter une machine (fraiseuse prototype Cincinnati à broche verticale (fig I-1) présentée en septembre 1952 dans le Servomechanisms Laboratory du MIT) qui recevra des instructions intermittentes à partir d'un lecteur de cartes.

Il faut encore attendre quelques années de vastes fonds de l'US Air Force et l'appui des chercheurs du MIT pour rendre la première MOCN réellement opérationnelle [2].



**Figure I -1a** : Premier MOCN en 1952      **Figure. I-1b** : Pupitre operateur d'une CN 32 bits

**Figure I -1** : évolution de la CN de 1952 à 1995 [2]

Les différentes étapes de développement de la CN sont les suivantes [2] :

1954 : Bendix acquiert le brevet de Parsons et fabrique la première CN industrielle.

1955 : à Font du Lac (Wisconsin), le constructeur américain Giddins & Lewis commercialise la première MOCN.

1959 : apparition de la CN en Europe (foire de Hanovre).

1964 : en France, la Télémécanique Électrique lance la CN NUM 100 conçue à base de relais Téléstatic.

1968 : la CN adopte les circuits intégrés ; elle devient plus compacte et plus puissante.

1972 : les mini calculateurs remplacent les logiques câblées ; la CN devient CNC.

1976 : développement des CN à microprocesseurs.

1984 : apparition de fonctions graphiques évoluées et du mode de programmation conversationnel.

1986 : les CN s'intègrent dans les réseaux de communication, début de l'ère de la fabrication flexible (CIM).

1990 : développement des CN à microprocesseurs 32 bits (Fig I-1b)

### **I.3 Nécessite de la CN**

#### **I.3.1 Flexibilité**

Puisqu'elles sont pilotées à partir d'un programme, les MOCN peuvent usiner des pièces différentes aussi facilement que l'on charge un nouveau programme. Une fois vérifié puis exécuté pour la première série, ce programme peut être facilement rappelé lorsque la même série se représente.

Une MOCN se caractérise en outre par des temps de réglage très courts qui répondent parfaitement aux impératifs de la production en flux tendus.

La grande souplesse d'utilisation de la CN entraîne une quantité non négligeable d'autres avantages [2] :

- Changement aisé du programme d'usinage des pièces;
- Réduction des coûts de fabrication ;
- Réduction des outillages et suppression des gabarits;
- Diminution du nombre des outils spéciaux et des outils de forme ;
- Réduction des temps de préparation et de réglage du poste de travail (la plupart des réglages, en particulier des outils, étant effectués hors machine) ;
- prise en compte rapide des modifications d'usinage (il est plus facile de modifier une ligne de programme qu'un outillage spécial ou un gabarit) ;
- définition plus rapide et plus fiable des conditions optimales d'usinage ;
- réduction du nombre de prises de pièces du fait de l'universalité de la machine ;
- diminution du temps d'attente entre les diverses machines d'usinage d'un atelier ;
- Gain sur les surfaces au sol occupées dans l'atelier ;
- Possibilité de réaliser des pièces complexes en gérant des déplacements simultanés sur plusieurs axes ;
- contrôle automatique des outils et des dimensions de pièces avec prise en compte par la CN des corrections à effectuer.

#### **I.3.2 Sécurité**

La CN a beaucoup contribué à améliorer la sécurité des machines :

- En premier lieu, parce qu'elle connaît très précisément l'enveloppe de travail dans laquelle doivent évoluer les outils (possibilité de mémorisation des courses maximales des organes mobiles) ;
- ensuite, parce qu'elle permet une simulation graphique hors usinage des programmes nouvellement créés pour vérification et détection des risques éventuels de collision ;
- Enfin, parce qu'en exerçant une surveillance permanente de l'usinage en cours, elle peut décider d'en interrompre le déroulement et d'alerter l'opérateur en cas d'incident.

Il est par ailleurs admis que le niveau de performances très élevé atteint par les MOCN conduit les constructeurs à prévoir des dispositifs de protection très élaborés (contre les projections de copeaux ou de liquide d'arrosage, notamment) qui ne s'imposent pas nécessairement sur une MO conventionnelle [2] .

### I.3.3 Nécessités économiques et techniques

Symbole de précision, de répétabilité, de fiabilité et de flexibilité, qualités primordiales dans une économie de marché où les produits se caractérisent en termes de prix, de qualité et de délai de mise à disposition, la CN se montre économiquement intéressante pour produire à l'unité ou en série toutes les sortes de pièces, même les plus simples.

Une fois vérifié et validé, un programme assure la réalisation de 2, 10 ou 1 000 pièces identiques avec la même régularité de précision et la même qualité d'usinage, sans que l'habileté de l'opérateur n'intervienne.

Il convient, en outre, de souligner que la CN ouvre de nouvelles perspectives en permettant la définition de pièces complexes qu'il est pratiquement impossible de concevoir et de fabriquer sur des MO conventionnelles [2] .

### I.4 Domaine d'utilisation et coût De fabrication

Le système de fabrication le plus rentable est celui qui engendre le coût d'une pièce le plus bas. Ce coût est calculé par la formule suivante [2] :

$$C = C_u + C_r / L + C_p / ZL$$

Avec **C**: coût total de fabrication pour une pièce,

**C<sub>u</sub>**: cout d'usinage d'une pièce (matière, main d'œuvre directe, cout machine);

**C<sub>r</sub>**: coût de lancement de la série et des réglages des outils et de la machine;

**L**: nombre de pièces d'une série;

**C<sub>p</sub>**: cout de préparation (gammes et programmes d'usinage) et des outillages;

**Z** : nombre de séries;

**ZL** : nombre total de pièces fabriquées.

On constate que le coût total de fabrication par pièce varie en fonction de la quantité ZL d'une manière hyperbolique.

Si l'on considère le nombre de pièces usinées, le domaine d'utilisation économique de la MOCN se situe dans la petite et la moyenne séries. Les MO conventionnelles restent rentables pour des opérations simples où elles ont malgré tout tendance à être remplacées par des MOCN d'entrée de gamme.

Pour les grandes séries, le recours à des machines spéciales à automatisation rigide (machines Transfert, tours à cames, fraiseuses de copiage) se montre encore très avantageux.

Si l'on représente le coût d'une pièce en fonction du nombre d'exemplaires à fabriquer, on peut déterminer les limites économiques d'utilisation de la CN. Dans l'exemple de la figure 3, au-dessus de 5 pièces par série, l'usinage sur une MO à commande manuelle est plus rentable que sur une MOCN, de la même façon, une machine spéciale sera au-dessus de 5000 pièces par série [2].

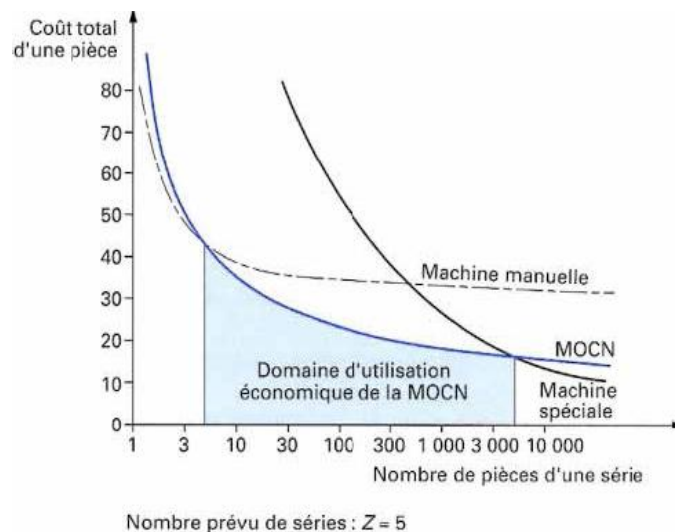


Figure I-2: domaine d'utilisation des MOCN [2]

## I.5 Définitions et structure d'une machines-outils à commande numérique

### I.5.1 Définition

Dans le domaine de la fabrication mécanique, le terme « commande » désigne l'ensemble des matériels et logiciels ayant pour fonction de donner les instructions de mouvements à tous les éléments d'une machine-outil :

- l'outil (ou les outils) d'usinage équipant la machine ;
- les tables ou palettes où sont fixées les pièces ;
- les systèmes de magasinage et de changement d'outil ;
- les dispositifs de changement de pièce ;



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

On peut aussi découper la famille des commandes numériques en quatre sous familles de machines :

- fraisage à commande numérique (FCN) ;
- tournage à commande numérique (TCN) ;
- centre d'usinage à commande numérique (CUCN) ;
- rectification à commande numérique ;
- électroérosion à commande numérique.

Dans chaque famille, les méthodes de montage et de travail sont totalement différentes, mais elles se rejoignent sur le principe de programmation, la grande majorité des machines utilisant un langage ISO. À cela peuvent se rajouter des interfaces dites conversationnelles ou par apprentissage qui simplifient l'utilisation de la machine.

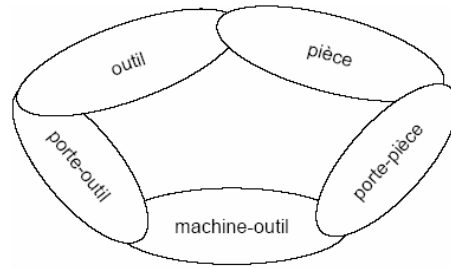
La notion de commande numérique s'étend aussi au domaine de la chaudronnerie, découpage plasma, presse plieuse.

### **I.5.2 Rôle d'une machine outil a commande numérique**

Une machine outil a pour but de réaliser physiquement les mouvements de coupe nécessaires à l'obtention d'une surface par enlèvement de matière. Elle réalise le mouvement de coupe et le mouvement d'avance de l'outil par rapport à la pièce. De plus, elle doit permettre l'obtention de pièces en respectant les spécifications fonctionnelles.

Une machine outil à commande numérique assure la réalisation automatisée des pièces, les mouvements nécessaires sont décrits dans un programme.

On représente la structure d'une machine, en cours d'usinage, par un système boucle, chaque élément contribue à la réalisation du contrat fonctionnel. Le réglage de la machine consiste à mettre en position relative ces différents éléments (voir le figure I-3) .



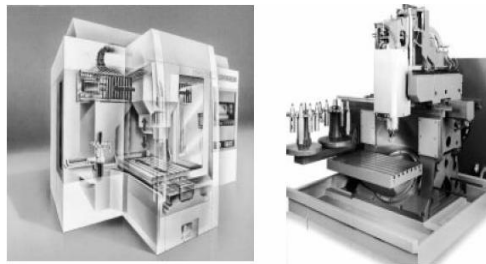
**Figurer. I-3:** Modèle de la structure d'une machine-outil [4] .

### I.5.3 Structure physique d'une MOCN

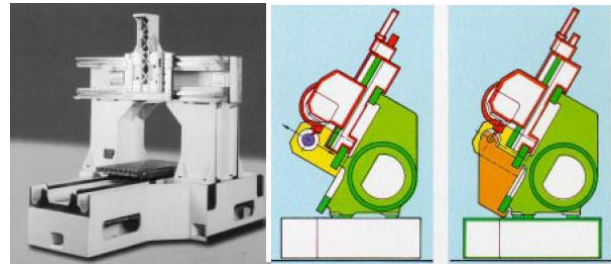
Si on ne s'intéresse qu'aux méthodes d'enlèvement de matière par mouvement de Rotation (cas classiques du tournage, perçage, fraisage), la machine doit avoir la structure suivante:

- des systèmes, autant que nécessaire, assurant la mise en position de l'outil par rapport à la pièce et les mouvements d'avance. Ce sont les axes de la machine;
- un système qui réalise le mouvement de coupe par mise en rotation des outils ou de la pièce : la broche;
- un système de contrôle - commande, qui permet le suivi automatique du programme de commande de la machine;
- un élément mécanique qui assure le lien entre ces systèmes: le bâti.

A cela, il faut ajouter des éléments d'interfaces spécifiques a la production permettant la mise en position des outils et des pièces sur la machine [3].



**Figure. I-4:** Vue générale de machines à fraiser [3].



**Figure I-5:** Structure d'une fraiseuse Verticale[3]

**.Remarque :** La structure générale de la machine outil à commande numérique consiste à deux parties (Fig. I-6 )

#### La partie opérative

La partie opérative (notée PO) comprend principalement un ou plusieurs mobiles, appelés tables ou chariots, liés au bâti ou entre eux par des liaisons glissières ou pivots.

La position des mobiles est détectée par un capteur de position, et leur vitesse est mesurée en permanence

### La partie commande

La partie commande (notée PC) regroupe les composants qui permettent le traitement de l'information.

Les différentes opérations, constituant la tâche d'usinage, sont gérées par l'intermédiaire d'un directeur de commande numérique (DCN).

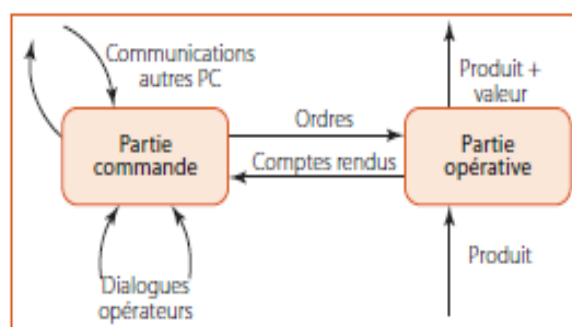
### Directeur de commande numérique (DCN)

C'est lui qui interprète les instructions du programme d'usinage, reçoit les informations des capteurs et agit (par l'intermédiaire d'un variateur électronique) sur les moteurs.

Il envoie les informations numériques définissant la position à atteindre et la vitesse de déplacement pour chacun des axes. Il calcule alors les consignes numériques à envoyer à chaque axe pour la gestion d'une trajectoire particulière (droite, arc de cercle, interpolation linéaire ou circulaire), et il récupère en permanence la position réelle des mobiles ainsi que leur vitesse.

Le DCN est composé d'une unité centrale qui exécute le programme, contrôle et commande les moteurs des axes de la machine en vitesse et en position. Il est secondé par un automate qui gère les fonctions auxiliaires (autres que les déplacements des axes) :

Arrosage, changement d'outils, changement de palette, sécurité (contrôle de température, de pression et d'ouverture de carter), etc.



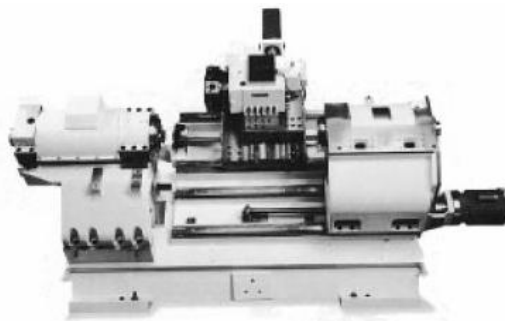
**Figure. I-6 :** La structure générale de la MOCN [11]

#### I.5.3.1 Les axes de déplacement

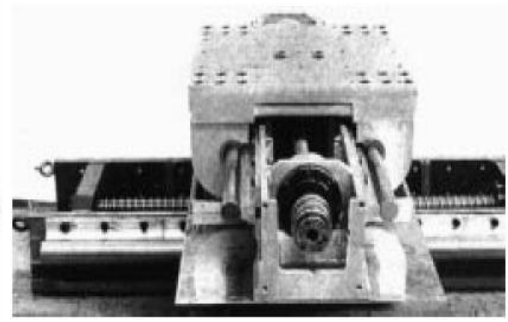
Les axes de déplacement mettent en mouvement les parties mobiles des machines avec de fortes accélérations. Les axes sont constitués d'un guidage, d'un système d'entraînement, d'une motorisation et d'un système de mesure.

Le guidage positionne précisément des solides. Il est assuré par des glissières, qui sont de plus en plus réalisées au moyen de rouleaux précontraints, afin de limiter les frottements, et de supporter des charges plus élevées.

Pour la motorisation, dans les cas de grande productivité (tournage), on cherche à minimiser les temps hors matière et on demande des vitesses de retour rapide importantes. Le mobile doit atteindre rapidement ces vitesses, d'où des accélérations importantes. En tournage, les efforts de pénétration développés par les opérations de perçage exigent des couples moteurs importants pour faire avancer le foret. En fraisage, l'augmentation de la fréquence de rotation entraîne une augmentation des vitesses d'avance [3].



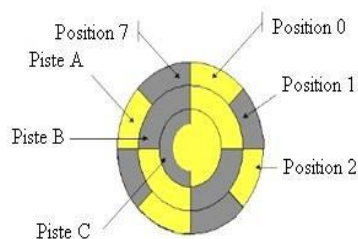
**Figure I-7:** Vue des liaisons entre le bâti et les mobiles [3].



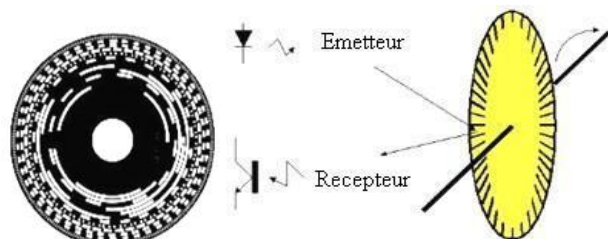
**Figure I-8:** Unité de chariot en fonte de titane d'aluminium [3].

Le système de mesure transmet la position du solide à la commande numérique. Deux technologies sont utilisées:

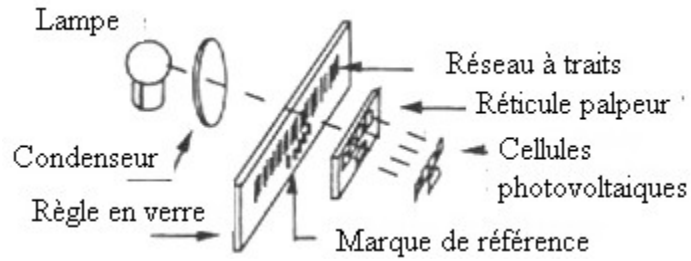
- les systèmes de mesure, qui comptent les nombres de tours de vis et la position angulaire dans le tour. Ils ont pour capteurs des codeurs incrémentaux semi-absolus;
- des systèmes, qui mesurent la position effective du mobile. Ils ont pour capteurs des règles incrémentales, plus chère cette technologie a tendance à se développer sur des machines de production qui doivent avoir des asservissements précis;



**I-9-a :** Codeur absolu



**I-9-b:** Codeur Incrémental



I-9-c : Capteur incrémental de déplacement linière.

Figure I-9: technologie des moyens de mesures de position [3].

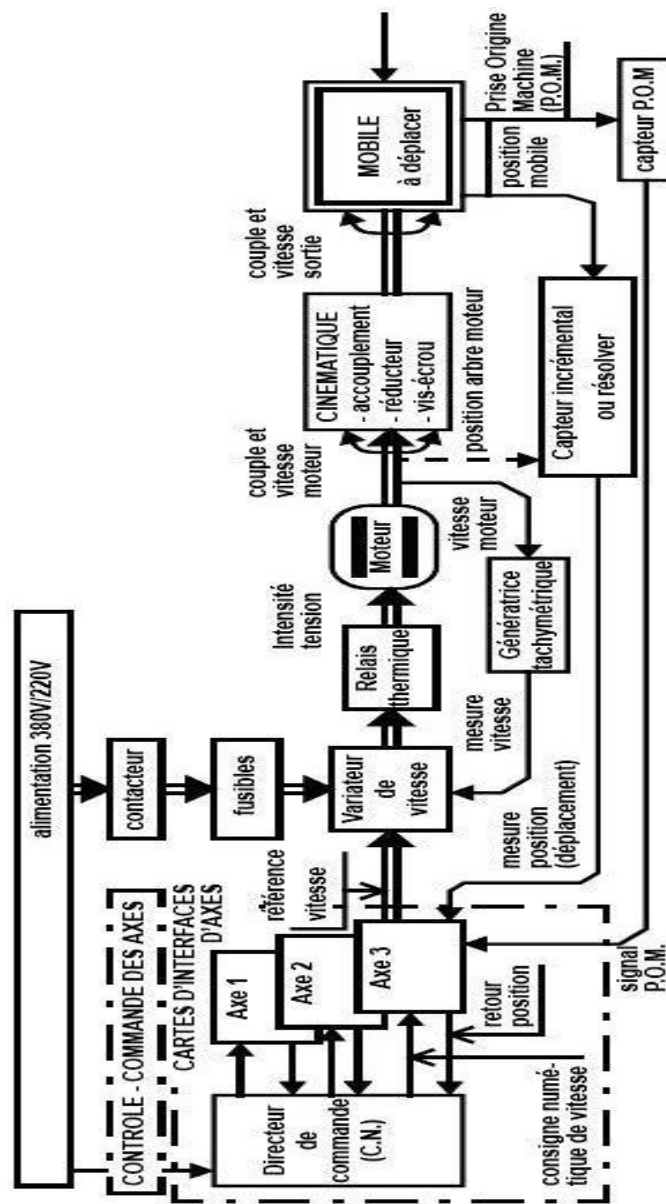


Figure I-10 : La commande d'axe permet d'asservir en position et en vitesse le déplacement des mobiles [3].

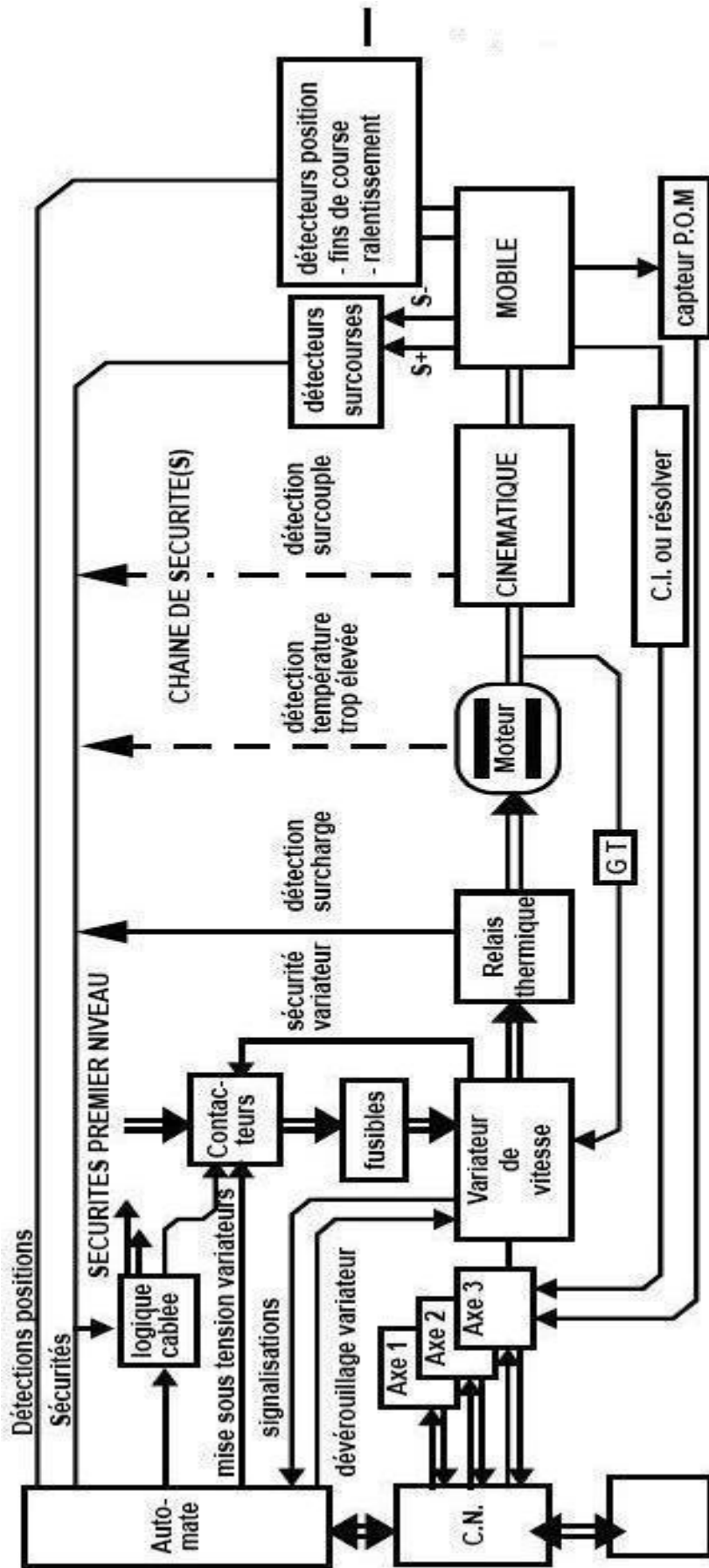
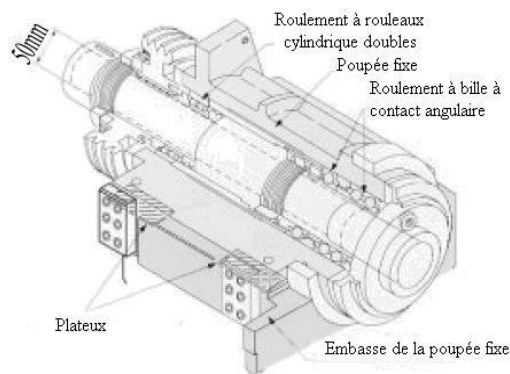


Figure I-11 : Conduit surveillance d'une commande d'axe [3].

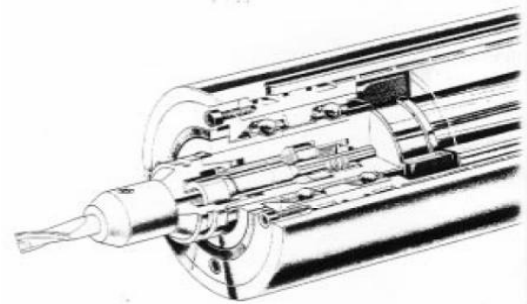
### I.5.3.2 La broche

La broche crée le mouvement de coupe nécessaire à l'usinage. Elle assure donc la mise en rotation de la pièce ou de l'outil. Ces deux cas posent des contraintes fonctionnelles différentes.

Cinématiquement, la broche est en liaison pivot avec le bâti ou un chariot. Dynamiquement, elle doit être très rigide, et stable thermiquement de façon à garantir la position relative de l'outil par rapport à la pièce durant l'usinage. L'augmentation des vitesses de coupe impose une augmentation des fréquences de Rotation et des couples admissibles au niveau des broches [3].



**I-12a:** Broche d'un tour.



**I-12b:** Broche d'une fraiseuse.

**Figure I-12:** Broches d'un tour et d'une fraiseuse à grande vitesse [3].

Du point de vue de la motorisation, on cherche à obtenir des broches capables de Fournir un couple important à bas régime (ébauche), et pouvant atteindre des grandes vitesses de rotation [3].

### I.5.3.3 Le directeur de commande numérique, architecture fonctionnelle

La commande numérique assure l'asservissement en position et en vitesse des déplacements des mobiles. C'est purement de la commande d'axe, avec un traitement numérique pour élaborer les consignes de commande en temps réel en fonction des paramètres de la trajectoire et de l'état de la chaîne d'action [3].

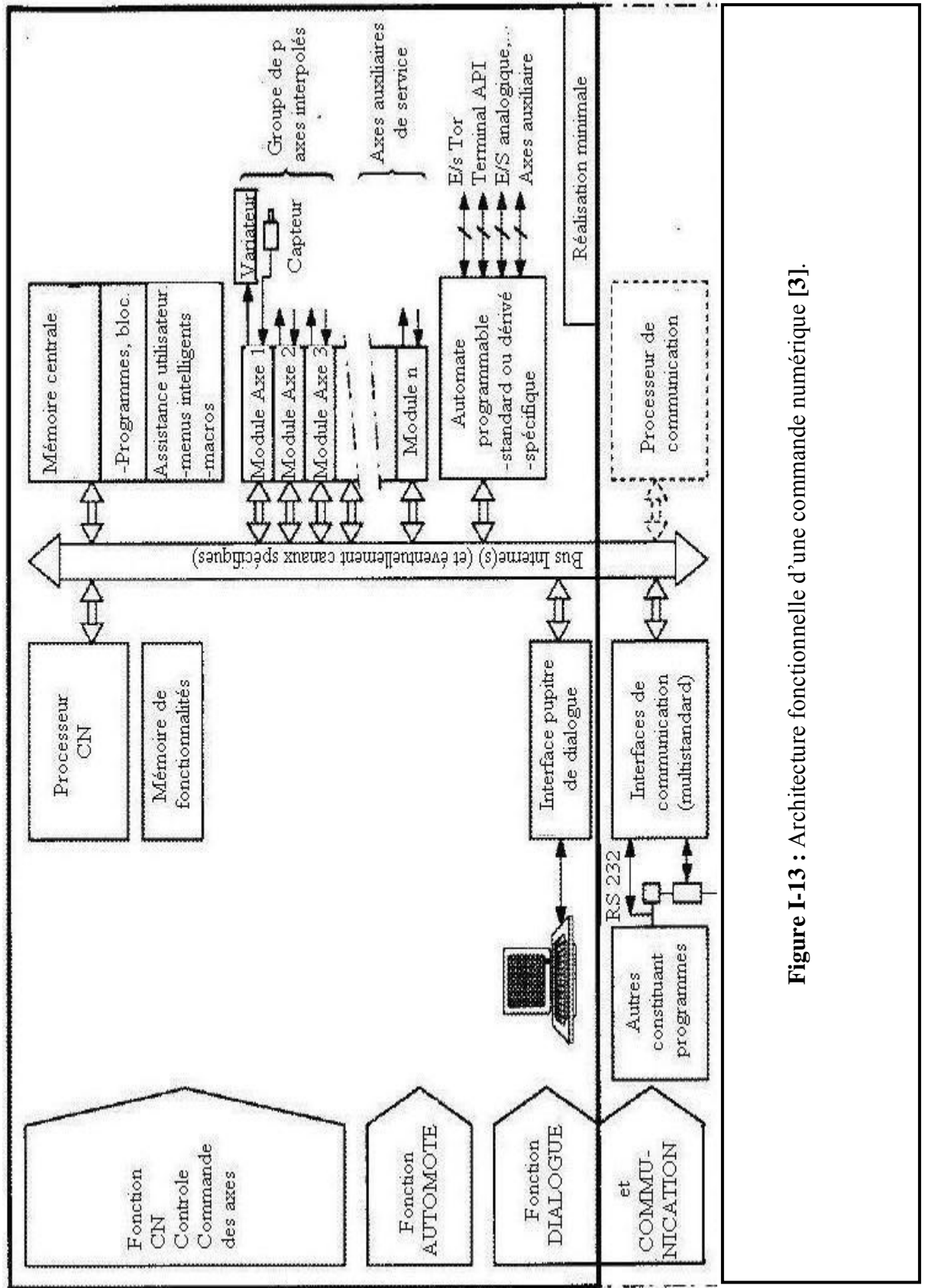


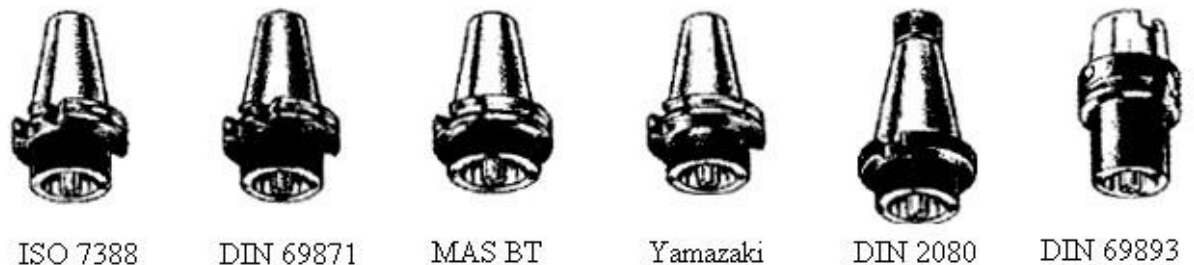
Figure I-13 : Architecture fonctionnelle d'une commande numérique [3].



### I.5.3.4 Les porte-outils

Les porte-outils ont pour fonction d'assurer la liaison entre l'outil et la machine. Suivant le mode d'usinage, ils supportent des sollicitations dynamiques différentes. Dans le cas du tournage, le porte-outil doit essentiellement supporter un effort de coupe important, les surfaces d'appui doivent être étendues. Dans le cas du fraisage, les porte-outils assurent la liaison au moyen d'un cône normalisé [3].

L'augmentation des fréquences de rotation impose des contraintes dynamiques plus importantes. A grande vitesse, le contact entre les parties male et femelle de la liaison n'est plus assuré. Pour y remédier on assure un effort de tirage important sur le cône, ce qui a tendance à modifier la position de l'extrémité de l'outil (Fig. I-14) [3].



**Figure I-14:** Différents types d'attachements utilisés en fraisage [3] .

### I.5.4 Le réglage sur une machine outils a CN

L'objectif de ce paragraphe est de présenter le réglage sur une machine outils a commande numérique, et d'analyser les paramètres à régler, ainsi que l'adaptation du réglage en situation d'usinage. Pour mener à bien le réglage, nous considérons que nous avons le contrat de phase de l'usinage à réaliser ou la fiche de réglage associée. Nous n'étudierons pas la construction de la fiche de réglage à partir du contrat de phase [1] .

#### I.5.4.1 Rappel sur le réglage

##### I.5.4.1.1 Le contrat de phase

A l'issue de l'avant-projet d'étude de fabrication, un ensemble de contrats de phase est rédigé. Sur ces documents est spécifiée l'ensemble des informations nécessaires a la mise en production de la phase concernée [1]:

- 1 – Numéro de la phase concernée;
- 2 – Référence de la machine:
  - Position de l'origine porte-pièce (**Opp**).
- 3 – Prise de pièce:
  - Référence du montage d'usinage;
  - Position de l'origine du repère pièce Op.

4 – Types d'outils:

- Référence des outils sélectionnés;
- Conditions de coupe des outils;
- Référence des porte-outils;
- Jauges des outils.

5 – Position de l'origine du repère de programmation Opr;

6 –Trajectoires d'outil;

7 – Cotes de fabrication à obtenir dans la phase.

Ce contrat permet de vérifier si les pièces obtenues sur la machine sont bonnes, et peuvent continuer à suivre le cycle de fabrication (contrat de phase) [1] .

#### **I.5.4.1.2 Problème du réglage**

Pour régler une machine, on doit se baser sur le contrat de phase. Mais celui-ci, et les cotes de fabrication associées, ne donnent pas de méthode de réglage. On peut établir des fiches de réglage qui définissent la méthode de réglage, par exemple du type suivant :

- Réglage indépendant des outils;
- Possibilité de mettre en production un lot de pièces sans surveillance;
- Possibilité de réglage sur la première pièce.

Ainsi, le réglage a pour but de renseigner l'ensemble des valeurs des paramètres du modèle vectoriel de la commande numérique, afin que les pièces produites respectent le contrat de phase [1].

#### **I.5.4.1.3 Définitions**

Pièce bonne: si toutes les cotes de fabrication sont vérifiées dans toutes les phases, la pièce est bonne.

Machine réglée : si toutes les pièces produites respectent les cotes de fabrication de la Phase en cours, la machine est réglée.

Cote de réglage: cote donnée au régleur comme contrat. Elle est à vérifier sur les postes de travail, sur toutes les pièces pour que les cotes de fabrication soient assurées. Une cote de réglage est définie pour permettre un réglage indépendant des outils. Elles dépendent du mode de réglage retenu, et sont issus de la décomposition des cotes de fabrication.

Cote de production: cote de réglage dont l'intervalle de tolérances est réduit pour permettre la production d'un lot de pièces sans vérification.

Fiche de réglage: ce document donne le processus de réglage, les cotes de réglage, et si besoin, le mode de mesure des cotes de réglage. Pour que la machine soit déclarée bien réglée et pour autoriser la production, il faut que le contrat de réglage soit respecté [1] .

### I.5.4.2 Paramètres de réglage

Le réglage de l'opération d'usinage passe par la mesure des caractéristiques dimensionnelles associées aux différents éléments [1].

### I.5.4.3 Réglage d'outil

#### I.5.4.3.1 Réglage d'outil sur le tour EMCO COMPACT 5 CNC

Il est difficile de faire un réglage de mesure d'outil exact sans l'utilisation d'un microscope.

La firme Emco a fourni un convenable microscope pour le réglage d'outil c'est le microscope DM1 (Fig. I-15).



**Figure I-15:** Microscope DM1 [5].

#### I.5.4.3.1.1 Utilisation du microscope DM1

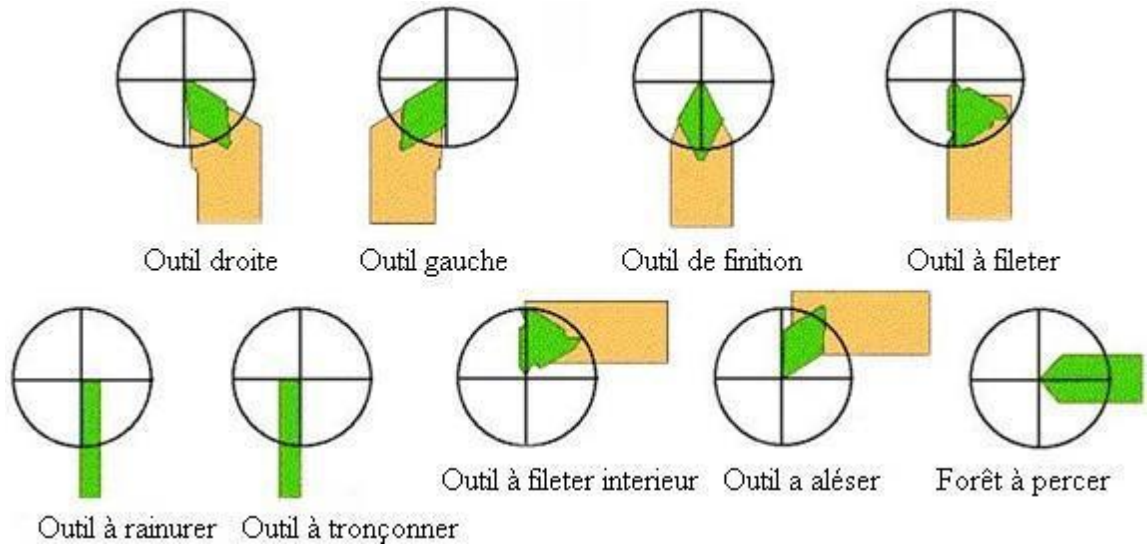
- Fixer la base magnétique sur les deux glissières du chariot (Fig. I-16).
- Tourner la tête du microscope pour obtenir une position de vue confortable.
- Aligner l'objective de lentille avec l'axe Z de la machine.
- Tourner la croix de la lentille pour l'aligner avec les axes X et Z.
- Fixer la lentille avec le tube de lentille pour ne pas perdre le repère.
- Prenez une position de vue de l'outil par rapport à la croix de la lentille (Fig. I-17).
- Mesurer l'outil avec le mouvement des axes X et Z.



**Figure I-16:** Fixation de microscope.

**Remarque importante**

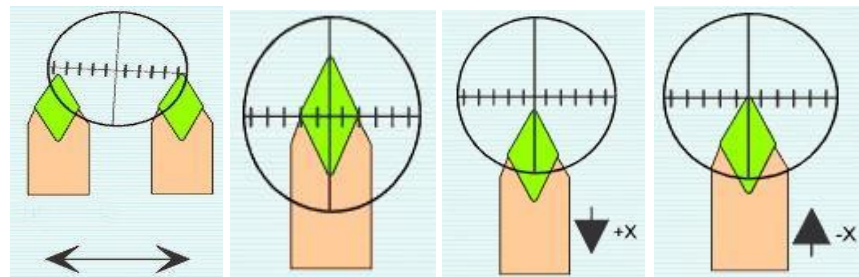
Si le réglage d'outil est commencé, faire attention de ne pas déplacer l'embase de microscope, le corps de microscope, la lentille, la position de l'outil. Si un mouvement est apparu, recommencer le réglage d'outil pour un réglage précis (Fig. I-17).



**Figure I-17:** Vue de l'outil sur le microscope DM1 [5].

**I.5.4.3.1.2 Etapes de réglage des outils**

- Premièrement soyez sûre que la ligne des graduations est parallèle a l'axe Z par la rotation de la lentille. L'outil doit être parallèle à la ligne des graduations dans le déplacement sur l'axe Z (Fig. I-18).
- Deuxièmement déplacer l'outil dans la direction  $-X$  et après  $-Z$  pour obtenir la position si dessous (Fig. I-19).
- Troisièmement déplacer l'outil dans la direction  $+X$  (Fig. I-20).
- Quatrièmement déplacer l'outil sur la direction  $+X$  (Fig. I-21).
- Finalement Enregistrer le réglage.



**Figure I-18:** 1ere étape [5].

**Figure I-19:** 2<sup>ème</sup> étape [5]

**Figure I-20:** 3<sup>ème</sup> étape [5].

**Figure I-21:** 4<sup>ème</sup> étape [5].

### I.5.4.3.2 Réglage d'outil sur la fraiseuse EMCO F1 CNC

Le réglage d'outil sur la fraiseuse se fait à l'aide d'un **ajusteur optique** appeler **opti-set**. L'opti-set est un appareil valable en deux types vertical et horizontal, le type vertical est utilisé en fraisage (Fig. I-22) [5] .



**Figure I-22:** Ajusteur optique (opti-set) vertical [5] .

L'opti-set est calibré pour une mesure de 40mm avec une tolérance de  $\pm 0.008\text{m}$  [5] .

L'opti-set marche avec une batterie à faible voltage de 6V 160MAH [5].

#### I.5.4.3.2.1 Utilisation de l'ajusteur optique (Opti-set)

Pour commuter l'opti-set il faut tourner le cercle moleté pour que le voyant vert s'allume (Fig. I-23) [5] .



**Figure I-23:** Commutation et déplacement de l'outil pour le réglage [5] .

- Placer l'ajusteur sur la surface de brut ;
- Déplacer l'outil sur l'axe Z et entre dans le trou de mesure ;
- Continuer le déplacement de l'outil lentement jusqu'à que le voyant rouge s'allume ;
- Dans ce point, l'outil est loin de 40mm à partir de la surface de brut ;
- Programmer Z égale à zéro (avec un dégagement de 40mm) et dégager l'outil ;
- Tourner le cercle moleté pour arrêter l'ajusteur.

**Remarque**

Si une fois les voyant de l'ajusteur clignotent, sa veut dire que la batterie est faible et il faut la changer.

**I.7 Conclusion**

Les machine- outils à commandes numériques (MOCN) aient une grande incidence sur le plan économique au niveau des grandes industries mécaniques et il s'est devenu nécessaire qu'elles en soient dotées par ce qu'elles aient diverses fonctions selon leurs structures physiques entre autres :

- La rapidité de fabrication
- La réalisation des pièces à formes complexes
- La bonne qualité des pièces fabriquées (bon état de surface)
- La fabrication de pièces en grandes, moyennes et petites séries (nombre de pièces fabriquées)
- Minimisation des risques en fabrication (dotées de système de sécurité)

Toutes ces caractéristiques aient une incidence sur l'économie des entreprises industrielles.

# Chapitre II

## La Programmation des MOCN

## II.1 Programmation

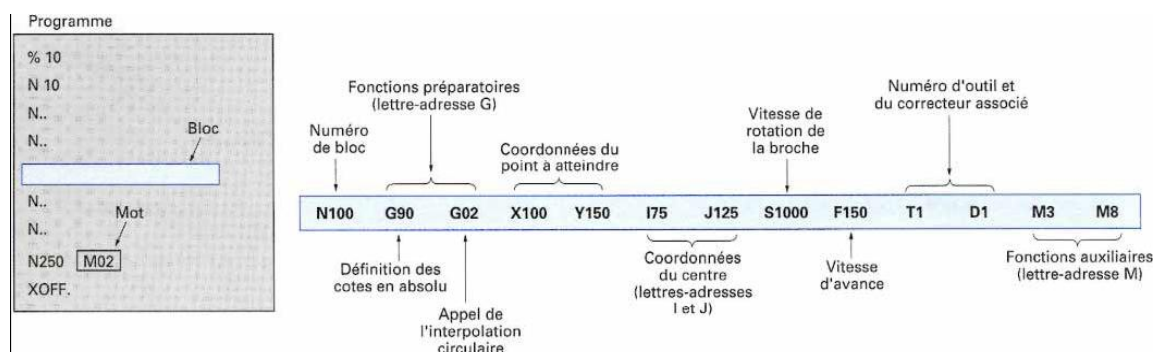
Les instructions programmées doivent contenir toutes les données nécessaires à la commande et au séquencement des opérations à réaliser pour assurer l'usinage de la pièce sur la machine. Elles regroupent :

- les données géométriques, qui indiquent la forme et les dimensions de la pièce à usiner et permettent à la CN de calculer les positions successives de l'outil par rapport à la pièce pendant les diverses phases de l'usinage. Les positions sont définies par rapport à une origine connue. Certaines instructions viennent compléter les données géométriques en indiquant la nature du traitement numérique qu'elles doivent subir : le mode d'interpolation, le choix du mode de cotation, absolue ou relative, le choix du cycle d'usinage, le choix de l'outil, etc. ;
- les données technologiques, qui précisent, compte tenu des caractéristiques et des performances de la machine (puissance des moteurs d'entraînement, performances de la broche et des organes mobiles), les conditions de coupe optimales dans lesquelles pourra s'effectuer l'usinage. Elles concernent principalement la vitesse de rotation de la broche, les vitesses d'avance et la commande de l'arrosage.

### II.1.1 Codification des instructions

Les instructions d'un programme sont écrites dans un langage codé appelé langage machine dont le format variable et les adresses répondent aux normes internationales : ISO 6983-1.

Ce langage utilisé pour décrire les opérations d'usinage sur une MOCN comporte un certain nombre de lignes d'écriture appelées blocs d'information, chaque ligne correspondant à une étape particulière du processus d'usinage (Fig. II-1) [6].



**Figure II-1:** structure d'un programme d'usinage avec l'organisation d'un bloc [6]

Chaque bloc, ou séquence d'usinage, contient plusieurs mots qui sont la combinaison de lettres d'identification appelées adresses et d'une série de chiffres accompagnés ou non d'un signe (+) ou (-).



La plupart des machines actuelles acceptent des blocs à format variable dans lesquels ne figurent que les seules instructions nécessaires à leur exécution. Celles déjà fournies et encore actives n'ont pas à être répétées.

Chaque fabricant de CN spécifie dans son manuel de programmation la façon d'écrire les données numériques allouées aux différentes lettres-adresses (nombre de chiffres avant et après la virgule, mode de séparation des entiers et des décimales, etc.).

À titre d'exemple, les lettres-adresses usuelles retenues par NUM sont indiquées sur la figureII-1 :

- Les mots numéro de bloc (adresse N suivie d'un nombre de 1 à 5 chiffres) figurent obligatoirement au début de chaque bloc. Un numéro de bloc précédé du signe / permet de sauter le bloc correspondant si l'opérateur le désire ;
  - Les mots fonction préparatoire (adresse G suivie d'un nombre de 1 à 3 chiffres) définissent le déroulement de certaines fonctions de commande et préparent la CN à exécuter une action bien précise. Ce sont généralement des ordres de déplacement, de décalage, d'appels de cycles spécifiques d'usinage, etc. Les fonctions G peuvent être modales, c'est-à-dire auto maintenues tant qu'elles ne sont pas révoquées par une fonction contradictoire, ou non modales lorsqu'elles ne sont actives que dans le bloc où elles sont programmées. Un bloc d'information peut contenir plusieurs fonctions préparatoires G si elles ne sont pas contradictoires ;
1. Les mots de dimensions ou d'ordre de déplacement, composés d'une adresse accompagnée de sa valeur formatée, sont les suivants :
    - X, Y, Z pour les mouvements principaux ;
    - U, V, W pour les mouvements secondaires ;
    - I, J, K pour les paramètres d'interpolation ;
    - A, B, C pour les coordonnées angulaires.
  2. Les mots correspondant aux fonctions diverses sont appelés par les adresses :
    - S pour la vitesse de rotation de la broche,
    - F pour la vitesse d'avance demandée aux organes mobiles,
    - T pour le numéro d'outil,
    - D pour le numéro du correcteur d'outil,
    - R pour la programmation d'un cercle par son rayon en interpolation circulaire ;
    - les mots fonctions auxiliaires (adresse M suivie d'un nombre de 1 à 3 chiffres) servent essentiellement à la programmation des fonctions de commutation de la machine. Les fonctions auxiliaires peuvent être modales ou non modales, ou encore

des fonctions avant ou après selon qu'elles sont exécutées avant ou après le déplacement programmé dans le bloc [6].

### **Remarque**

Le programme décrit toutes les opérations que doit exécuter la machine pour réaliser des pièces conformes au dessin de définition.

La programmation: c'est l'écriture du programme en prévoyant tous les événements possibles.

Il est possible de distinguer deux objectifs:

- Minimiser le coût de la fabrication des pièces;
- Produire le maximum de pièce.

En général il faut faire des compromis:

- **En petite série**: réduire le temps de programmation par l'emploi de programmes types et en utilisant au mieux l'expérience acquise.
- **En grande série** : optimiser toutes les opérations.

### **II.1.2 Le contexte de la programmation**

Il existe une norme définissant la désignation des mouvements des machines et un autre définissant le langage de programmation. Ce langage est appelé ISO ou G-code.

La norme est ancienne (1969), et le langage qu'elle définit est inadapté à une programmation propre et structurée. Ceci explique la prolifération de langage dit de **FAO** (Fabrication Assisté par Ordinateur).

La norme ne définit que des fonctions de base, mais ne propose pas de syntaxe pour ce qui est des commentaires, des structure de contrôles (boucles, si alors sinon, sous-programme, . . .), des structures de données. . .

En conséquence, lorsque l'on écrit un programme il faut le préparer comme si on pouvait utiliser un langage performant et ensuite essayer de le traduire au mieux en langage machine. C'est du reste l'esprit dans lequel travaillent la plupart des systèmes de Fabrication Assistée par Ordinateur.

On peut aussi remarquer que la plupart des machines à mesurer ont un langage qui ne s'appuie pas sur la norme.

En effet les calculs que nécessite le contrôle seraient très difficiles à programmer dans un tel langage. Il en est de même pour de nombreux types de machines : robots, machines de stéréo-lithographie [1] .

### **II.1.3 Le Programme**

Il doit être lisible. De nombreux opérateurs différents sont amenés à le lire [1]:

- Programmeurs;
- Régleurs;
- Opérateurs;
- Opérateurs de maintenance;

### **Commenter et structurer le programme**

Un programme vit:

- Série renouvelables;
- Pièces de mêmes familles;

Le prix de la mémoire et les temps de transferts ont fortement diminués. Il existe maintenant des éditeurs puissants. En conséquence, on ne cherchera pas à compacter les programmes (notamment par l'utilisation de décalages, miroirs, . . .) [1] .

#### **II.1.4 Structure d'un programme**

Le programme ne définit pas uniquement la trajectoire de l'outil. Il permet de commander l'automate pour réaliser des fonctions auxiliaires telles que mise en route et arrêt de la broche et de l'arrosage, changements d'outils ou de pièces. . . Il définit aussi les unités, les modes de travail, les différents repères [1] .

On peut énoncer des règles de base pour la structuration des programmes:

- Le programme doit faire clairement apparaître la gamme de fabrication;
- Le programme doit être constitué de parties indépendantes;
- Le programme et chaque partie du programme doivent être clairement structurés en :

Initialisation, partie principale et remise en configuration standard.

La dernière règle découle des progrès fait en programmation depuis l'apparition de la norme (1969). Les langages modernes (C, C++, pascal, ADA, langages dynamiques...) propose des solutions pour traiter un sous-programme indépendamment du reste du programme. Pour programmer en langage CN, nous avons intérêts à recréer artificiellement ces mécanismes. On peut par exemple définir une configuration standard de la machine.

Chaque portion de programme débute et se termine dans cette configuration.

##### **II.1.4.1 Exemple de structure d'un programme:**

```
%10 (EXEMPLE DE STRUCTURE D'UN PROGRAMME)
(INITIALISATION GENERALE)
(EBAUCHE)
(DEMI-FINITION)
(FINITION)
```

(CONTROLE)

(REMISE EN CONFIGURATION STANDARD)

(FIN PROGRAMME)

L'ébauche peut encore se décomposer en: initialisation, usinage avec le premier outil d'ébauche, usinage avec le deuxième outil d'ébauche, . . . usinage avec le dernier outil d'ébauche et remise en configuration standard.

Chacune de ces parties peut encore être structurée de la même manière.

### A . Les repères

Dans une première étape la programmation est essentiellement géométrique : décrire la trajectoire de l'outil par rapport à la pièce.

On se place classiquement dans l'espace affine euclidien.

Pour représenter la position relative de deux solides:

- associer un repère à chaque solide;
- donner la position relative des deux repères: translation et rotation.

Un repère affine est défini par:

- un point origine O;

une base orthonormée de l'espace vectoriel associé. C'est à dire 3 vecteurs  $( i j k )$ .

La translation entre deux repères R1 et R2 se définit aisément par le vecteur  $O_1O_2$ . La rotation pose quelques problèmes que nous aborderons plus loin. Il n'y a pas de solution idéale. Nous utiliserons la matrice de passage qui est fortement redondante, mais qui présente l'avantage de simplifier les calculs.

La programmation est donc: la description de la trajectoire d'un repère lié à l'outil par rapport à un repère lié à la pièce. Nous voyons ici la très grande importance des repères. Nous allons voir comment les choisir.

#### A. 1 Le repère de programmation

Le choix du repère outil est en général assez limité du fait de la géométrie de l'outil. Par contre le choix du repère pièce ou de programmation est libre.

Le programmeur peut choisir de placer le repère de programmation où il veut. Il le placera donc là où ça l'arrange. Il peut aussi en utiliser plusieurs car les langages de programmation permettent de changer le repère de programmation.

**ATTENTION:** le choix du repère de programmation ne conditionne en rien l'orientation de la pièce par rapport aux axes de la machine. On a intérêt à placer les cotes précises parallèles aux axes de la machine. Elles ne dépendront alors que d'un seul axe asservi.

Sur la machine, le réglage permettra de définir la relation de changement de repère entre le repère du porte pièce et le repère pièce ou de programmation.

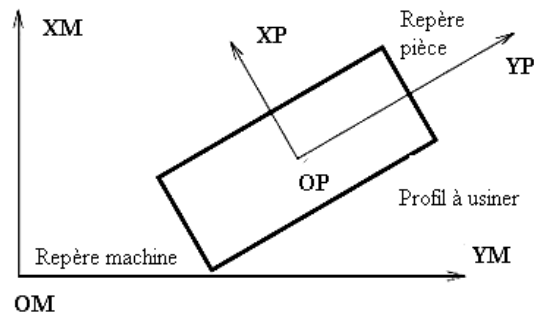


Figure II-2: Repère de programmation [1] .

### A. 2 Description du déplacement de l'outil

Les types de trajectoires réalisables sont assez limités:

- Segments de droites;
- portions de cercles situés dans des plans particuliers;
- portions d'hélices d'axes particuliers;
- Courbes splines planes situées dans des plans particuliers.

Comme le générateur de trajectoire calcule une consigne toutes les T secondes (T est le temps de cycle de base du générateur de trajectoire), la courbe n'est pas exécutée directement. On parle d'interpolation [1].

Il existe une variante des courbes splines, elles peuvent être définies dans l'espace et sont utilisées pour lisser un ensemble de points [1].

#### A. 2 .1 Interpolation linéaire:

L'interpolation linéaire permet de faire exécuter un segment de droite à la machine. La durée minimale d'exécution d'un mouvement est égale au temps de cycle T.

L'interpolation linéaire peut servir pour exécuter une approximation d'une courbe quelconque

L'interpolation linéaire peut aussi inclure des mouvements sur des axes de rotation de la machine (plateau tournant).

#### A.2.2 Interpolation circulaire et hélicoïdale :

L'interpolation circulaire n'est possible qu'entre deux axes de translation de la machine pour réaliser des cercles dans le plan défini par ces deux axes. Elle permet de réaliser des hélices en associant le troisième axe [1].

Il existe un rayon minimum réalisable, il est fonction de la vitesse.

**A.2.3 La réalisation de déplacement le long de courbes splines se fait aussi dans un plan particulier:**

La réalisation d'un déplacement se déroule en trois phases: accélération, déplacement à la vitesse constante programmée, décélération [1].

Dans le cas de déplacements enchaînés, la machine ne s'arrête pas entre chaque mouvement. Elle fait un lissage afin de parcourir la trajectoire à vitesse constante [1] .

### A.3 Programmation de l'outil

Afin de simplifier les interventions en cas d'incident, la programmation de chaque paramètre doit être indépendante [1]. C'est pourquoi on programme la trajectoire de l'outil de manière indépendante de la position relative entre l'outil et le chariot porte-outil [1].

Les différents paramètres qui caractérisent la position de l'outil par rapport au chariot sont :

- En tournage rayon, longueur en X et Z et position de l'arête de coupe par rapport au centre du cercle;
- En fraisage longueur, rayon et rayon en bout de fraise.

## II.2 Les différentes origines des MOCN

### II.2.1 Origine machine Om

Position particulière des chariots par rapport aux règles. Position atteinte à l'issue de la procédure de prise d'origine Machine (POM) [7]

### II.2.2 Origine Programme OP

Point choisi par le programmeur pour calculer les points de passage des différents outils [7]

### II.2.3 Origine outil Oo :

Point appartenant au corps de l'outil ; il n'est pas nécessaire de connaître ses coordonnées par rapport à un repère, car on considère toujours l'ensemble outil + porte outil comme une seule entité [7]

### II.2.4 Origine mesure Om :

Origine mesure. Point origine dans l'espace à partir duquel la machine mesure les déplacements de l'origine porte-outil ou du point générateur de l'outil [7] .

### Remarque

Il existe d'autres types d'origine telle que

### Origine pièce Op

Point facilement identifiable (palpable) caractérisant la position de la pièce par rapport au port –pièce (Point d'intersection entre les surfaces de mise en position du porte pièce et la pièce).

### Origine porte-pièce Opp

Point coïncident des surfaces de liaison de la machine et du porte-pièce [8] .

### Origine porte-outil Opo

Point de coïncidence entre l'ensemble outil + porte-outil et l'élément de la machine sur lequel il est mis en position [8] .

## II.3 Principe de programmation des déplacements

La représentation d'un déplacement semble extrêmement simple et pourtant elle est la source de nombreux problèmes de dialogues entre opérateurs. L'emploi de la démarche rigoureuse présentée dans ce paragraphe permet d'éviter ces problèmes [1].

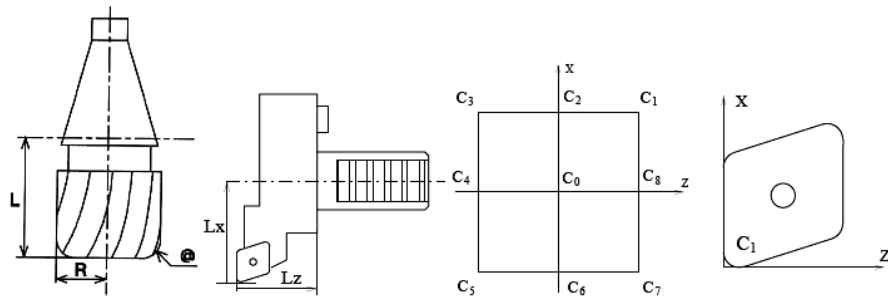


Figure II-3: Les correcteurs [1] .

### II.3.1 Axe de machine-outil

Le capteur de position d'un axe de machine-outil définit une position particulière que l'on peut nommer zéro machine.

Dans cette position relative du chariot mobile par rapport aux glissières le compteur affiche zéro. Remarquons que cette position peut être impossible à atteindre sur certaines machines.

Cette position est définie par le constructeur qui la place très souvent au niveau d'une position particulière (position de changement d'outil, de palette, . . .).

Elle est différente de la position de Prise d'Origine Machine (POM).

La POM est le moyen qui permet d'initialiser le compteur de l'axe, c'est à dire le zéro machine, pour les capteurs non absolus [1] .

### II.3.2 Cause des difficultés

Le compteur fournit le déplacement du chariot par rapport à la position initiale du chariot (zéro machine). Or un opérateur est intéressé par la position relative du chariot par rapport à la glissière. Cette position relative caractérise la distance entre un point du chariot et un point de la glissière. Ces deux points sont confondus lorsque le chariot se trouve à l'origine machine.

La difficulté provient du fait qu'il n'y a pas unicité pour choisir ce couple de points. Si l'opérateur ne précise pas le choix effectuée, son interlocuteur peut faire un choix différent.

On peut remarquer que ce problème ne se pose pas lorsque l'on considère des mouvements de rotations car le déplacement de chaque point d'un solide est alors différent. Pour caractériser ce type de mouvements on utilise des repères.

L'utilisation systématique de repères, même pour traiter les translations, permet de spécifier clairement ce dont on parle. Un avantage indirect du terme repère est d'inciter l'opérateur à définir clairement le repère comme on le fait naturellement pour un problème de mécanique spatiale [1].

Pour se convaincre de l'utilité de définir un repère on peut encore tracer un repère sur le sol et demander à un groupe de personnes d'amener un véhicule sur le repère. Si l'on ne précise pas le repère du véhicule il y a peu de chance que la position soit reproductible d'une personne à l'autre [1].

### **II.3.3 Méthodes de choix des repères**

Nous devons associer un repère au chariot et un à la glissière. Ces deux repères étant confondus lorsque le chariot est à l'origine machine. Cette propriété permet de définir clairement le deuxième repère à partir du premier : il lui est confondu lorsque le compteur est à zéro [1].

La définition du premier repère utilise les surfaces remarquables de la machine.

Considérons par exemple un centre d'usinage. Le repère broche peut être choisi tel que son origine soit à l'intersection du plan de jauge du cône de broche et de l'axe de la broche, sa direction Z soit celle de son axe orienté vers la broche et son axe X soit parallèle au déplacement de l'axe X. Le repère machine est alors le repère lié au chariot porte pièce de la machine qui est confondu avec le repère broche lorsque tous les axes de la machine sont au zéro [1].

### **II.4 Programmation des déplacements**

On définit deux repères. Le repère de programmation lié à la pièce et le repère outil lié à l'outil [1].

La programmation du déplacement de l'outil est la description du déplacement du repère outil par rapport au repère pièce.

Le déplacement comporte deux aspects : l'aspect géométrique (trajectoire) et l'aspect cinématique (loi d'évolution sur la trajectoire) [1].

La surface usinée est obtenue par l'enveloppe de la trajectoire de l'arête ou des arêtes de coupes de l'outil dans le mouvement relatif de l'outil par rapport à la pièce [1].



### II.4.1 La géométrie de la Pièce

La programmation d'un élément de trajectoire se fait dans un contexte initial (position initiale relative de l'outil par rapport à la pièce, état du système de commande) en donnant le type de trajectoire et le point d'arrivée [1] .

#### Exemples :

G1 X10 Y20 Aller du point initial au point de coordonnées X10 Y20 sur une trajectoire Rectiligne.

G3 X10 Y20 R50 Aller du point initial au point de coordonnées X10 Y20 sur une trajectoire circulaire de rayon 50. Parcourir cette trajectoire dans le sens trigonométrique en choisissant la solution la plus courte.

Chaque ligne (ou bloc) de programme définit un déplacement élémentaire.

## II.5 Les principales fonctions

### II.5.1 Les fonctions préparatoires, instructions G

Tableau II-1: Les instructions G [1]

Fonction	Définition	Format
G00	Positionnement point par point (avance rapide)	V: N3/G00/X± 5/Y± 4/Z± 5/F3 H: N3/G00/X± 4/Y± 5/Z± 5/F3
G01	Interpolation linéaire	V: N3/G01/X± 5/Y± 4/Z± 5/F3 H: N3/G01/X± 4/Y± 5/Z± 5/F3
G02	Interpolation circulaire dans le sens horaire	V: N3/G02/X± 5/Y± 4/Z± 5/F3 H: N3/G02/X± 4/Y± 5/Z± 5/F3
G03	Interpolation circulaire dans le sens antihoraire	V: N3/G03/X± 5/Y± 4/Z± 5/F3 H: N3/G03/X± 4/Y± 5/Z± 5/F3
G04	Temporisation	N3/G04/X5
G21	Interligne	N3/G21
G25	Appel de sous programme	N3/G25/L(F)3
G27	Instruction de saut	N3/G27/L(F)3
G33	Taillage d'un filet	N3/G33/Z± 5/F3
G40	Suppression de la compensation du rayon d'outil	N3/G40
G45	Addition du rayon d'outil	N3/G45
G46	Soustraction du rayon d'outil	N3/G46
G47	Addition du diamètre d'outil	N3/G47

G48	Soustraction du diamètre d'outil	N3/G48
G64	Mise hors tension des moteurs d'avance (fonction logique)	N3/G64
G65	Utilisation de la cassette (fonction logique)	N3/G65
G66	Utilisation de l'interface RS 232 C	N3/G66
G72	Cycle de fraisage de poche	V: N3/G72/ X ± 5/Y ± 4/Z ± 5/F3 H: N3/G72/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5/F3
G74	Cycle de filetage, taraudage (filet à gauche)	N3/G74/K(X)3/Z ± 5/F3
G78	Cycle de filetage	N3/G78/X ± 4/Z ± 5/K(F)3
G81	Cycle de perçage	N3/G81/Z ± 5/F3
G82	Cycle de perçage avec temporisation	N3/G82/Z ± 5/F3
G83	Cycle de déburrage	N3/G83/Z ± 5/F3
G84	Tournage par cycle de chariotage	N3/G84/X ± 4/Z ± 5/F3/H3
G85	Cycle d'alésage	N3/G85/Z ± 5/F3
G86	Cycle de rainurage	N3/G86/X ± 4/Z ± 5/F3/H3
G88	Cycle de surfacage	N3/G88/X ± 4/Z ± 5/F3/H3
G89	Cycle d'alésage avec temporisation	N3/G89/Z ± 5/F3
G90	Cotation absolue	N3/G90
G91	Cotation incrémentielle	N3/G91
G92	Décalage du point d'origine	V: N3/G92/X ± 5/Y ± 4/Z ± 5 H: N3/G92/X ± 4/Y ± 5/Z ± 5
G94	Indication de la vitesse d'avance en mm/min (pouces/min)	N3/G94
G95	Indication de la vitesse d'avance en mm/tour (pouces/tour)	N3/G95

### II.5.2 Fonctions auxiliaires logiques M

Tableau II-2: Fonctions auxiliaires M [1]

Fonction	Définition	Format
M00	Arrêt intermédiaire	N3/M00
M03	Rotation de la broche à droite	N3/M03

M05	Arrêt de la broche	N3/M05
M06	Calcul de longueur d'outil, correction, introduction du rayon de fraise	N3/M06/D5/S4/Z5/T3
M08	Sortie logique	N3/M08
M09	Sortie logique	N3/M09
M17	Renvoie au programme principal	N3/M17
M20	Sortie logique	N3/M20
M21	Sortie logique	N3/M21
M22	Sortie logique	N3/M22
M23	Sortie logique	N3/M23
M26	Sortie logique – Impulsion	N3/M26/H3
M30	Fin programme	N3/M30
M99	Paramètres Circulaires(En liaison avec G02 et G03)	N3/M99/I5/J4/K5

## II.6 La correction d'outil

Lors de l'usinage, le point piloté ne sera plus le point courant, mais l'extrémité tranchante de l'outil [7].

Il est donc nécessaire de mesurer et d'introduire dans le DCN, les valeurs de longueurs et de rayon des outils. Pour cela on a recours à un banc de pré réglage [7].

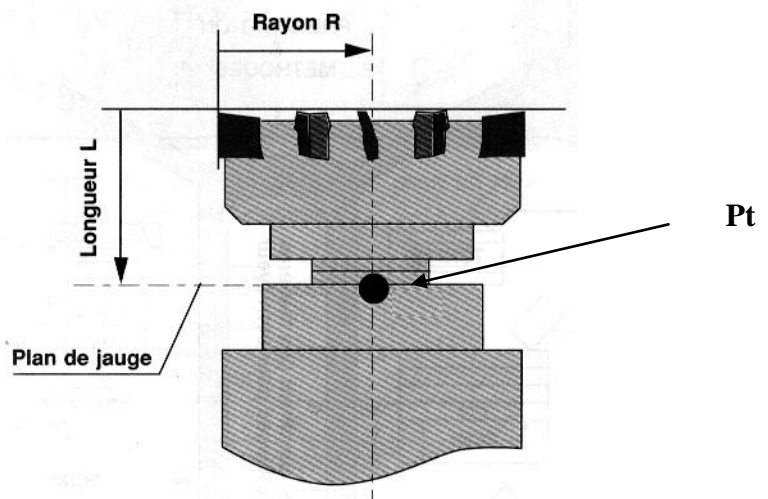
### II.6.1 Correction de longueur.

Les longueurs d'outils sont mesurées par rapport :

- à l'intersection du plan de jauge et de l'axe du cône de centrage pour les outils de fraisage (Fig. II-4) [7] .

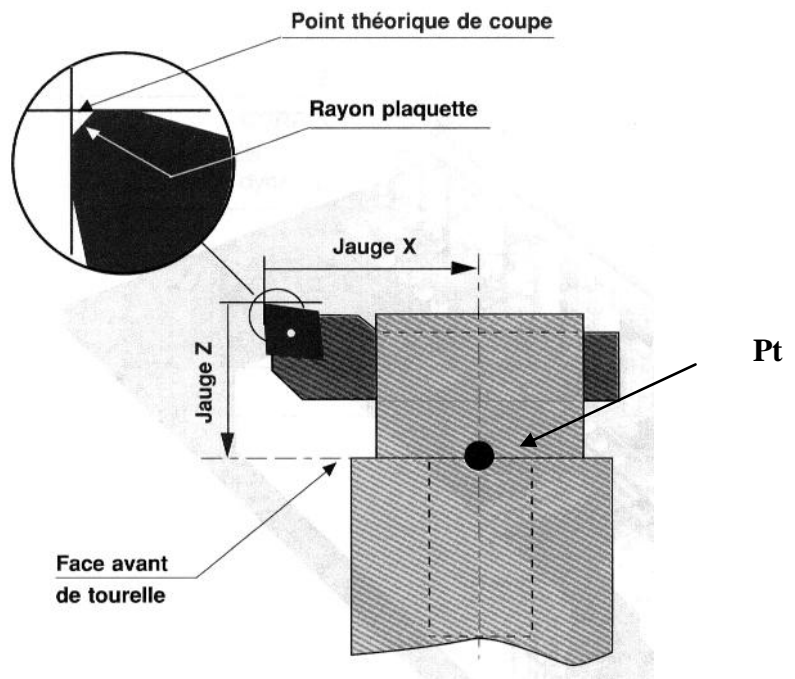
. La correction de longueur, ou jauge, est appliquée suivant l'axe programmé[7] .

- suivant X et Z pour les jauges d'outil sur le tour [7] .



**Figure II-4 :** l'intersection du plan de jauge et de l'axe du cône de centrage pour les outils de fraisage [7]

- à l'intersection de la face avant de la tourelle porte-outils et de l'axe du porte-outil pour les outils de tournage.



**Figure II-5 :** l'intersection de la face avant de la tourelle porte-outils et de l'axe du porte-outil pour les outils de tournage [7] .

### II.6.2 Correction de rayon

Le principe du correcteur de rayon permet d'effectuer, avec un même outil, une ébauche et une finition en reprenant la même séquence de programme, ou encore de compenser le décalage entre le point générateur et l'axe de l'outil [7].

Dans le cas de séries importantes où l'usure de la plaquette est importante, ou lors d'un changement de plaquettes, on fait intervenir la correction dynamique d'outil ou correcteur d'usure [7].

Exemple de l'utilisation du correcteur de rayon où l'on décide de laisser une surépaisseur de matière « e » pour la finition. La même fraise servira pour l'ébauche et la finition.

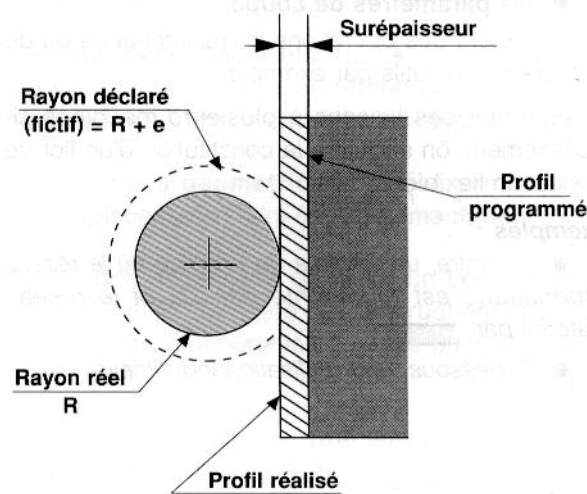


Figure II-6 : l'intervenir de la correction dynamique d'outil [7].

## II.7 Conclusion :

Les programmes spéciaux qui font fonctionner les machine- outils à commande numérique dans l'industrie mécanique comme **FAO- CAO- MFI...**etc ). exige une grande précision en prenant en considération les critères édictés par le système ISO comme unités de mesure et les fonctions préparatoires et auxiliaires etc.....) qui permettent d'harmoniser les programmes pour un fonctionnement efficace d'une industrie de haute précision.

# Chapitre III

## La connexion RS 232

## Historique

Tout utilisateur de micro-ordinateur se trouve un jour confronté à un problème de connexion avec une imprimante, une table traçante, un modem, un autre ordinateur. Dans la plupart des cas, cette connexion se fera par **l'intermédiaire de l'interface RS232** dont en est équipée une grande partie des ordinateurs et des périphériques. A priori rien de plus simple.

Cette interface se matérialise par un gros connecteur, la fameuse prise RS232 à 25 broches dite aussi sortie série. Deux appareils équipés de cette prise devraient pouvoir s'interconnecter et échanger des données sans problème [10] .

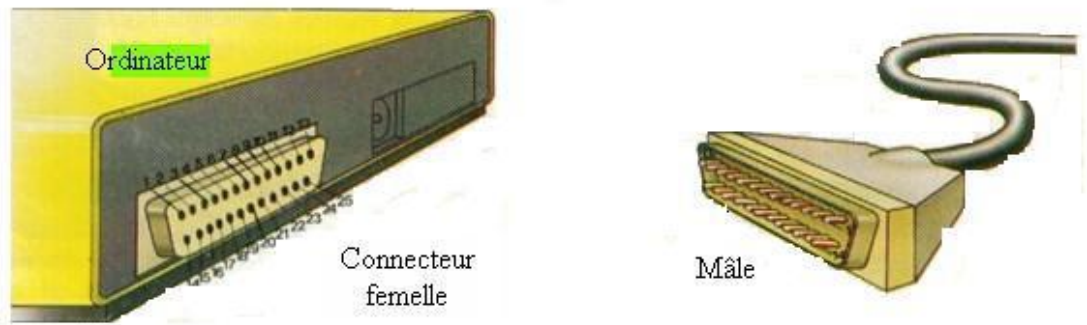
### **La Connexion plus répandue et la moins standardisée**

LA NORME RS232 EST NÉE AUX Etats-Unis dans les années soixante. Parallèlement au développement des grands systèmes informatiques partagés entre de nombreux utilisateurs, on a pensé qu'il serait intéressant d'avoir une méthode standard pour relier à distance les terminaux aux ordinateurs via des modems et le réseau téléphonique. Précisons au lecteur profane que le modem (abréviation de modulateur-démodulateur) sert à transformer les informations gérées par l'ordinateur sous forme binaire (ensemble de 1 et de 0) en signaux sonores pour la transmission desquels le téléphone a été conçu.

En 1969, après plusieurs années de travail, l'EIA (Electronic Industries Association) publie la norme RS232C. RS signifie - recommended standard », c'est-à-dire • standard recommande -, 232 est simplement le numéro de la norme et C représente la troisième version de la norme, celle utilisée aujourd'hui [10].

Pratiquement, la norme définit les caractéristiques physiques d'un connecteur, le nombre de fils (25 fils numérotés de 1 à 25), les fonctions de chacun des fils, et la nature des signaux électriques. La forme du connecteur est devenue synonyme d'interface RS232 (voir Fig. III-1). En micro-informatique dans la plupart des cas, on n'utilise au maximum que 8 ou 9 fils sur les 25 du connecteur. Dans les autres cas, on a affaire à des liaisons dites synchrones (par opposition à asynchrone) dont la mise en oeuvre n'est pas à la portée de l'amateur même averti [10].

Par ailleurs très coûteuses, de telles liaisons synchrones sont rares dans le domaine de l'informatique personnelle [10] .



**Figure. III-1:** Repérage des contacts des connecteurs RS232 selon leur type et leur sexe [10].

### III-1 Définition de RS-232 :

**RS-232**, "Recommended Standard 232" est un ensemble de normes permettant l'échange d'informations entre un périphérique électronique et un ordinateur via une connexion D-SUB. Le RS-232 définit les conditions d'utilisation des circuits, les niveaux électriques et le brochage. Par exemple, la prise **RS-232** d'une machine peut être utilisée pour établir un diagnostic de certains composants ou encore pour contrôler la machine via un ordinateur [12].

#### Remarque

Généralement, la connexion RS-232 s'effectue avec un câble DB-9.

### III-2 Liaison RS232

Mot transmis de 5,6 7 ou 8 bits.

1 bit de start (0) et 1,1.5 ou 2 bits de stop (1) indiquent le début et la fin du mot transmis.

1 bit de parité (paire ou impaire) est éventuellement ajouté pour détecter les erreurs de transmission .

Transmission à 75,150,300,600,1200,2400,4800,9600,19200,....115.2K bit/s (appelé aussi Baud)

Half duplex (émission/réception alternées) ou Full-duplex (émission/réception simultanées).

Pour transmettre 8 bits utiles : de 10 à 12 bits sont envoyés [12].

### III-3-Différents mode de transfert des données a la MOCN

#### III-3- 1-Introduction des données manuellement (MDI):

C'est une opération qui consiste à saisir les instructions manuellement par l'utilisateur de la machine. Il s'en suit leur introduction dans la partie commande par le biais des touches spéciales (clavier de la machine) (Voir la Figure.III-2) relatives aux instructions utilisées pour l'industrialisation des pièces mécaniques.

(Les instructions concernant la création du programme) et autres comme :

X.Y .Z . N .G .M .F .T .I .k .L et K .





**Figure III-2 :** clavier de partie commande de CN

### III.3.2 Transfert des données par bandes perforées :

L'opération consiste à transférer les données par voie de bandes perforées (Fig. III-3) d'une manière organisée par le biais de rayons optiques qui passent par ces perforations irrégulièrement selon le programme administré à la machine. Chaque trou de ces bandes désigne un signal ou ordre donné du programme dont la machine prend en charge son exécution.



**Figure III-3 :** Bande perforée

### III.3.3 Transfert des données par disquette

C'est un outil qui transfère les instructions au M.O.C.N par le biais des disquettes (forme standard) préparées préalablement par l'utilisateur (ces disquettes contiennent le programme d'industrialisation de la pièce) pour être transféré à la MOCN.

### III.3.4 Transfert des données par câble :

C'est un procédé qui consiste à transférer les données par câble spécial selon le type de connexion RS 232 ou RS 485. Par exemple dans l'objet de notre étude est la réalisation d'une connexion RS 232 de fraiseuse EMCO F1 CNC, et le tour EMCO compact 5CNC avec

le PC par un câble RS 232 à côtés DB9 et les données seront acheminées par les fils de câble seront les rôles de chaque.

Ce câble relie une machine CNC à un ordinateur qui a le soutien de disquette, éliminant ainsi la nécessité d'une bande perforée. Cela permet à l'opérateur d'entrer des données à distance et même tout en accomplissant d'autres tâches. Toutefois, ils doivent être utilisés en conjonction avec un dispositif de stockage de données efficaces, afin d'avoir des sauvegardes en cas d'urgence.

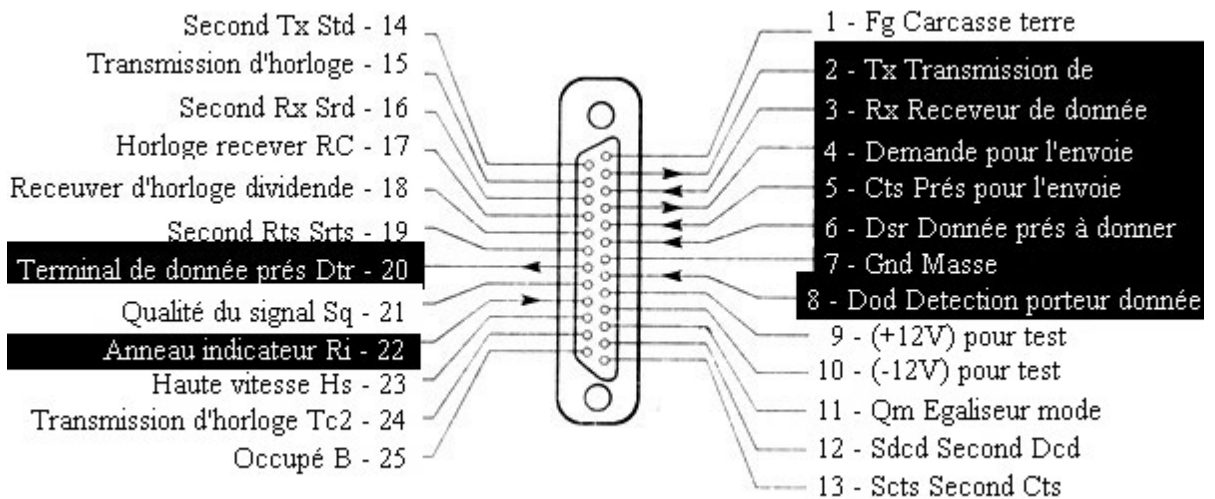
**III.3.5 Transfert des données par carte mémoire :**

C'est un outil qui transfère les instructions au M.O.C.N par le biais carte mémoire préparées préalablement par l'utilisateur (ces disquettes contiennent le programme d'industrialisation de la pièce) pour être transféré à la MOCN

**III.4 La connectique**

**III.4.1 SUB-D 25 broches**

Ce connecteur a été spécifié à l'origine de la norme IEA-RS232. Il possède un nombre important de broches dont la plupart est utilisée pour une liaison entre un ordinateur et un modem ancienne génération. Seules les broches repérées en noir sont utilisées pour une liaison RS232 standard. Ce connecteur est présent sur les PC depuis leur origine, dans sa version uniquement RS232, sans les signaux spécialisés pour les modems [11].



**Figure. III-4:** Brochage du connecteur SUB-D 25 broches (Mâle vue de face) [11].

**Tableau III-1:** Brochage du connecteur SUB-D 25 broches [11].

Signaux	SUB-d 25 broches	Type
TX	2	Sortie
RX	3	Entrée

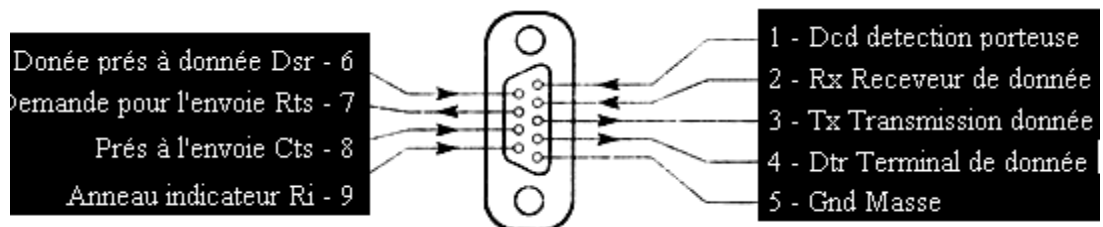
RTS	4	Sortie
CTS	5	Entrée
DSR	6	Entrée
Gnd	7	-
DCD	8	Entrée
DTR	. 20	Sortie
RI	22	Entrée

Les signaux n'appartenant pas à la liaison RS232 standard sont là uniquement à titre indicatif. Car à l'heure actuelle, il ne doit pas y avoir beaucoup d'équipement en état de marche permettant d'utiliser ces signaux [11].

Cette information est d'ordre historique, elle permet seulement de savoir pourquoi on avait choisi un connecteur 25 broches dont les deux tiers sont inutilisés [11].

#### III.4.2 SUB-D 9 broches

Ce connecteur est à présent le plus répandu sur les PC. L'intérêt de passer de 25 à 9 broches est essentiellement un gain de place. C'est ce connecteur que nous avons retenu pour les réalisations situées à la fin de ce travail. On peut remarquer l'inversion des signaux Rx et Tx par rapport au connecteur 25 broches [11].



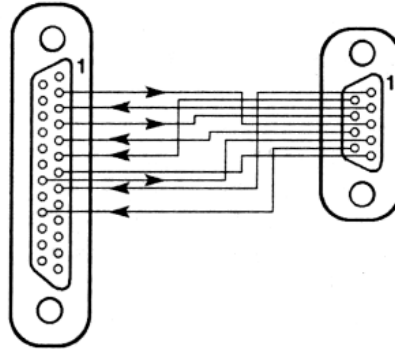
**Figure. III-5:** Brochage du connecteur SUB-D 9 broches (Male vue de face) [11].

**Tableau III-2:** Brochage du connecteur SUB-D 9 broches [11].

Signaux	SUB-D 9 broches	Type
DCD	1	Entrée
RX	2	Entrée
TX	3	Sortie
DTR	4	Sortie
Gnd	5	-
DSR	6	Entrée
RTS	7	Sortie
CTS	. 8	Entrée

RI	9	Entrée
----	---	--------

Si toutefois vous disposez sur votre PC d'un connecteur 25 broches, nous vous conseillons de privilégier l'usage d'un adaptateur. Cet adaptateur se trouve facilement dans le commerce mais si vous désirez le réaliser, vous pouvez vous reporter au schéma ci-dessous [11].



**Figure. III-6:** Schéma d'un adaptateur entre connecteurs SUB-D25 broches et SUB-D9 broches [11].

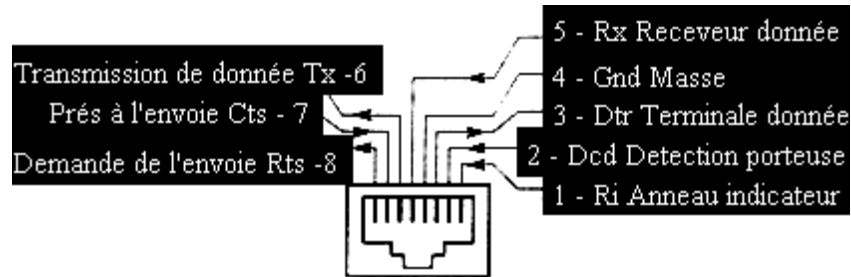
**Tableau III-3:** Correspondance des broches entre SUB-D25 et SUB-D9 [11].

Signaux	SUB-D 25 broches	SUD-D 9 broches
DCD	8	1
RX	3	2
TX	2	3
DTR	20	4
Gnd	7	5
DSR	6	6
RTS	4	7
CTS	5	8
RI	22	9

### III.4.3 RJ45 - 8 broches

Toujours dans un souci de diminuer l'encombrement mais également de diminuer le coût de la connectique, certains fabricants d'équipement ont remplacé le connecteur normalisé par un connecteur RJ45. Ce type de connecteur est parfois utilisé sur les modems externes ou sur les petits équipements. Deux brochages existent pour ce connecteur. L'un répond à la norme EIA/TIA561. L'autre n'est absolument pas normalisé mais il est assez répandu. En cas d'utilisation, nous vous conseillons de prendre toutes les précautions qui s'imposent.

Le connecteur RJ45 utilisé dans les deux cas comporte 8 broches. N'ont pas été raccordés le signal DSR (Data Set Ready) pour le brochage normalisé, et le signal RI (Ring Indicator) pour l'autre brochage [11].



**Figure. III-7:** Brochage du connecteur RJ45-8 broches (Femelle vue de face) [11].

**Tableau III-4:** Brochage du connecteur RJ45-8 broches [11].

Signaux	RJ45-8 broches 1EA-TIA 561	Type
RI	1	Entrée
DCD	2	Entrée
DTR	3	Sortie
Gnd	4	-
RX	5	Entrée
TX	6	Sortie
CTS	7	Entrée
RTS	8	Sortie

Ce brochage peut vous servir de base pour une réalisation nécessitant un faible encombrement. Néanmoins, nous vous conseillons de n'employer ce type de connectique que pour des liaisons de courte distance ou pour des faibles débits n'excédant pas 5 m et 19 200 bauds. Le connecteur n'est pas incriminé malgré une mécanique moyenne, il supporte très bien les signaux utilisés par la RS232. La limitation réside dans le câble qui se présente sous la forme d'une juxtaposition de conducteurs entraînant des problèmes de diaphonie importants. Ce câble est le plus couramment employé, mais il en existe tout de même d'autres comme par exemple le câble torsade blindé, plus rare et très cher [11].

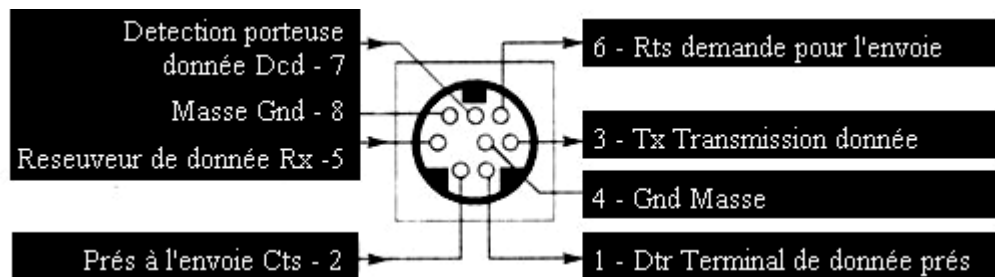
#### III.4.4 MINI-DIN 8 broches

Le PC est, de nos jours, sans doute le micro-ordinateur le plus connu. Cependant, il existe encore un grand nombre de MAC. Si vous faites partie des deux « mondes » ou que vous ayez

besoin d'échanger des données entre un MAC et un PC autrement que par une disquette, nous vous présentons le brochage du connecteur Mini-DIN présent sur de nombreux MAC.

Les signaux de ce connecteur correspondent à ceux d'une liaison RS232 [11] .

Attention toutefois de ne pas le confondre avec le connecteur de l'AppleTalk (liaison série synchrone) qui dispose, lui, d'une Mini-Din 9 broches. Même remarque pour les connecteurs souris ou clavier PS/2, présents de plus en plus souvent sur les PC, qui eux, disposent de Mini-Din 6 broches [11] .



**Figure. III-8:** brochage du connecteur MINI-DIN 8 broches (femelle vue de face) [11].

**Tableau III-5:** brochage du connecteur MINI-DIN 8 broches [11].

Signaux	Mini DIN 8 broches	Type
DTR	1	Sortie
CTS	2	Entrée
TX	3	Sortie
Gnd	4	-
RX	5	Entrée
RTS	6	Sortie
DCD	7	Entrée
Gnd	8	-

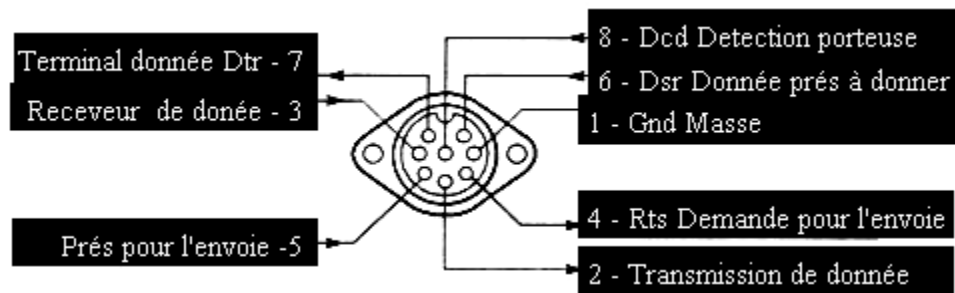
#### III.4.5 DIN 8 broches

Bien que ce connecteur ne soit ni normalisé, ni répandu, nous avons pensé qu'il serait tout de même intéressant de le décrire. Il était utilisé sur des petits portables Epson dans les années 1980.

Il y a un certain avantage à utiliser ce connecteur. D'une part, pour l'aspect mécanique :

Il est compact, et sa fixation sur le coffret nécessite seulement trois trous ronds.

D'autre part, l'aspect économique : il est bon marché et ne demande pas d'outillage particulier pour son câblage.



**Figure III-9:** brochage du connecteur DIN-8broches (femelle vue de face) [11].

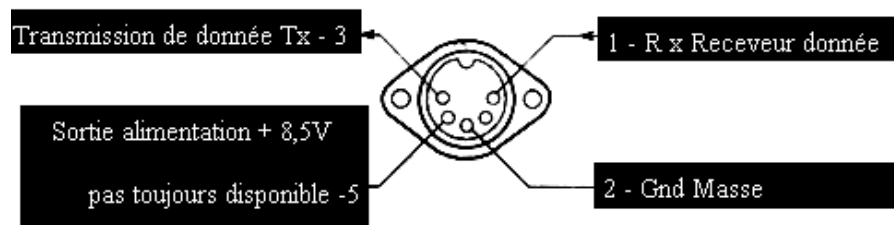
**Tableau III-6:** brochage du connecteur DIN-8 broches [11] .

Signaux	DIN 8-broches	Type
Gnd	1	-
TX	2	Sortie
RX	3	Entrée
RTS	4	Sortie
CTS	5	Entrée
DSR	6	Entrée
DTR	7	Sortie
DCD	8	Entrée

### III.4.6 DIN 5 broches à 180°

Le dernier type de connecteur disposant de la RS232 est le DIN 5 broches (à 180°). Ce connecteur est très populaire car il est placé à l'arrière des Minitel. Les signaux Rx et Tx présents sur le connecteur sont au format TTL, c'est-à-dire inversés et de 0 à 5 V. De plus, sur ce connecteur, on trouve un contact permettant d'alimenter un montage extérieur. Ce contact n'est disponible qu'à partir de la version 1B du Minitel.

Cette alimentation délivre 1 ampère (A) sous une tension de 8,5 volts à 13 volts.



**Figure. III-10:** Brochage du connecteur DIN-5 broches a 180° (femelle vue de face) [11].

**Tableau III-7:** Brochage du connecteur DIN-5 broches à 180° [11].

Signaux	DIN 8-broches	Type
RX	1	Entrée
Gnd	2	-

TX	3	Sortie
	4	-
Alim + 8,5 V	S	Sortie

### III.4.7 précautions d'usage.

L'ensemble des connecteurs figurant dans ce chapitre pourra vous permettre de réaliser des câbles ou des adaptateurs destinés à interconnecter différents ordinateurs ou équipements entre eux grâce à la liaison RS232 [11].

Les connecteurs décrits possèdent tous des avantages et des inconvénients. Néanmoins, pour le reste de l'ouvrage nous utiliserons uniquement le connecteur SUB-D 9 broches qui semble à nos yeux le plus courant, le plus complet et le plus pratique [11].

Nous vous rappelons à nouveau de prendre des précautions en cas de doute sur un connecteur. Surtout que dans ce domaine, on peut voir de tout. En effet, certains fabricants livrent le câble non normalisé avec le matériel lorsqu'il est acheté neuf. Mais lorsque vous l'achetez d'occasion et que l'ancien propriétaire a perdu le câble [11].

Deux cas de figure peuvent se présenter : dans le premier cas, il s'agit bien d'une RS232 et les risques sont réduits généralement, car les lignes d'une liaison RS232 sont protégées par une limitation du courant [11].

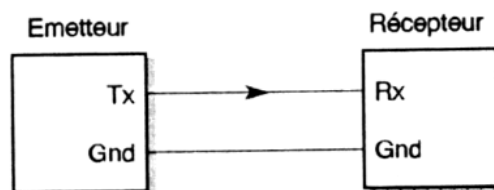
Dans le second cas possible, il ne s'agit pas d'une RS232. Là, les deux systèmes à interconnecter sont en danger. En effet, il s'agit par exemple d'une entrée/sortie TTL (0-5 V) sur laquelle vous imposeriez + 12/- 12 V ! Je vous laisse imaginer la couleur; de la fumée.

Nous vous conseillons donc pour les sorties de faire un pré vérification au multimètre ou à l'oscilloscope. Pour les entrées, si cela est possible, faites une vérification visuelle des composants présents [11].

## III.5 Vocabulaire

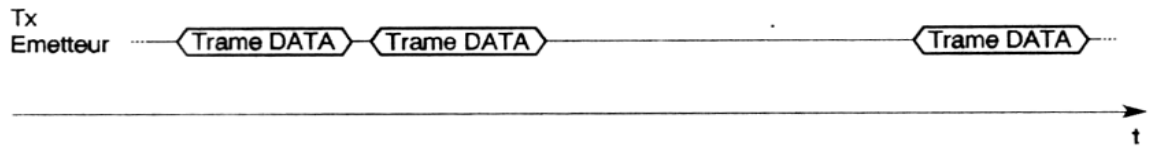
### III.5.1 Liaison unidirectionnelle

Il s'agit ici vraiment de la plus simple que l'on puisse trouver. Cette liaison est peu utilisée car elle n'offre pas beaucoup de possibilités. Elle ne permet que la transmission dans un seul sens [11].



**Figure. III-11:** Exemple de liaison unidirectionnelle [11].

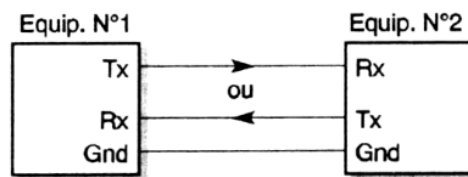




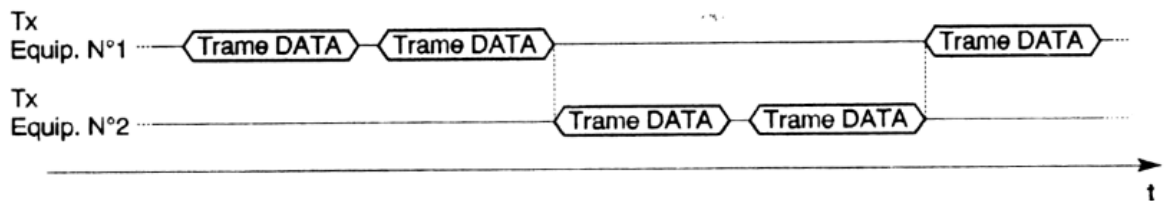
**Figure III-12:** Chronogramme d'un exemple de liaison unidirectionnelle [11].

### III.5.2 Liaison half duplex

Ce type de liaison permet de dialoguer dans les deux sens mais pas simultanément (donc à chacun son tour). Elle est également peu utilisée. En effet, seuls certains systèmes, lents ou ayant une unité de contrôle RS232 peu performante, fonctionnent encore uniquement dans ce mode.



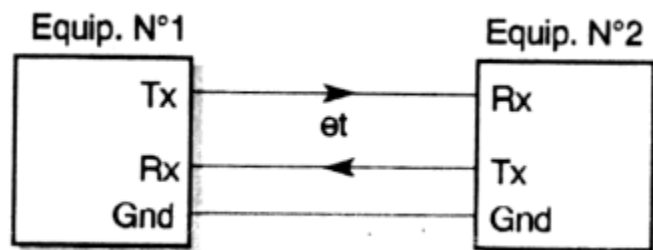
**Figure. III-13:** Exemple de liaison half duplex [11].



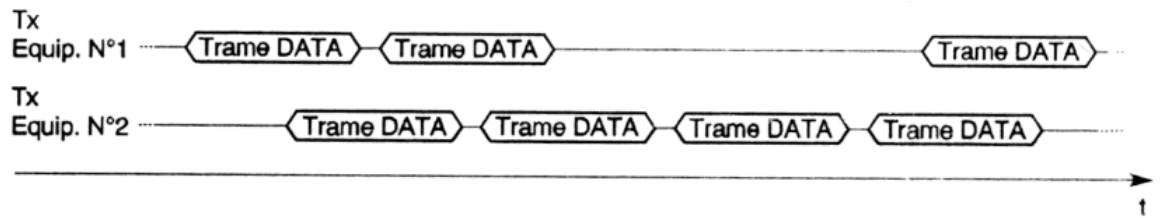
**Figure. III-14:** Chronogramme d'un exemple de liaison half duplex [11].

### III.5.3 Liaison full duplex

Cette liaison dispose du même câblage que la liaison half duplex mais cette fois les deux interlocuteurs peuvent émettre et recevoir en même temps. Ce mode de transmission est asynchrone, les émissions et les réceptions n'ont pas à être synchronisées [11].



**Figure. III-15:** Exemple de liaison full duplex [11].



**Figure. III-16:** Chronogramme d'un exemple de liaison full duplex [11].

### III.6 Interconnexion des équipements

#### III.6.1 Liaison complète DTE/DCE

À l'origine, la liaison RS232 a été décrite uniquement pour faire communiquer un ordinateur avec un périphérique. On a même prévu des appellations particulières pour l'ordinateur (DTE) et pour le périphérique (DCE) [11].

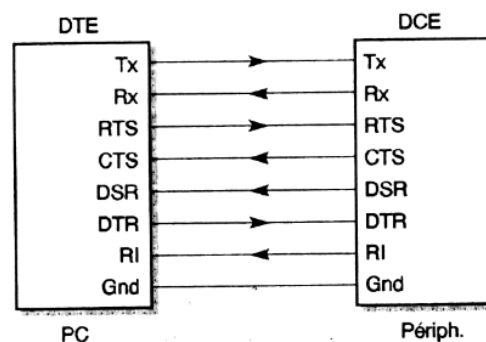
Un DTE désignait, à l'origine, uniquement les ordinateurs et les terminaux. À présent on y retrouve quasiment la totalité des équipements pourvus d'une liaison RS232 [11].

**Tableau III-8:** Signification DTE/DCE [11].

Nom	Signification
DTE	Data Terminal Equipment
DCE	Data Communication Equipment

Un DCE désignait auparavant tous les périphériques comme les imprimantes, les traceurs, et les modems entre autres. Désormais, ce groupe est pratiquement délaissé, seuls certains modems sont encore en mode DCE [11].

Nous allons donc commencer par décrire le dialogue prévu par la norme à l'origine.



**Figure. III-17:** liaison complète entre un DTE et un DCE [11].

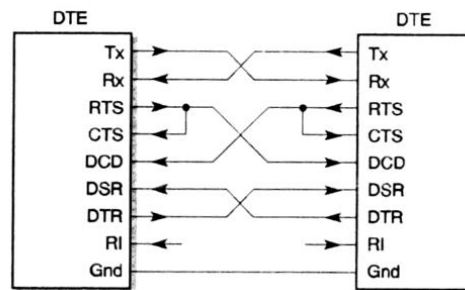
Attention dans ce cas particulier, le sens des signaux d'un DCE est l'opposé de celui d'un DTE cette manière de communiquer entre un DTE et un DCE peut être assimilée à un protocole qui est appelé « Handshake » [11].

Ce protocole permet de réguler le débit de transmission directement par le matériel et non par le logiciel. En effet, du point de vue du logiciel, ce protocole est transparent. Ce sont les UARTs qui gèrent le changement d'état des signaux [11].

### III.6.2 Liaison complète DTE/DTE

De nos jours, les conditions d'utilisation ont beaucoup changé. Il ne s'agit plus de faire communiquer un DTE avec un DCE mais désormais, dans de nombreux cas, de faire communiquer deux DTE ensemble [11].

En effet, on est souvent amené à connecter deux PC ensemble ou par exemple à connecter un PC avec un appareil de mesure intelligent répondant aux spécifications d'un DTE. Par conséquent, il faut adapter le câblage à la situation, car c'est la seule chose modifiable dans ce cas. C'est cette modification de câblage qui rend la communication toujours possible [11].

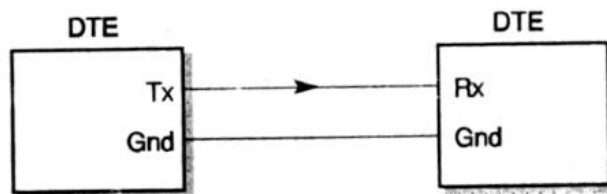


**Figure. III-18:** Liaison complète entre deux DTE [11] .

On remarque donc le croisement des différents signaux ainsi que le rebouclage du RTS sur le CTS. Ce câblage est la seule manière de remplir le mode de fonctionnement de la liaison. De plus, le signal RI ne sera pas utilisé. Ce type de liaison porte le nom de **Null Modem** [11] .

### III.4.3 Liaison deux fils DTE/DTE

Il s'agit de la liaison la plus simple. C'est une liaison unidirectionnelle appliquée à la RS232.



**Figure. III-19** Liaison deux fils (DTE/DTE) [11].

### III.6.4 Liaison trois fils DTE/DTE

Ce type de câblage est sans doute le plus utilisé, car il répond au mieux à un besoin de facilité d'utilisation ainsi que de mise en œuvre. C'est également ce type de liaison qui est utilisé sur les microcontrôleurs [11].

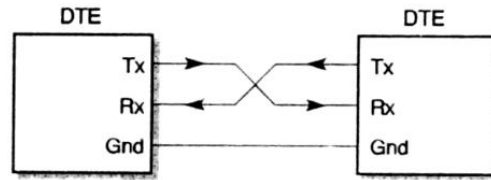


Figure III-20: liaison trois fils (DTE/DTE) [11].

### III.6.5 Liaison complète vers trois fils DTE/DTE

On peut être confronté au besoin d'interconnecter deux équipements différents. L'un est prévu pour fonctionner en mode liaison complète alors que l'autre ne peut communiquer qu'en trois fils. La solution consiste à reboucler l'équipement « liaison complète » sur lui-même [11].

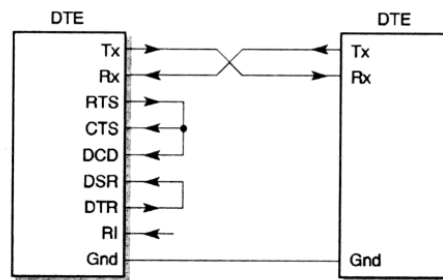


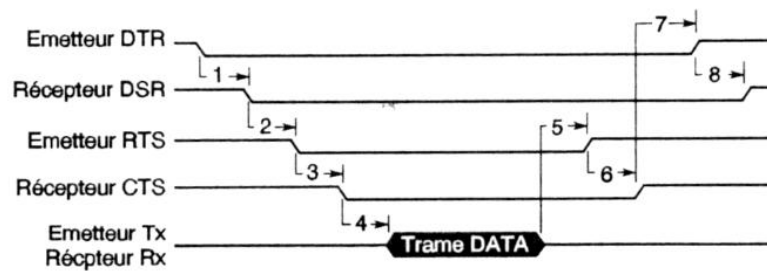
Figure III-21 : liaison complète vers équipement trois fils (DTE/DTE) [11].

## II.7 Le protocole

Lors de la mise en place d'une communication, nous sommes confrontés à un problème de régulation des données. Dans un premier cas de figure, la communication est parfaitement maîtrisée et aucun artifice n'est nécessaire. Dans un deuxième cas, le récepteur peut être occupé à d'autres tâches et doit pouvoir réguler lui-même le flux de données.

### III.7.1 Handshake

La méthode la plus courante, pour réguler le flux de données, est l'HandShaking. Elle utilise une liaison full duplex complète. Ce protocole est géré directement par l'UART. Vous trouverez sur le chronogramme suivant, le mécanisme d'une communication.



**Figure. III-22:** Chronogramme protocole matériel [11]

**Tableau III-9:** déroulement chronologique de l'Hand Shaking [11]

1	L'émetteur demande si le récepteur peut recevoir des données (?).
2	Le récepteur répond ou je peux recevoir des données (!).
3	L'émetteur demande s'il peut transmettre maintenant des données (?).
4	Le récepteur répond, oui je suis prêt maintenant (!).
Data	Transmission de la trame de données. Une fois la donnée transmise, on remet les signaux dans l'ordre initial tout en accusant réception des informations.
5	Fin de transmission.
6	OK fin de transmission.
7	Fin de requête.
8	OK Protocole terminé.

Ce protocole n'a pas de contrainte de temps importante, car il s'agit d'une logique asynchrone détectant les changements d'état, non pas sur front mais sur niveau.

### III.7.2 Xon-xoff

On peut également signaler, qu'une autre méthode que le Handshaking est possible pour contrôler le flux des données.

Cette méthode est communément appelée Xon-Xoff. Elle utilise comme support physique une liaison full duplex avec trois fils au minimum, et fonctionne de la manière suivante : l'émetteur transmet ses données au récepteur. Lorsque le récepteur est plein, il émet à l'émetteur un Xoff. L'émetteur par la réception de ce Xoff, arrête d'émettre les données et attend un Xon de la part du récepteur pour reprendre l'émission.

Dans la table de caractères, ASCII Xon est égal à 17 et Xoff à 19 en décimale.

**Tableau III-10:** Valeurs des symboles Xon-Xoff.

/	Décimal	Hexadécimal
Xon	17d	11h
Xoff	19d	13h

### III.8 La connexion avec les machines EMCO F1 CNC et EMCO COMPACT 5 CNC

#### III.8.1 L'interface machine PC MFI (Mike free interface):

MFI peut transmettre votre programme CNC vers l'Emco et inversement. Avant de transmettre, MFI ajoutera M30 (G22 pour le MK2) au cas où vous l'auriez omis.

MFI basculera sur la fenêtre Réception et démarrera automatiquement sitôt que l'Emco débute son envoi (par la commande G66). Après réception, le fichier reçu peut soit être sauvegardé ou transféré vers l'éditeur.

MFI peut aussi se connecter à un autre appareil équipé RS232 comme une autre machine CNC ou un second PC tournant sous MFI. Après avoir réglé les paramètres de communication dans RÉGLAGES > PORTS COM, utilisez les commandes d'envoi et de réception pour transférer les fichiers.

Aucun commentaire et fichier note ne sera envoyé quand le filtre des codes G/M est actif, ce qui accélère la transmission. Utilisez le bouton [Réglages Standard] pour restaurer tous les réglages. Tous les réglages sont sauvegardés automatiquement.

**Remarque:** lors du transfert à un Emco, la désélection du filtre G / M-code peut conduire à des résultats indésirables. Par exemple, un «M» majuscule apparaissant n'importe où dans les commentaires sera interprété par le tour comme un marqueur de fin de fichier et il cessera de réservoir immédiatement.

Ce programme fonctionne suivants des normes internationales et jouit de spécifications à suivre pour rendre l'opération de programmation automatique organisée sous forme de tableau (Fig. III-2 3).



**Figure. III-23:** la forme de programme MFI sur le PC de EMCO

### III.8.2 Réinitialisation de l'interface MFI

MFI sauvegarde les réglages courants dans un fichier appelé "settings.edt". Ces réglages seront utilisés lors d'un lancement ultérieur du programme. Si vous voulez retourner aux réglages par défaut, utilisez la fonction Réinitialiser. Le programme utilisera les réglages situés dans le fichier "default.edt". Si un fichier « settings.edt » n'est pas trouvé, MFI utilise les réglages du fichier "default.edt". Si ce fichier ne peut être trouvé, les réglages par défaut de MFI seront utilisés. Ces derniers ne peuvent être modifiés par l'utilisateur.

L'utilisateur peut modifier les fichiers "default.edt", ainsi lors d'une future réinitialisation ces réglages seront utilisés. Il en est de même pour les réglages de la fenêtre Dessin situés dans le fichier "default.drw". Vous trouverez ces fichiers dans le répertoire Menu> Réglages >Info.

### III.8.3 La connexion de la machine avec le PC

#### III.8.3.1 Le Système classique de La connexion du câble entre la machine et le PC :

Vous devez relier quatre fils entre le PC et la machine et puis en faire quelques raccordements de «jumper» au PC finir et également à l'extrémité de machine. Voici les instructions qui viennent avec WEL édit:

Relier le câble comme suit.

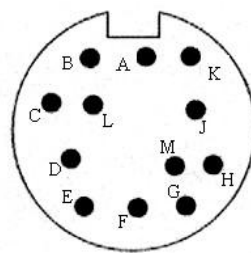
1. Goupille A de prise d'EMCO avec la borne 3 (TD) de connecteur type 'D'.
2. Goupille B de prise d'EMCO avec la borne 2 (RD) de connecteur type 'D'.
3. Goupille C de prise d'EMCO avec la borne 5 (la terre) de connecteur type 'D'.
4. Goupille D de prise d'EMCO avec la borne 6 (DSR) connecteur type 'D'.

Faire les liens suivants dans le type douille de 'D'.

1. Relier la borne 1 (CD) à la borne 4 (DTR).
2. Relier les bornes 7 (RTS), 8 (CTS) et 9 (RI) ensemble.

Faire les liens suivants dans la prise de publication périodique d'Emco. Relier les goupilles G,

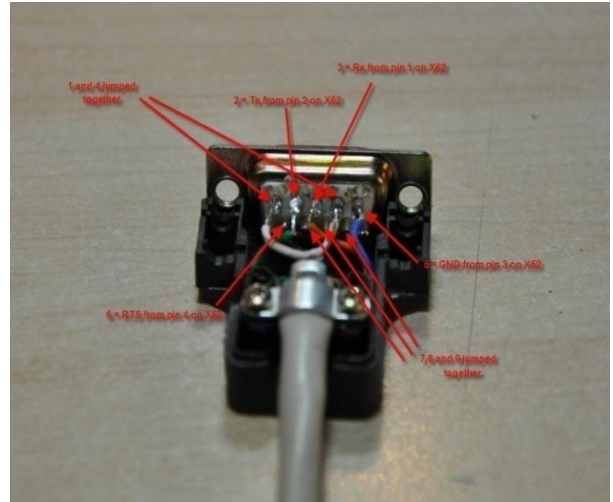
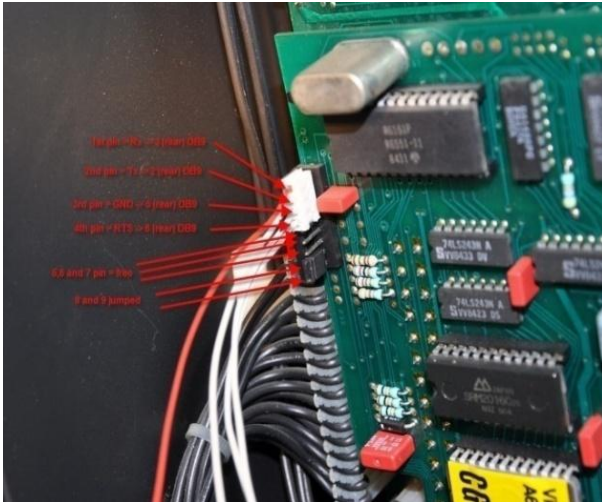
H et J ensemble.



**Figure III-24:** La douille de connexion classique.

### III.8.3.2 Le Système actuel de La connexion de câble entre la machine et le PC :

Dans ce système on va réaliser deux câbles un qui relie la carte électronique de la machine à un RS 232 (**Figure III-25-a**), et l'autre câble qui possède deux cotées RS232 un male et l'autre femelle (**Figure III-25-b**), le rôle de ce dernier est la liaison entre la machine et le PC. Ces deux câbles sont schématisés par les deux figures **Figure III-26-a, b**



**Figure III-25-a:** Les pins actifs dans la source RS232(dans la carte électronique)

**Figure III-25-b:** Les pins utilisables dans le connecteur DB9

**Figure III-25:** détermination des pins actifs pour réaliser la connexion



**Figure. III-26-a :** Les Cotes DB9 de câble à réaliser

**Figure. III-26-b :** Câble machine

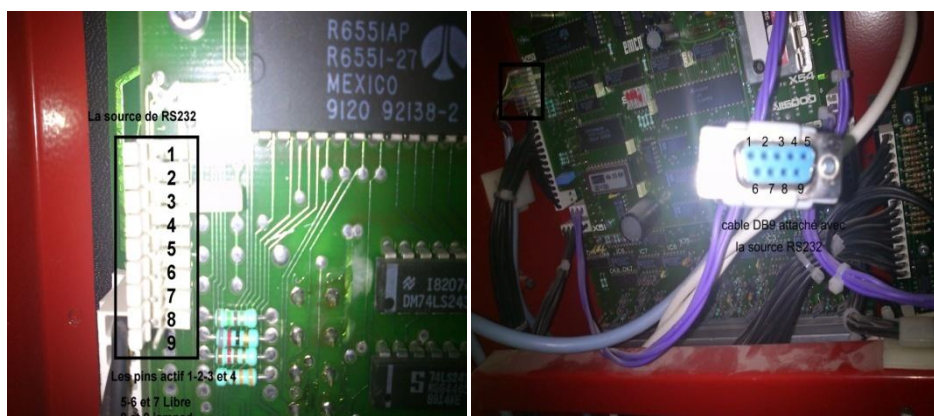
**Figure. III-26 :** Les deux câbles utilisés pour la connexion RS 232 entre la machine et le PC

**Remarque :** la Figure.( III-25-a et b ) bien décelable dans l'annexe



**Tableau III-11 : la méthode utilise pour réaliser la connexion RS232 entre le PC et les deux machines EMCO F1 CNC et le tour EMCO compact 5CNC**

La source de RS232 dans l'interface des machines EMCO F1 CNC et EMCO compact 5CNC	Câble N : 01 (câble RS232) Câble machine		Câble N : 02 (câble RS232) Câble a réalisé		Port COM1 ou Port COM2 de ordinateur DB9 sous forme Male
	(Cote N:1) sous forme femelle DB9	(Cote N:2) sous forme femelle DB9	(Cote N:1) sous forme Male DB9	(Cote N:2) sous forme femelle DB9	
Pin N=01 (Pin actif) RX	Pin N=01 (fil blanc actif)	Pin N=03 (Pin actif)	Pin N=03 (Pin actif)	Pin N=03 (Pin actif)	Pin N=03 (Pin actif)
Pin N=02 (Pin actif) TX	Pin N=02 (fil Maron actif)	Pin N=02 (Pin actif)	Pin N=02 (Pin actif)	Pin N=02 (Pin actif)	Pin N=02 (Pin actif)
Pin N=03 (Pin actif) GND	Pin N=03 (fil vert actif)	Pin N=05 (Pin actif)	Pin N=05 (Pin actif)	Pin N=05 (Pin actif)	Pin N=05 (Pin actif)
Pin N=04 (Pin actif) RTS	Pin N=04 (fil jaune actif)	Pin N=06 (Pin actif)	Pin N=06 (Pin actif)	Pin N=06 (Pin actif)	Pin N=06 (Pin actif)
Pin N=05 (Pin désactif)	Pin N=05 (fil gris libre)	Pin N=01 (Pin libre)	Pin N=01 (Pin libre)	Pin N=01 (Pin libre)	Pin N=01 (Pin dés actif)
Pin N=06 (Pin désactif)	Pin N=06 (fil rose libre)	Pin N=04 (Pin libre)	Pin N=04 (Pin libre)	Pin N=04 (Pin libre)	Pin N=04 (Pin dés actif)
Pin N=07 (Pin désactif)	Pin N=07 (fil bleu libre)	Pin N=07 (Pin libre)	Pin N=07 (Pin libre)	Pin N=07 (Pin libre)	Pin N=07 (Pin dés actif)
Pin N=08 (Pin actif)	Pin N=08 (fil rouge) lie avec fil 9 noir	Pin N=08 (Pin libre)	Pin N=08 (Pin libre)	Pin N=08 (Pin libre)	Pin N=08 (Pin dés actif)
Pin N=09 (Pin actif)	Pin N=09 (fil noir) lie avec fil 8 rouge	Pin N=09 (Pin libre)	Pin N=09 (Pin libre)	Pin N=09 (Pin libre)	Pin N=09 (Pin dés actif)



**Figure III-26 : La source RS 232 dans l'interface de EMCO**

### **III.8.3.3 Le transfert de programme :(l'ordinateur vers la machine)**

Pour le transfert de programme ou bien transfert des données il faut appliquer les étapes suivantes :

-activer Enable communication dans l'interface de MFI

-régler les options de programme MFI (Mike free interface) Parity :Even et Port COM 1 ou COM2 selon l'adaptation de câble et déterminer le type de machine EMCO F1CNC ou EMCO compact 5CNC sur logiciel MFI

- Taper le programme de pièce pour l'industrialisation
- Cliquer sur le bouton H/C
- Cliquer sur le bouton INP deux fois
- Taper G66 dans le programme
- Cliquer sur le bouton INP deux fois
- Cliquer sur la flèche de transfert de programme dans MFI vers EMCO F1CNC ou EMCO compact 5CNC

### **III.8.3.4 Recevoir de programme :(l'ordinateur de machine vers l'ordinateur)**

- Régler la Parity : None sur le programme MFI
- Après juste la dernière ligne de programme et appliquer les étapes suivantes :
- Cliquer sur le bouton INP
- Taper G66 dans le programme
- Cliquer sur le bouton INP
- Cliquer sur le bouton FWD
- Cliquer sur la flèche recevoir de programme dans MFI

#### **Remarque :**

Quand apparaît l'alarme A14 dans l'écran de machine pendant l'émission de programme soit F1 CNC ou compact 5 CNC c'est-à-dire problème de connexion (soit faut de réglage de programme MFI ou bien défaut du câblage (problème de des pins soudage))

### **III.8.3.5 norme EIA/TIA 574, RS232 sur Sub-D 9 points [11]**

Pin 1 représenté DCD : Détection de porteuse (DCD = Data Carrier Detect)

Pin 2 représenté RD : Réception de données (RD = Receive Data)

Pin3 représenté TD : Transmission de données (TD = Transmit Data)

Pin4 représenté DTR : Équipement prêt (DTR = Data Terminal Ready)

Pin5 représenté GND : Masse du signal (SG = Signal Ground).

Pin6 représenté DSR : Prêt à recevoir (DSR = Data Set Ready)

Pin7 représenté RTS : Demande d'autorisation à émettre (RTS = Request To Send)

Pin8 représenté CTS : Autorisation d'émettre (CTS = Clear To Send)

Pin9 représenté RI : Détection de sonnerie (RI = Ring Indicateur)

### III.8.3.6 Signification des signaux [11]

➤ **GND** : (Ground) la masse. Référence nécessaire à toute mesure de tension.

**Lignes de données** : Elles font passer les données numériques.

➤ **RD** : (Received Data) Données reçues (par le PC).

➤ **TD** : (Transmitted Data) Données émises (par le PC).

**Lignes de contrôle de flux** : le contrôle de flux reste toujours (surtout dans une communication asynchrone) une logique de réception, c'est à dire que c'est la faculté de réception du partenaire qui indique si oui ou non un équipement va émettre.

➤ **RTS** : (Request to Send) Indique que le DTE (PC) est prêt à émettre, même si la traduction littérale est « demande d'émission ».

➤ **CTS** : (Clear to Send) Indique que le DCE (modem) est prêt à recevoir, même si la traduction littérale est « autorisé à émettre ».

**Lignes d'intérêt** : Ces lignes indiquent au correspondant que l'équipement qui les met à l'œuvre s'intéresse à la liaison RS-232. Le fait de faire passer temporairement l'une de ces lignes à '0' constitue un « break ».

➤ **DSR** : (Data Set Ready) Indique que le DCE (modem) écoute sa liaison RS-232.

➤ **DTR** : (Data Terminal Ready) Indique que le DTE (PC) écoute la liaison RS-232.

#### Autres lignes d'état du modem :

➤ **DCD** : (Data Carrier Detect, aussi nommée RLSD : Receive Line Signal Detect) Indique au DTE (PC) qu'une porteuse de données valide est bien détectée sur le RTC (réseau téléphonique commuté).

➤ **RI** : (Ring Indicator) Indique au DTE (PC) que la ligne téléphonique à laquelle le modem est relié est en train de sonner.

#### Avantage :

Pas cher : 3 fils au minimum (émission Tx, réception Rx, masse GND), (5 ou 9) très souvent.

#### Inconvénients : Assez lent.

L'émetteur et le récepteur doivent être configurés de manière identique (même nombre de bits par mot, même ordre d'émission des bits, même rythme de transmission des bits, etc....)

Comme l'horloge n'est pas transmise, le récepteur ne sait pas quand commence et quand fini la transmission : On ajoute des bits (Start, Stop) pour que le récepteur puisse se synchroniser.

### III.8.4 Le protocole

Les machines F1 CNC et COMPACT 5 CNC emploient le même protocole. C'est 24V avec 300 bits par seconde, sept bits d'informations, parité égale, un bit d'arrêt.

### III.8.5 Etat du port COM sur le logiciel MFI :

Etat du port COM sur logiciel MFI selon le montage de câble sur Port COM1 ou Port COM2

Dans l'unité centrale d'ordinateur et selon l'opération utilisée (Recevoir ou émission de programme)

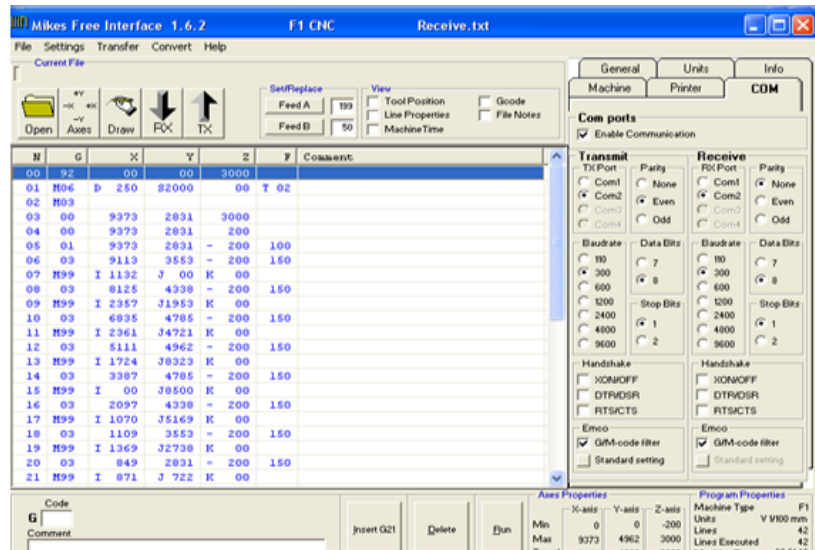


Figure. III-27 : Etat du port COM sur logiciel MFI

### III.9. Résultat et discussion

Notre objectif Etude et réalisation d'une connexion RS 232 de la fraiseuse EMCO F1 CNC et le tour EMCO compact 5 CNC avec le PC , d'une manière simple avec l'utilisation d'un connecteur DB9 qui permet le flux ou transfert des instructions d'une manière facile de l'ordinateur à la machine ou inversement car le flux des instructions par le biais du connecteur DB9 se mesure en Octi .

en plus le type de connexion RS232 utilisé dans la réalisation de cette communication permet le transfert des données entre la machine et l'ordinateur et inversement rapidement et dans un temps record .

# Conclusion Générale

## Conclusion Générale

Les efforts que j'ai déployé durant les dernières années dans la spécialisation et l'expérience acquise dans l'emploi des machines de l'industrie mécanique traditionnelle et moderne (numérique) tant sur le plan théorique que pratique prouvée par la maîtrise et avec une grande technicité , dans le laboratoire de commande numérique relatif au département du génie mécanique et ce sur l'ensemble de variations positives des machines objet de l'étude (EMCO F1 CNC et EMCO Compact 5 CNC) a eu un grand effet sur l'étude et concrétisation de l'objet de ma soutenance qui a abouti à :

- La réalisation d'une connexion RS232 avec le PC de la fraiseuse EMCO F1CNC et la Tour EMCO Compact 5CNC
- L'appréciation des variations positives qui consistaient en / :
  - la rapidité de transfert du programme du PC spécial à l'ordinateur de la machine
  - Les facilités de modification du programme en cas d'erreur de saisie
  - La faculté de sauvegarde du programme en cas de coupure d'énergie
  - L'extension de la capacité du programme de 41 à 241 lignes

Ces propriétés positives ont semé l'espoir entre étudiants leur permettant de poursuivre leurs initiatives de recherches au niveau du laboratoire de commande numérique surtout au niveau de la partie commande de ces machines.

# Bibliographie

## Bibliographie

- [1] . **Nadji Abdel Hakim - Redjaimia Mohamed El Hadi - Yellou Abdel Hamid**  
Thème (DEUA) - Etude de la connexion RS 232 de la fraiseuse Emco F1 CNC  
et le tour Emco compact 5 CNC avec un PC- Université Mohamed Kheider  
Biskra -Juin 2007
- [2] . **Gilles . Prod'homme-** Commande numérique des machines-outils - Journaliste  
spécialisé dans le domaine de la production automatisée-Responsable des  
Relations Extérieures de la société NUM SA - Doc B 7 130
- [3] .**Ecole normale supérieur de Cachan -** Machines outils à commande numérique  
**Site web :[http://gcppcinsa.insa-lyon.fr/duc/REGLAGE\\_MO.pdf](http://gcppcinsa.insa-lyon.fr/duc/REGLAGE_MO.pdf)**
- [4] . **PDF-** Génie mécanique - Fabrication - Machines généralités prof - 04/10/05  
**Site web :[www.cnetpdf.com/...ers/pdf/10876-gene-mecanique.html](http://www.cnetpdf.com/...ers/pdf/10876-gene-mecanique.html)**
- [5] . **Site web Welsoft :**  
**[http:// www.welsoft.co.uk](http://www.welsoft.co.uk)**
- [6] . **G . Spruyt.** PDF - I.S.I.P.S  
**Site web :[users.skynet.be/gsp/metrologie/s04/MOCN.PDF](http://users.skynet.be/gsp/metrologie/s04/MOCN.PDF)**
- [7] . **G,DANIEL-1èreGM-TG MOCN-** docélev.doc 10. 7 – Mise en place des  
paramètres en Tournage  
**Site web: [jp.colleter.net/Site\\_correct/premiere/cours/1C06.doc](http://jp.colleter.net/Site_correct/premiere/cours/1C06.doc)**
- [8] . **WILLIAM . Fourmental - LIONEL. Hugues** - La modélisation de la  
boucle d'usinage - MARS 2 0 0 8
- [9] . **Paul . Gonzalez** – livre de commande numérique par calculateur
- [10] . **Site web de Mr. Patrick Abati :**  
**<http://stielec.ac-aix-marseille.fr/electrotech/cours.htm>**
- [11] . **Philippe André** - Liaison RS 232 Edition Dunod 2002
- [12] . **Site web : <http://www.lcd-compare.com/definition-de-rs-232.htm>**
- [13] . **Manuelle Emco F1 CNC de l'utilisateur**
- [14] . **Manuelle Emco Compact 5 CNC de l'utilisateur**
- [15] . **Manuelle Emco de la connexion RS 232**



# Annexe

**Fiche technique de fraiseuse [13]**

**I -Données technique**

**1-1-Fraisage**

### **1-1-2-Vitesse de coupe**

$$V_s \text{ (m/min)} = D \text{ (mm)} \cdot S \text{ (tr/min)} \cdot \pi / 1000$$

$V_s$  = Vitesse de coupe.

$D$  = Diamètre de la fraise.

$N$  ou  $S$  = Vitesse de broche principale.

La vitesse de coupe max. admissible est fonction du :

#### **Matériau de la pièce**

Plus la résistance du matériau est élevée, moins la vitesse de coupe est élevée.

Les tableaux ci-après donnent les valeurs de  $V_s$  suivantes :

- ✓  $V_s = 44$  m/min pour l'aluminium.
- ✓  $V_s = 35$  m/min pour les aciers de décolletage et les matières plastiques tendres.
- ✓  $V_s = 25$  m/min pour les aciers à outils et les matières plastiques dures.

#### **Matériau de l'outil**

Les outils au carbure permettent des vitesses de coupe plus importantes que les outils HSS. Les valeurs des tableaux sont données pour des outils HSS.

### **1-1-3-Vitesse de rotation**

La vitesse de rotation de la broche s'obtient à partir de la vitesse de coupe et du diamètre de la fraise.

$$S \text{ (tr/min)} = V_s \text{ (m/min)} \cdot 1000 / \pi \cdot D \text{ (mm)}$$

#### **Matériau de la pièce**

Plus la résistance du matériau est élevée, plus les valeurs  $F$  et  $t$  sont faibles.

#### **Puissance de la machine**

Plus la puissance de la machine est importante et plus la vitesse d'avancement et la profondeur de passe sont élevées (sous réserve de la géométrie de la fraise). Des valeurs de référence pour la FI-CNC sont indiquées dans les tableaux.

#### **Relation $F - t$**

Plus  $F$  est élevée, plus  $t$  est faible et inversement.

#### **Procédure**

Les données techniques ont été reportées dans la fiche technique.

### **1-1-5-Détermination de la vitesse d'avancement et de la profondeur de coupe**

Matériau à usiner: Aluminium.

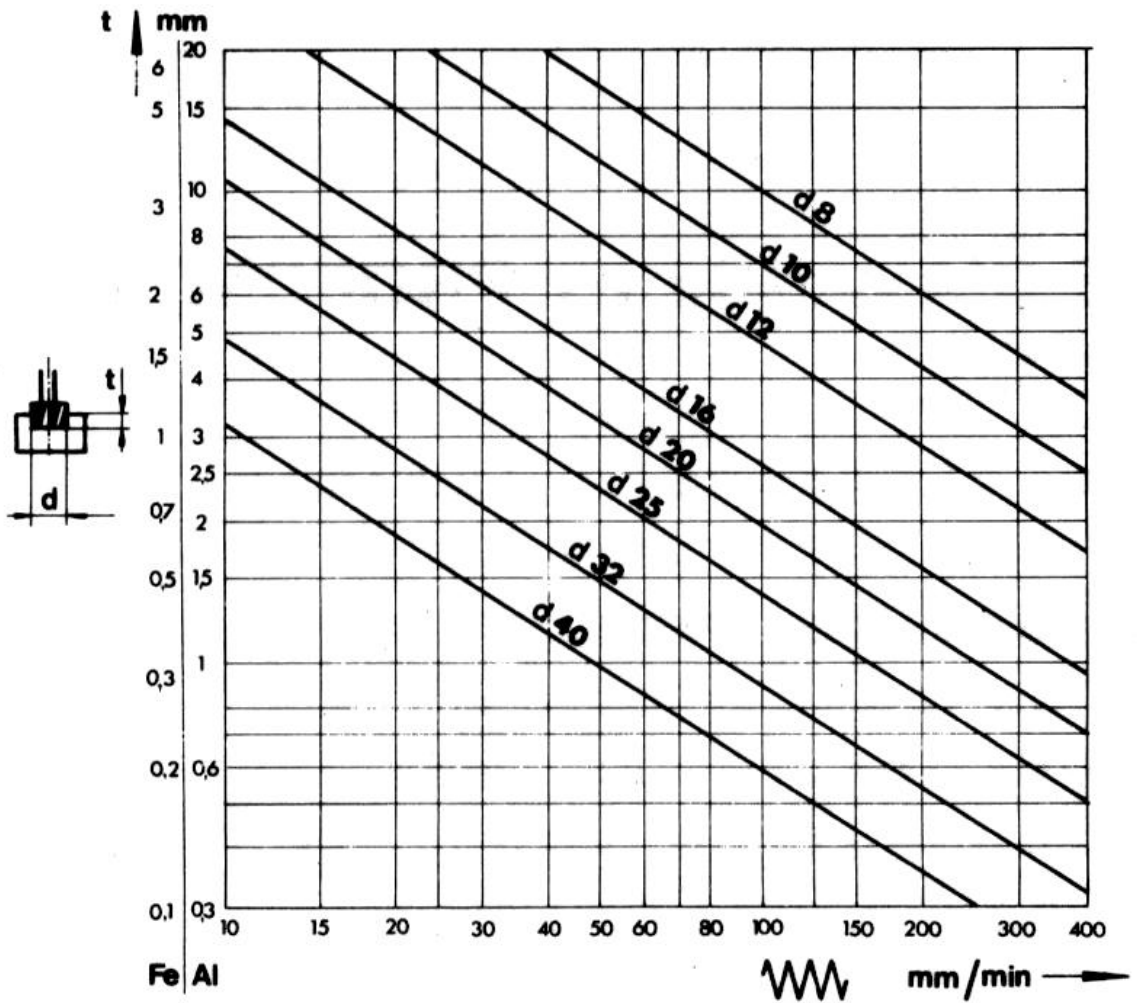
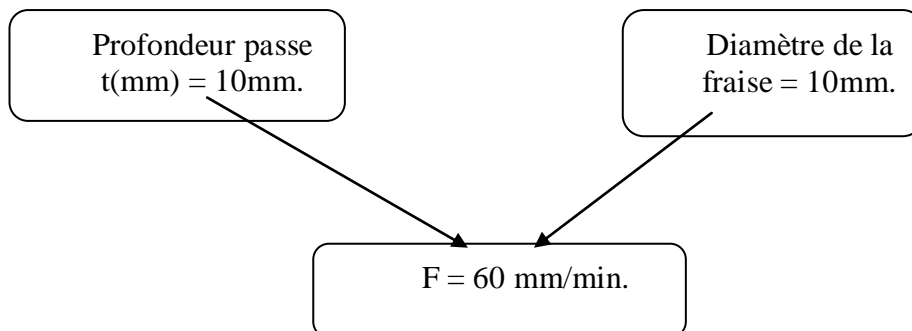
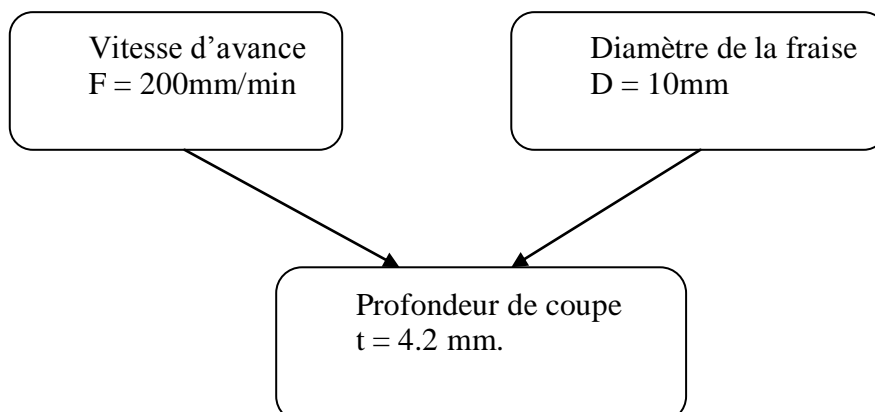


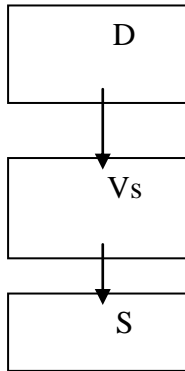
Figure. 1: Relation entre la vitesse d'avance et la profondeur de coupe.



On peut procéder différemment:



### 1-6-Détermination de la vitesse de rotation



Diamètre de la fraise.

Vitesse de coupe correspondant au matériau utilisé.

Vitesse de la broche.

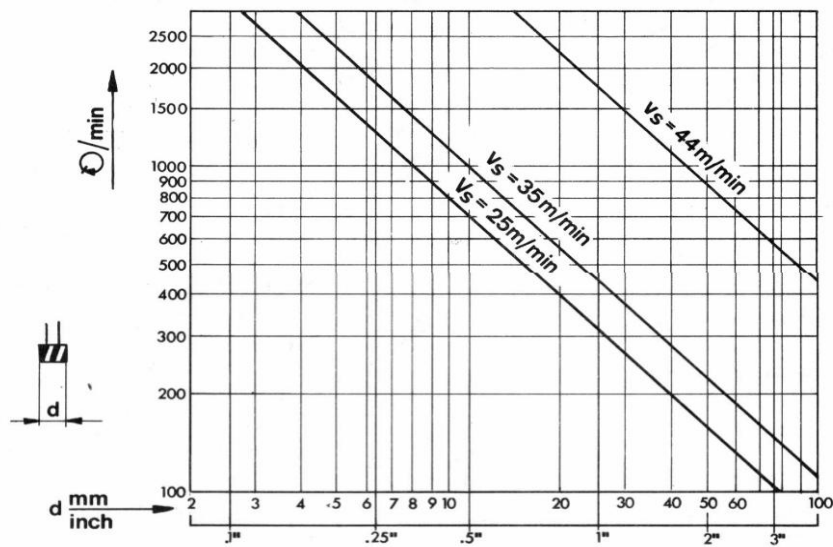


Figure 2: Choix de la vitesse de rotation.



**Figure 2:** La machine EMCO F1 CNC

## **Fiche technique de tour [14]**

### **I-Données technique**

#### **I-1-Tournage**

##### **I-1-2-Vitesse de coupe (Vc)**

$$V_s \text{ (m/min)} = D \text{ (mm)} \cdot S \text{ (tr/min)} \cdot \pi / 1000$$

$V_s$  = Vitesse de coupe en mètres par minute.

$D$  = Diamètre de la pièce.

$N$  ou  $S$  = Nombre de tours par minute.

La vitesse de coupe maximale admise est tributaire des facteurs suivants:

#### **Matière de la pièce à usiner:**

Plus la résistance de la matière est élevée, plus la vitesse de coupe sera réduite.

#### **Matière de l'outil de tournage:**

Les outils en alliage dur permettent d'avoir des vitesses de coupe plus élevées que les outils en acier HSS.

#### **Avance:**

Plus l'avance est grande, plus la vitesse de coupe est réduite.

#### **Profondeur de coupe:**

Plus la profondeur de coupe est importante plus la vitesse de coupe est petite.

## Vitesse de coupe pour exercices de programmation sur le tour COMPACT 5 CNC

**Matière de la pièce à usiner:** aluminium de décolletage.

**Outil de tournage:** carbure métallique.

**Vitesse de coupe en tournage:** 150-200 m par minute.

**Vitesse- de coupe en contournage:** 60-80m/par minute.

**Avance en tournage:** 0.02 – 0.1 mm/tr.

**Avance en contournage:** 0.01-0.02:mm/tr.

### I-1-3-Vitesse de rotation (S)

Vous calculez la vitesse de rotation de la broche principale en partant de la vitesse de coupe et du diamètre de la pièce à usiner.

$$S(\text{tr/min}) = V_s(\text{m/min}) \cdot 1000 / \pi \cdot D(\text{mm})$$

### I-1-4-Calcul de l'avance

Sur le tour COMPACT 5 CNC vous programmez l'avance en mm/min

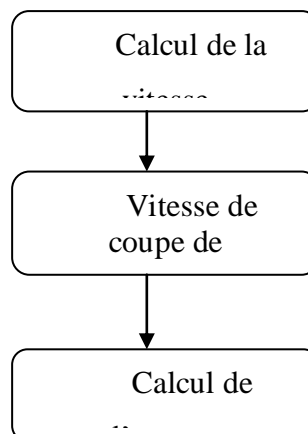
#### Conversion :

$$A (\text{mm/min}) = S (\text{tr/min}) \cdot a (\text{mm/tr})$$

A (mm/min) = avance en mm par minute.

S = vitesse de rotation de la broche principale.

a (mm/tr) = avance en mm par tour.



Vous éviterez de faire des calculs en consultant les tables figurant dans les pages qui suivent.

### I-2- Sélection de la vitesse de rotation sur le tour COMPACT 5 CMC

La puissance d'un moteur à courant continu est tributaire de la vitesse de rotation. Aussi choisirez-vous le rapport de transmission de la commande par courroie de telle sorte que la vitesse de rotation du moteur se situe dans une plage de bon rendement (zone repérée en gris).

#### Exemple:

Vitesse de rotation pour ébauche: tr/600 tr/min.

Vitesse de rotation pour finition:  $n/800$  tr/min.

Position de la courroie: AC1

Avec la position de courroie AC2 vous vous situerez dans une plage de rendement défavorable.

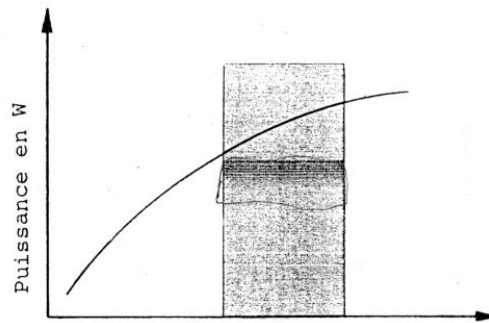


Fig. 1: Vitesse de rotation du moteur en tour/min.

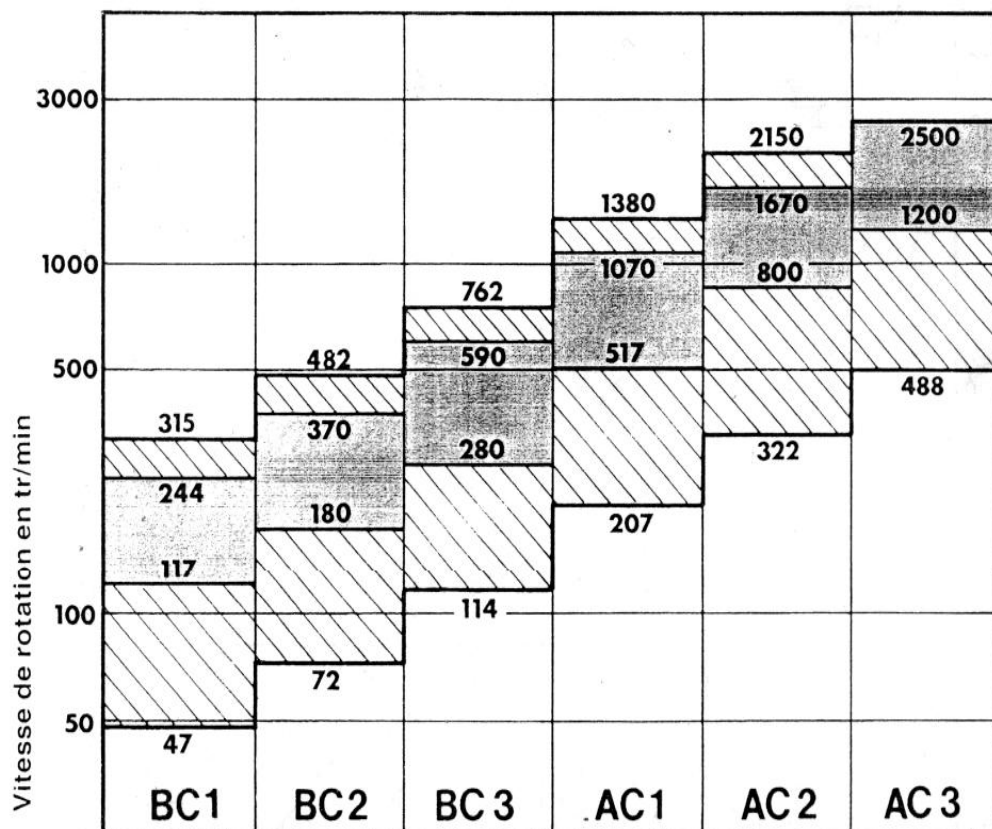


Figure. 2: Position de la courroie.

### I-3-Recherche des valeurs de coupe

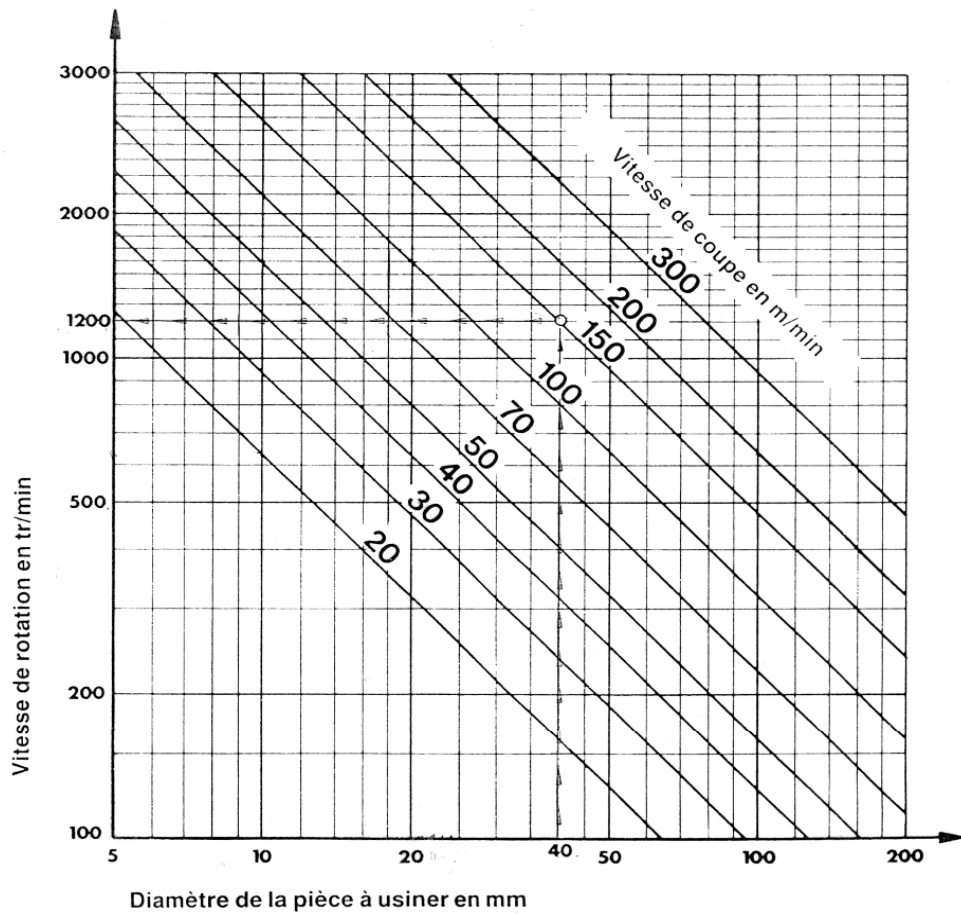
#### I-3-1-Recherche de la vitesse de rotation

- Le diamètre de la pièce à usiner;
- La vitesse de coupe recommandée vous est connue.

En vous reportant à la table, vous obtenez la vitesse de rotation.

### Exemple

L'exemple démontre qu'avec un diamètre de pièce à usiner de 40mm et une vitesse de coupe de 150 m/min, on obtient une vitesse de rotation de 1200 tr/min.



**Figure. 3:** Recherche de la vitesse de rotation.

### I-3-2-Recherche de la vitesse d'avance en millimètres par minute

- Le diamètre de la pièce à usiner;
- L'avance en mm/tr.

Vous sont connus.

En consultant la table, vous obtenez l'avance en mm/min

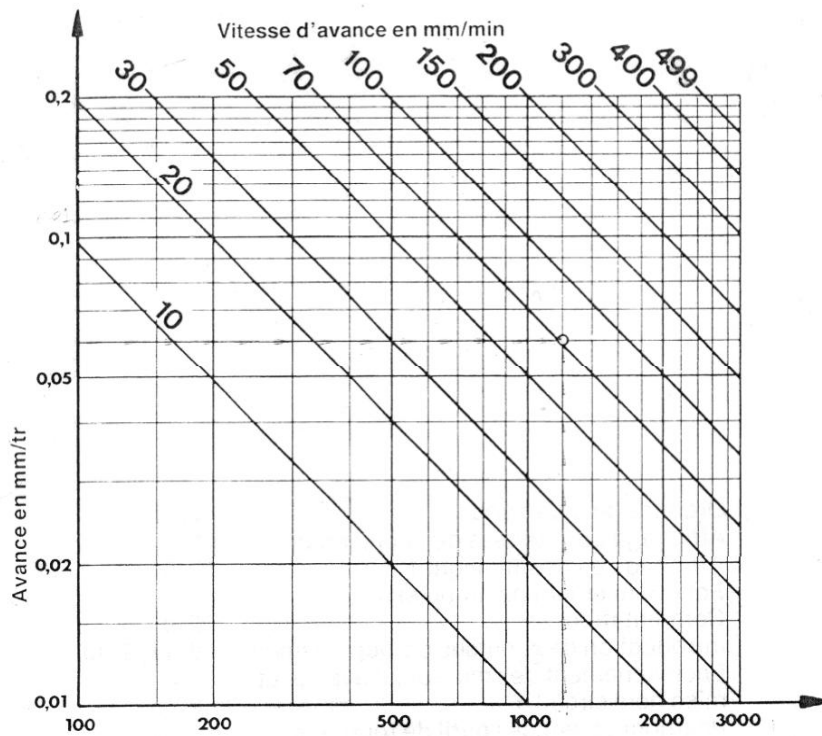
### Exemple

L'exemple démontre qu'avec une vitesse de rotation de 1200 tr/min et une avance de 0,06 mm/tr on obtient une vitesse d'avance de 70 mm/min.

### Table des avances

Conversion des avances (mm/tr en mm/min et inversement).





**Figure 4:** Recherche de la vitesse d'avance.



**Figure 5:** La machine EMCO COMPACT 5 CNC

## Fiche technique de La connexion RS 232 [15]

### I -Données technique

#### I -1- Connexion Vidéo/Connexion TV Interface RS 232

##### I -1-1-Réglage de la fréquence et de la langue utilisée sur la platine vidéo

La langue utilisée ainsi que la fréquence sont réglées sur la platine vidéo au moyen du commutateur de codage (1). Le premier commutateur n'a aucune fonction.

##### I -1-2-Réglage de la fréquence

50 Hz: commutateur 2 MARCHE (ON)

60 Hz: commutateur 2 ARRÊT (OFF)

La figure représente la position du commutateur sur 50 Hz.

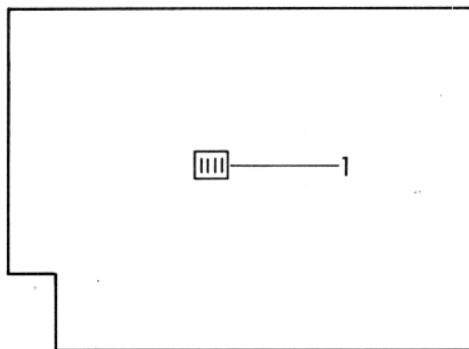


Figure. 1: Commutateur de fréquence.

##### I -1-3-Réglage de la langue utilisée

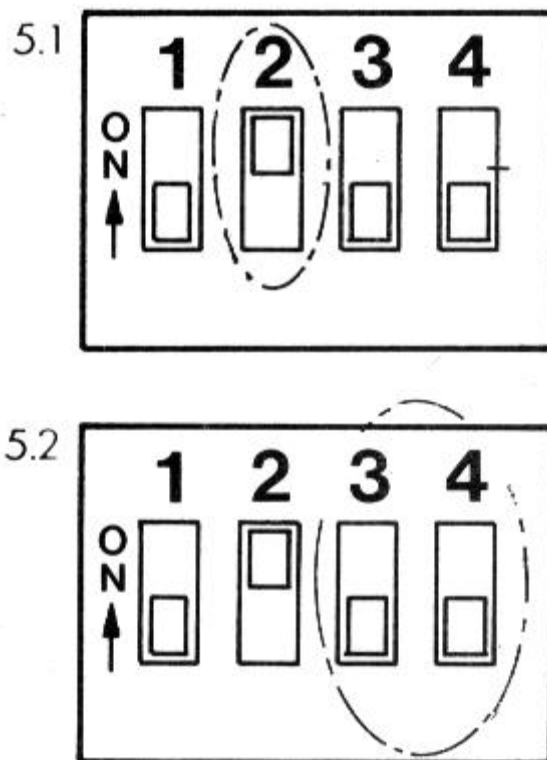
La langue utilisée sera réglée à l'aide des commutateurs de codage 3 et 4.

#### Combinaisons:

Tableau 1: Réglage de la langue.

Langue utilisée	Commutateur 3	Commutateur 4
Allemand	Arrêt	Arrêt
Anglais	Arrêt	Marche
Français	Marche	Arrêt
Espagnol	Marche	Marche

La figure représente la position de commutateur pour: l'Allemand



**Figure. 2:** Exemple de réglage pour la langue Allemande.

**Observation:**

Le passage d'une langue à une autre ne sera opérant que lorsque la machine aura été déconnectée et connectée.

**Récepteur de télévision**

Partie réception en ondes UHF

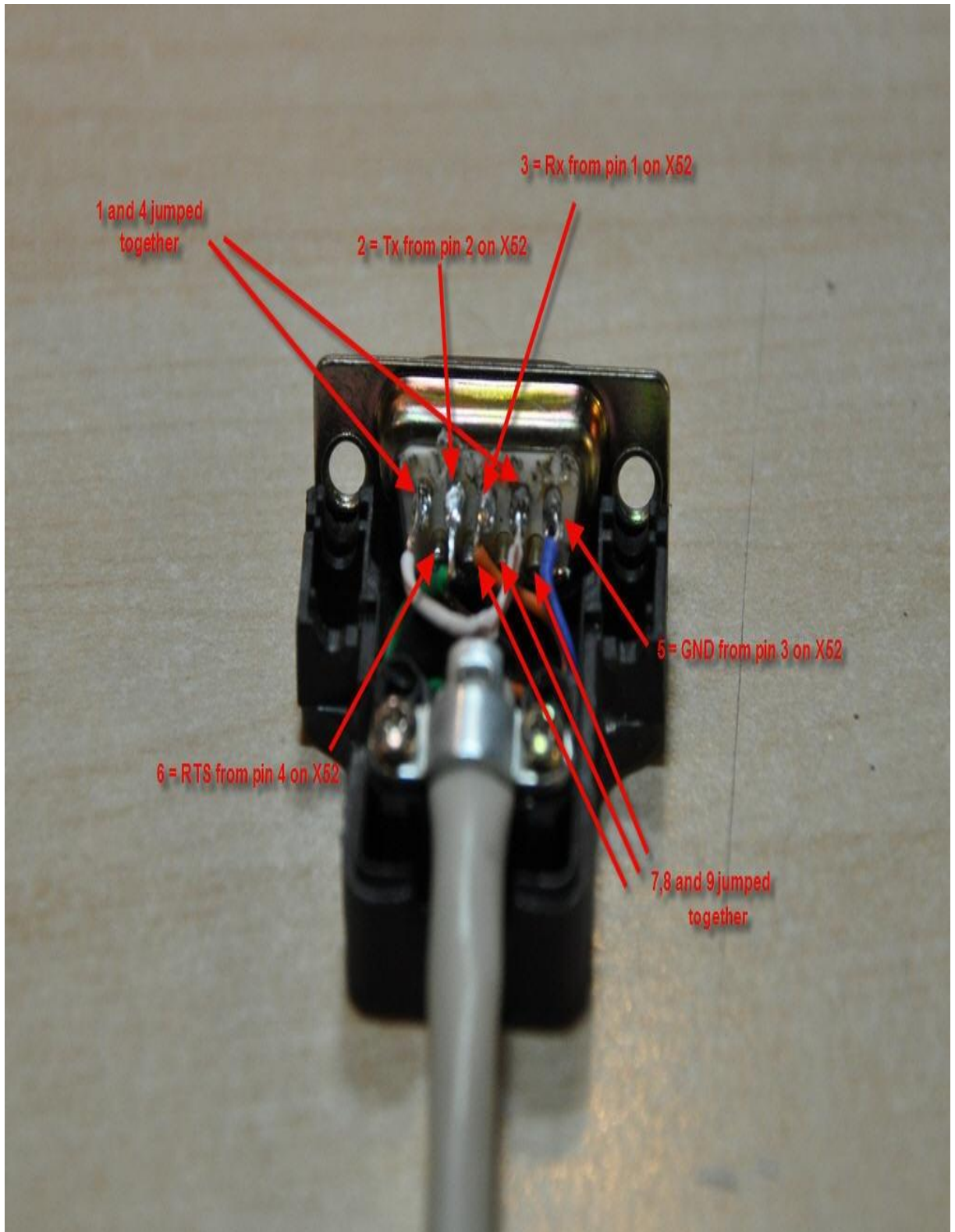
Fréquence de réception se situant entre 500 et 700 mégahertz.

L'émetteur doit être réglé (tel que par exemple un émetteur local)

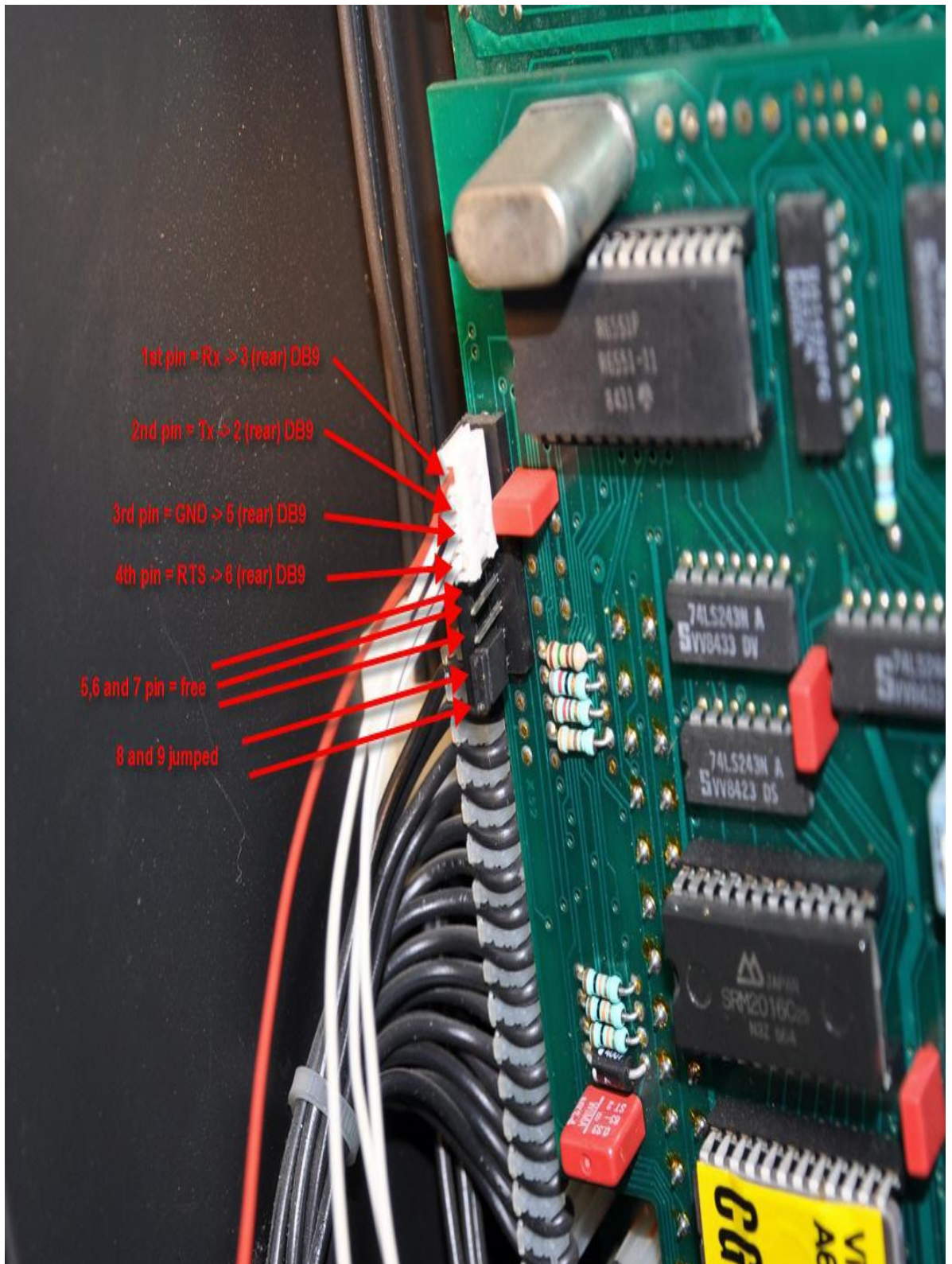
**Ecran de contrôle**

Equipé pour la réception des signaux **bas** ou **composite**.

## Les photos de câblage



**Figure 1:**Les pins utilisable dans le connecteur DB9



**Figure 2:** Les pins actifs dans la source RS232(dans la carte électronique)