

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES  
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR**

**DEPARTEMENT : Génie mécanique**



## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Option : Maintenance Industrielle**

### **Thème**

**Elaboration d'une gamme d'entretien préventive  
d'un tour TRAUB TNA 500 à SNVI**

**Promotrice**

**Réalisé par**

**❖ Melle. GUERRACHE Fadila**

**❖ Mr. OUAREZKI Nassim**

**❖ Mr. BENACHOUR Mahmoud Rayane**

**BOUMERDES : 2017/2018**

## ملخص

الصيانة الصناعية، التي تهدف إلى ضمان الأداء السليم لأدوات الإنتاج، هي وظيفة استراتيجية في الشركات. ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتطور التكنولوجي المستمر، وظهور أساليب الإدارة الجديدة، والحاجة إلى خفض تكاليف الإنتاج، فإنه يتطور باستمرار.

اليوم، لم يعد هدفه الوحيد هو إصلاح أداة العمل، ولكن أيضاً التنبؤ بالعواقب وتفاديها. لذلك البحث في أداء نظم الإنتاج تصبح معقدة يؤدي وظيفة الصيانة لتكون مسؤولة عن ضمان توافر مثل هذه الأنظمة. للحصول على أقصى إنتاج مع TRAUB TNA 500 من أجل ذلك نحاول وضع مجموعة من الصيانة الوقائية لدورنا تجنب التوقف المفاجئ.

### الكلمات المفتاحية:

آلة التحكم العددي؛ مخرطة التحكم العددي، TRAUB، TRAUB TNA 500 مخرطة □ الصيانة؛ نطاق الصيانة الوقائية.

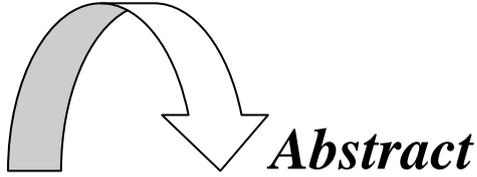
## Résumé

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution.

Aujourd'hui, elle n'a plus comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Ainsi la recherche des performances des systèmes de production devenus complexes mène la fonction maintenance à être responsable de la garantie de la disponibilité de tels systèmes.

Pour ça nous essayons d'élaborer une gamme de maintenance préventive de notre tour TRAUB TNA 500 pour obtenir la maximum production avec l'éviter des arrêts brusques.

**Mots clés :** Machine à commande numérique ; tour à commande numérique ; TRAUB, tour TRAUB TNA 500 ; maintenance ; gamme d'entretien préventive.



Industrial maintenance, which aims to ensure the proper functioning of production tools, is a strategic function in companies. Intimately linked to the constant technological development, the emergence of new management methods, the need to reduce production costs, it is constantly evolving.

Today, it no longer has as sole objective to repair the working tool but also to predict and avoid malfunctions. Thus, the search for performance of complex production systems leads the maintenance function to be responsible for ensuring the availability of such systems.

For that we try to elaborate a range of preventive maintenance of our turn TRAUB TNA 500 to obtain the maximum production with the avoid of sudden stops.

**Key Words:** *Numerically controlled machine; numerically controlled lathe; TRAUB, numerically controlled lathe TRAUB TNA 500; maintenance; preventive maintenance range.*

# *Remerciement*

Nous remercions DIEU tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

🌸 Nos sincères remerciements à notre promotrice mademoiselle **GUERRACHE. Fadila**, enseignante au département génie mécanique à la Faculté des Sciences de l'Ingénieur pour nous avoir conseillées, encouragées, dirigées pendant la réalisation de ce travail.

🌸 Nous remercions également le président les membres du jury, qui ont accepté de discuter et d'examiner ce modeste travail.

🌸 Nos remerciements vont également aux enseignants du département génie mécanique, et plus particulièrement. Le chef de département monsieur **CHELLIL Ahmed**. pour avoir contribué à notre formation de master.

Ainsi Que tout le personnel de la bibliothèque de la faculté des sciences de l'ingénieur.

*Nassim, Rayane*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes chers parents en témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fait pour mon éducation ainsi que ma formation.*

*Je dédie également à :*

*A mon frère et ma sœur,*

*A mon binôme Rayane,*

*A l'ensemble de mes amis,*

*A tous ceux qui ont une relation de proche ou de loin avec*

*La réalisation du présent mémoire.*

*Nassim*

# *Dédicace*

*À Mes parents*

*Mes frères*

*Ma sœur*

*Tous mes proches*

*Toutes mes amies*

*Tous ceux qui m'ont aidé et encouragé*

*M. Rayane*

## *Abréviations*

**MOCN** : Machine-outil à Commande Numérique.

**CNC** : Commande Numérique par Calculateur.

**MIT** : Massachusetts Institute of Technology.

**PO** : Partie Opérative.

**PC** : Partie Commande.

**DCN** : Directeur de Commande Numérique.

**CFAO** : Conception et fabrication assistées par ordinateur.

**ISO** : International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation).

**Cm** : Coûts direct de maintenance.

**Cmp** : Coûts direct de maintenance préventive.

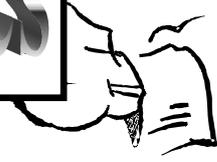
**Cmc** : Coûts direct de maintenance corrective.

**Ci** : Coûts indirecte de maintenance.

**Cp** : perte de production.

**Cd** : Coûts défaillance.

# Table des matières



<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I. Technologie des machines-outils à commande numérique</b>	
Introduction .....	5
<b>I.1. Généralités</b> .....	5
<b>I.2. Historique</b> .....	6
<b>I.3. Architecture et organisation générale d'une MOCN</b> .....	7
<b>I.3.1. Partie commande PC</b> .....	8
<b>I.3.2. Partie opérative PO</b> .....	8
<b>I.3.3. Schéma simple d'une MOCN</b> .....	9
<b>I.3.4. Eléments constitutifs de la partie commande et de la partie opérative.</b> .....	9
<b>I.3.4.1. Eléments de la commande principale</b> .....	9
<b>I.3.4.2. Eléments de la partie opérative</b> .....	10
<b>I.4. Principe de fonctionnement d'une MOCN</b> .....	17
<b>I.4.1. Système à boucle ouverte</b> .....	17
<b>I.4.2. Système à boucle fermée</b> .....	18
<b>I.5. Classification des MOCN</b> .....	18
<b>I.5.1. Classification suivant le déplacement de la table.</b> .....	18
<b>I.5.1.1. Déplacement point par point</b> .....	18
<b>I.5.2. Classification suivant le nombre d'axes.</b> .....	20
<b>I.5.3. Selon le mode de fonctionnement du système de mesure</b> .....	21
<b>I.5.4. Selon le mode d'entrée des informations</b> .....	21
<b>I.6. Principe et méthodologie de programmation manuelle</b> .....	21
<b>I.6.1. Programmation manuelle</b> .....	21
<b>I.7. Technologies d'un axe numérique</b> .....	26
<b>I.8. Technologie du tour à commande numérique</b> .....	28

<b>I.9.</b>	Description générale .....	29
<b>I.10.</b>	Avantages par rapport aux tours conventionnels .....	32
<b>I.10.1.</b>	Différence entre tour conventionnelle et le tour CNC .....	33
	Conclusion.....	34
<b>Chapitre II. Typologie de la maintenance</b>		
	Introduction .....	35
<b>II.1.</b>	Définition de la maintenance .....	35
<b>II.2.</b>	Rôle du service maintenance .....	35
<b>II.3.</b>	Fonction de la maintenance .....	36
<b>II.4.</b>	Objectifs de la maintenance .....	37
<b>II.4.1.</b>	Objectifs financiers .....	37
<b>II.4.2.</b>	Objectifs opérationnels.....	37
<b>II.5.</b>	Types de maintenance .....	37
<b>II.5.1.</b>	Maintenance préventive.....	39
<b>II.5.1.1.</b>	Maintenance systématique.....	39
<b>II.5.1.2.</b>	Maintenance conditionnelle.....	39
<b>II.5.1.3.</b>	Maintenance prévisionnelle.....	39
<b>II.5.2.</b>	Maintenance corrective.....	39
<b>II.5.2.1.</b>	Maintenance curative.....	39
<b>II.5.2.2.</b>	Maintenance palliative.....	40
<b>II.6.</b>	Niveaux de maintenance.....	40
<b>II.7.</b>	Coûts de maintenance.....	42
<b>II.7.1.</b>	Coûts directs de maintenance Cm.....	42
<b>II.7.1.1.</b>	Coûts de main d'œuvre.....	42
<b>II.7.1.2.</b>	Frais généraux du service maintenance.....	43
<b>II.7.1.3.</b>	Coûts de possession des stocks, des outillages et des machines.....	43
<b>II.7.1.4.</b>	Consommation de matières, de fournitures, de produits utilisés.....	43
<b>II.7.1.5.</b>	Consommation des pièces de rechange.....	43
<b>II.7.1.6.</b>	Coûts des contrats de maintenance.....	43
<b>II.7.1.7.</b>	Coûts des travaux sous-traités.....	43

<b>II.7.2.</b>	Coûts indirects de maintenance Ci .....	44
<b>II.7.2.1.</b>	Perte de production Cp.....	44
<b>II.7.2.2.</b>	Coûts de la main d'œuvre de production.....	44
<b>II.7.2.3.</b>	Coûts des arrêts induits.....	44
<b>II.7.2.4.</b>	Coûts des rebuts, de la non-qualité et des délais non tenus.....	45
<b>II.7.2.5.</b>	Frais de redémarrage de production.....	45
<b>II.7.2.6.</b>	Coûts induits en cas d'accident corporel.....	45
<b>II.7.3.</b>	Coûts de défaillance Cd.....	45
<b>II.8.</b>	Opérations de maintenance .....	45
<b>II.8.1.</b>	Visite.....	45
<b>II.8.2.</b>	Contrôle .....	45
<b>II.8.3.</b>	Inspection.....	46
<b>II.8.4.</b>	Dépannage .....	46
<b>II.8.5.</b>	Réparation.....	46
<b>II.8.6.</b>	Révision .....	46
<b>II.9.</b>	Activités connexes de maintenance.....	46
<b>II.9.1.</b>	Maintenance d'amélioration .....	46
<b>II.9.2.</b>	Rénovation .....	47
<b>II.9.3.</b>	Reconstruction .....	47
<b>II.9.4.</b>	Modernisation .....	47
<b>II.9.5.</b>	Travaux neufs.....	47
<b>II.9.6.</b>	Sécurité .....	47
<b>II.10.</b>	Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité.....	48
<b>II.10.1.</b>	Fiabilité.....	48
<b>II.10.2.</b>	Maintenabilité .....	48
<b>II.10.3.</b>	Disponibilité.....	48
	Conclusion.....	49
<b>Chapitre III. Description de tour TRAUB TNA 500</b>		
	Introduction .....	50
<b>III.1.</b>	Tour à commande numérique TRAUB TNA 500.....	50
<b>III.2.</b>	Fiche technique .....	51
<b>III.3.</b>	Physique et structure de la machine .....	53

<b>III.3.1.</b>	Bâti .....	53
<b>III.3.2.</b>	Broche de travail .....	53
<b>III.3.3.</b>	Mandrin .....	54
<b>III.3.3.1.</b>	Dispositif de serrage.....	54
<b>III.3.3.2.</b>	Cylindre de serrage.....	54
<b>III.3.3.3.</b>	Tube de serrage.....	54
<b>III.3.3.4.</b>	Moyens de serrage.....	54
<b>III.3.3.5.</b>	Contrôle de la course de serrage.....	54
<b>III.3.4.</b>	Axe C.....	55
<b>III.3.5.</b>	Entraînement principal .....	55
<b>III.3.6.</b>	Entraînements d'avance.....	55
<b>III.3.7.</b>	Entraînement des outils .....	56
<b>III.3.7.1.</b>	Tourelle porte-outils.....	56
<b>III.3.8.</b>	Contre-pointe .....	57
<b>III.3.9.</b>	Chariot croisé .....	58
<b>III.3.10.</b>	Lunettes .....	58
<b>III.3.11.</b>	Unité d'usinage .....	58
<b>III.3.12.</b>	Groupe hydraulique.....	58
<b>III.3.13.</b>	Dispositif d'arrosage .....	59
<b>III.3.13.1.</b>	Absorbeur d'huile.....	60
<b>III.3.13.2.</b>	Fonctionnement d'absorbeur d'huile.....	60
<b>III.3.14.</b>	Convoyeur de copeaux .....	60
<b>III.4.</b>	Caractéristique de tour TRAUB TNA 500 .....	60
<b>III.5.</b>	Opérations principales de tour TRAUB TNA 500.....	61
	Conclusion.....	63
<b>Chapitre IV. Gamme d'entretien préventive d'un tour TRAUB TNA 500</b>		
	Introduction .....	64
<b>IV.1.</b>	Objectifs.....	64
<b>IV.2.</b>	Sécurité .....	64
<b>IV.2.1.</b>	Explication des symboles .....	65
<b>IV.2.2.</b>	Mesures préventives complémentaires.....	65

<b>IV.3.</b>	Travaux d'entretien .....	65
<b>IV.3.1.</b>	Intervalles d'entretien.....	66
<b>IV.3.2.</b>	Affichage à l'écran.....	66
<b>IV.4.</b>	Réfrigération lubrification .....	67
<b>IV.4.1.</b>	Fonctions des réfrigérants lubrifiants .....	67
<b>IV.4.2.</b>	Liste des réfrigérants lubrifiants et huiles pour glissières recommandés .....	67
<b>IV.4.3.</b>	Spécifications TRAUB pour réfrigérants lubrifiants et huile pour glissières .....	68
<b>IV.5.</b>	Graissage.....	69
<b>IV.5.1.</b>	Plan de graissage .....	69
<b>IV.6.</b>	Entretien mécanique et électrique .....	72
<b>IV.6.1.</b>	Travaux d'entretien toutes les 200 h A.....	72
<b>IV.6.1.1.</b>	Explication des travaux d'entretien toutes les 200 h.....	72
<b>IV.6.2.</b>	Travaux d'entretien toutes les 2000 h B.....	76
<b>IV.6.2.1.</b>	Explication des travaux d'entretien toutes les 2000h.....	76
<b>IV.6.3.</b>	Travaux d'entretien toutes les 4000 h C.....	83
<b>IV.6.3.1.</b>	Explication des travaux d'entretien toutes les 4000 h.....	83
<b>IV.6.4.</b>	Travaux d'entretien toutes les 8000 h D.....	85
<b>IV.6.4.1.</b>	Explication des travaux d'entretien toutes les 8000 h.....	85
<b>IV.6.5.</b>	Autre travaux d'entretien E.....	88
	Conclusion.....	89
	<b>Conclusion générale</b> .....	90
	<b>Références et bibliographiques</b> .....	91
	<b>Annexes</b> .....	92

## *Liste des figures*

<b>Figure I.1. Premier MOCN.....</b>	<b>07</b>
<b>Figure I. 2. Organigramme de l'architecture d'une MOCN.....</b>	<b>08</b>
<b>Figure I.3. Schéma simple de MOCN .....</b>	<b>09</b>
<b>Figure I.4 Capture absolue et capture relatif.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure I.5. Système vis-écrou à bill.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure I.6. System d'avance.....</b>	<b>12</b>
<b>Figure I.7. Principe d'asservissement d'un organe mobile .....</b>	<b>13</b>
<b>Figure .I.8 . Axe pour un tour CN tourelle (avant-arrière).....</b>	<b>15</b>
<b>Figure I.9. Sens positif des mouvements de rotation .....</b>	<b>15</b>
<b>Figure I.10. Axes primaires et additionnels .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure I.11. Structure d'un axe de MOCN .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure I.12. Système à boucle ouverte .....</b>	<b>17</b>
<b>Figure I.13. Système à boucle fermée .....</b>	<b>18</b>
<b>Figure I.14. Commande numérique point à point .....</b>	<b>19</b>
<b>Figure I.15. Commande numérique par axial .....</b>	<b>19</b>
<b>Figure I.16. Structure et contenu d'un programme CN .....</b>	<b>23</b>
<b>Figure I.17. Format d'un mot.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure I.18. Bloc de chiffres.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure I.19. Forma de bloc .....</b>	<b>24</b>
<b>Figure I.20. Structure d'un programme ISO .....</b>	<b>26</b>
<b>Figure I.21. Sous-ensembles technologiques d'un axe numérique .....</b>	<b>27</b>
<b>Figure I.22. Tour numérique vue extérieur .....</b>	<b>30</b>
<b>Figure I.23. Tour vue de l'intérieur .....</b>	<b>31</b>
<b>Figure II.1. Fonction maintenance.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure II.2. Schématisation des objectifs de la maintenance .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure II.3. Types de maintenance.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure III.1. Tour TRAUB TNA 500 .....</b>	<b>50</b>
<b>Figure III.2. Bâti de tour CNC TRAUB TNA 500.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure III.3. Mandrin .....</b>	<b>55</b>
<b>Figure III.4. Schéma de tourelle .....</b>	<b>57</b>

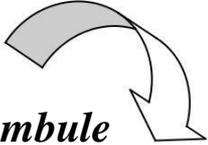
<b>Figure III.5. Contrepointe de tour TRAUB TNA 500 .....</b>	<b>57</b>
<b>Figure III.6. Groupe hydraulique de tour TRAUB TNA 500 .....</b>	<b>59</b>
<b>Figure III.7. Chariotage .....</b>	<b>61</b>
<b>Figure III.8. Alésage .....</b>	<b>61</b>
<b>Figure III.9. Dressage .....</b>	<b>61</b>
<b>Figure III.10. Perçage .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure III.11. Rainurage .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure III.12. Chanfreinage .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure III.13. Tronçonnage .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure III.14. Filetage .....</b>	<b>63</b>
<b>Figure IV.1. Courroie d'entraînement principal .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure IV.2. Approche de la tourelle vers le mandrin .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure IV.3. Recule le chariot .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure IV.4. Recule le chariot 3 mm .....</b>	<b>80</b>
<b>Figure IV.5. Approche le chariot 3 mm .....</b>	<b>80</b>
<b>Figure IV.6. Courroie d'encodeur est tendue .....</b>	<b>80</b>
<b>Figure IV.7. Courroie d'encodeur n'est pas tendue .....</b>	<b>81</b>
<b>Figure IV.8. Contrôle de la courroie de l'encodeur .....</b>	<b>81</b>
<b>Figure IV.9. Courroie tendue d'un chariot .....</b>	<b>86</b>
<b>Figure IV.10. Courroie ne pas tendue d'un chariot .....</b>	<b>86</b>
<b>Figure IV.11. Force appliquée sur la section de courroie de chariot .....</b>	<b>86</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I.1. Axes principaux linéaires</b> .....	14
<b>Tableau I.2. Mouvements de translation et de rotation</b> .....	16
<b>Tableau I.3. Symbole d'adresse</b> .....	24
<b>Tableau I.4. Différence entre le tour conventionnel et le tour CNC</b> .....	33
<b>Tableau II.1. Cinq niveaux de maintenance</b> .....	41
<b>Tableau IV.1. Liste des réfrigérants lubrifiants</b> .....	68
<b>Tableau IV.2. Désignation et les marques des lubrifiants</b> .....	69
<b>Tableaux VI.3. Plan de graissage de tour TRAUB TNA 500</b> .....	71
<b>Tableau IV.4. Travaux d'entretien toutes les 200 h</b> .....	72
<b>Tableau IV.5. Travaux d'entretien toutes les 2000 h</b> .....	76
<b>Tableau IV. 6. Mesure Ea d'une courroie d'entraînement principal</b> .....	77
<b>Tableau IV.7. Mesure Ea d'une courroie de l'encodeur</b> .....	81
<b>Tableau IV.8. Travaux d'entretien toutes les 4000 h</b> .....	83
<b>Tableaux IV.9. Travaux d'entretien toutes les 8000 h</b> .....	85
<b>Tableau IV.10. Mesure Ea d'une courroie de chariot</b> .....	86
<b>Tableau IV.11. Mesure Ea d'une courroie entrainement pour outils rotatifs</b> .....	87

# *Introduction générale*





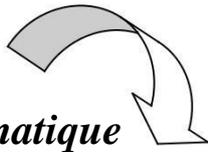
## *Préambule*

L'usinage ou l'obtention de pièces mécaniques sous contrôle numérique s'étend désormais à l'ensemble des secteurs de l'industrie transformatrice des matériaux. La machine-outil à commande numérique constitue aussi un bon apport, car elle supprime dans beaucoup de cas, des tâches fastidieuses et répétitives.

La connaissance de ces machines ainsi que la manière de les utiliser, sont devenues nécessaires pour les techniciens de commande numérique. D'où il en résulte des fonctions ou codes aussi nombreux que divers, entraînant des difficultés lors de la préparation des programmes pièce.

La maintenance industrielle, qui a pour vocation initiale d'assurer le bon fonctionnement et la disponibilité des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Etroitement liée à l'incessant développement des technologies, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production dans une économie de marché international, elle est en constante évolution ! Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de production mais aussi de prévoir et d'éviter les dysfonctionnements.

Au fil de sa perpétuelle adaptation, l'activité des personnels de maintenance a également évolué, pour combiner compétences technologiques, compétences organisationnelles et compétences relationnelles. Se rajoute à ces différentes missions professionnelles, une mission majeure, indispensable et hiérarchiquement supérieure l'expertise.

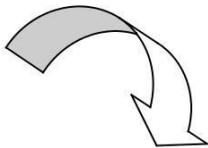


## *Problématique*

L'évolution et la complexité des systèmes de production ainsi que le besoin de produire vite et bien, ont obligés les industriels à structurer et à organiser les ateliers d'entretien, ils ont surtout crée de nouveaux concepts d'organisation et de nouvelles manière d'intervenir sur des structures de production concernant les produits manufacturés.

Aujourd'hui, l'entretien a laissé la place à la maintenance. Ce changement ne réside pas uniquement dans un bouleversement complet de la manière de faire et de concevoir ce qui s'appelait entretien et que l'on appelle aujourd'hui maintenance.

Notre projet de fin d'étude est consacré à l'élaboration une gamme d'entretien préventive d'un tour TRAUB TNA 500. Cette étude est faite à l'entreprise SNVI, au sein de ces ateliers ou notre stage a été effectué.



## *Description du mémoire*

Ce mémoire est structuré en une introduction générale ainsi que quatre chapitres, des références bibliographiques et annexes. Technologie des machines-outils à commande numérique a été résumée dans le premier chapitre. La typologie de la maintenance a été développée dans le deuxième chapitre. Le chapitre suivant, la description de TRAUB TNA 500 a été définie.

Dans le dernier chapitre, représentant le noyau du mémoire, élaboration d'une gamme d'entretien préventive d'un tour CNC TRAUB TNA 500.

Finalement, se terminons ce mémoire par une conclusion générale et une annexe.



## Présentation de l'entreprise SNVI

### Description et historique de l'entreprise

#### *Description*

L'entreprise nationale des véhicules industriels (**SNVI**) est née par décret 81-342 du 12/12/1981. Elle a hérité des structures, des moyens, des biens, des activités, de monopole à l'importation et de personnel détenus ou gérés par la **SOCIÉTÉ NATIONALE DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE (SONACOME)** par décret n° 81-345 du 12/12/1981.

La société nationale de construction mécanique (**SONACOME**) a été créée par ordonnance n°67-150 du 09/08/1967 ayant pour vocation d'exploiter et de gérer les usines de construction mécanique du secteur public. Son schéma d'organisation regroupe dix divisions dont la DVI futur **SNVI**.

**LA SONACOME** a hérité du patrimoine de la société africaine des automobiles **BERLIET (S.A.A.B/S.A)**. Après sa dissolution par décret n° 73-764 du 01/10/1973 suivant les conventions conclues à **ALGER** le 24/06/1964 entre l'état algérien et la **S.A.A.B/S.A** le 06/08/1964 entre la caisse algérienne du développement (**C.A.D**) et la **S.A.A.B/S.A** et le contrat du 30/07/1970 entre la **SONACOME** et la **S.A.A.B/S.A**.

L'installation de la société africaine des automobiles **BERLIET (S.A.A.B/S.A)** en Algérie remonte à 1957. Son siège se situait à **ALGER** immeuble <**MAURITANIA**>. Elle était dotée d'une usine de montage de véhicules <**POIDS LOURS**> à 30km à l'est D'**ALGER** plus exactement à **RUIBA** avec des succursales implantées à : **HUSSEIN DEY, CONSTANTINE, ORAN** et **OUARGLA**.

# Introduction générale

---

## *Historique*

Le 09/05/1995, transformation de la **SNVI** en société par action au capital social de 2,2 milliards de dinars.

### → **De 1957 à 1966**

Implantation de la société française **BERLIET** sur le territoire algérien par la construction en juin 1957 d'une usine de montage de véhicules " **POIDS LOURDS** " à 30 km à l'est D'ALGER, plus exactement à RUIBA.

### → **De 1967 à 1980**

En 1967, fut créée la **SONACOME (société nationale de construction mécanique)**. Le schéma d'organisation adopté pour la **SO.NA.CO.ME** regroupait en son sein dix (10) entreprises autonomes.

### → **De 1981 à 1994**

**LA S.N.V.I (société nationale de véhicules industriels)** devenait une entreprise publique socialiste (**EPS**). LA S.N.V.I est née à l'issue de la restructuration de la **SO.NA.CO.ME** et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régit par les principes directifs de la gestion socialiste des entreprise (**G.S.E**).

### → **De 1995 à 2011**

Le mois de mai 1995, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir une entreprise publique économique régie par le droit commun : la S.N.V.I est alors érigée en société.

***Chapitre I.***

***Technologie des Machines-outils  
à commande numérique.....05-34***

***page***



### Introduction

*La machine-outil à commande numérique et son évolution actuelle représentent aujourd'hui le moyen de production le plus important des pièces mécaniques. De par l'avancée des techniques, cette dernière a subi des modifications, et le couple outil machine-outil s'est adapté aux exigences de productivité modernes. Une Machine-Outil à Commande Numérique MOCN est une machine d'usinage à cycle automatique programmable.*

*La fabrication de pièce se fait par enlèvement de copeau sur les machines-outils conventionnelles. Cette fabrication prend beaucoup de temps de fabrication, et demande une grande expérience des opérateurs pour arriver à une qualité (précision) d'une pièce juste moyenne. Par contre, en utilisant une machine-outil à commande numérique, l'usinage est beaucoup bien précis et il ne demande pas beaucoup de temps sinon une maîtrise de la machine et de la programmation.*

### I.1. Généralités

La commande numérique CN est une technique utilisant des données composées de codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaires à la conduite d'une machine ou d'un procédé.

C'est également une méthode d'automatisation des fonctions des machines ayant pour caractéristique principale une très grande facilité d'adaptation à des travaux différents. À ce titre, la commande numérique constitue l'un des meilleurs exemples de pénétration du traitement de l'information dans les activités de production.

Exploitant au maximum les possibilités de la micro-informatique, toutes les données sont traitées en temps réel, c'est-à-dire au moment où elles sont générées, de manière à ce que les résultats du traitement contribuent également à piloter le processus.

Après une première génération de commandes numériques à logique câblée sont apparues les commandes numériques par calculateur NC, ou par ordinateur, qui intègrent un ou plusieurs ordinateurs spécifiques pour réaliser tout ou partie des fonctions de commande.

Tous les systèmes de commande numérique commercialisés actuellement contenant au moins un microprocesseur, les termes CN et CNC peuvent être considérés comme des synonymes. [1]

### I.2. Historique

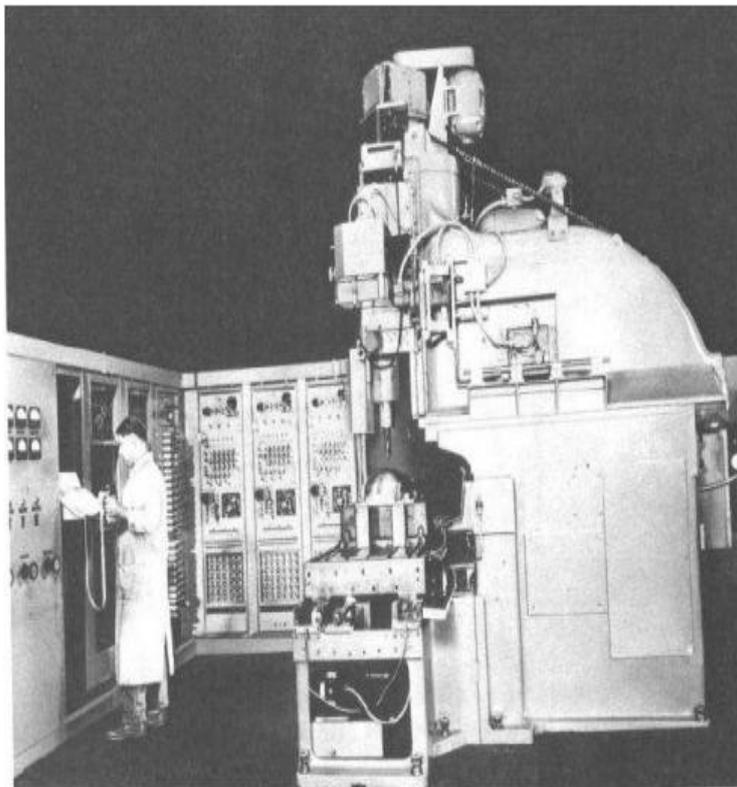
En 1947, dans l'État du Michigan ; John fabrique pour le compte de l'US Air Force des pales d'hélicoptère par reproduction. Pour façonner ses gabarits il utilise une méthode consistant à percer plusieurs centaines de tours faiblement espacés de manière à approcher le profil théorique. Mais, lorsque l'US Air Force confie à ce même Parsons la réalisation de pièce de formes encore plus complexes pour ses futurs avions supersoniques, celui-ci réalise que sa méthode est trop approximative et que seul un usinage continu en 3 dimensions sera en mesure de donner satisfaction.

Au printemps 1949, il confie alors au *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* le soin de développer des asservissements capables de piloter une machine qui recevra des instructions intermittentes à partir d'un lecteur de cartes. Cette machine, une fraiseuse prototype Cincinnati à broche verticale (figure : 2) conçue pour exécuter des déplacements simultanés suivant 3 axes, est officiellement présentée en septembre 1952 dans le *Servomechanisms Laboratory* du MIT, L'information mathématique étant la base du concept, on lui donne le nom de *numerical control*.

Il faut encore attendre quelque années de vastes fonds de l'US Air Force et l'appui des chercheurs du MIT pour rendre la première MOCN réellement opérationnelle. Les différentes étapes 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 Giddin & Lewis commercialise la première MOCN
- **1959** : apparition de la CN en Europe (foire de Hanovre)
- **1964** : en France, la Télémécanique Electrique lance la CN NUM 100 conçue à base de relais Téléstatic
- **1968** : la CN adopte les circuits intégrés ; elle devient plus compacte et puissante.

- **1972** : les mini-calculateurs remplacent les logiques câblées ; la CN devient CNC
- **1984** : apparition de fonction graphiques évoluées et du mode 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.



**Figure I.1. Premier MOCN**

### **I.3. Architecture et organisation générale d'une MOCN**

Une machine-outil à commande numérique se compose de deux parties totalement distinctes sont :

- La partie commande (Directeur de commande numérique)
- La partie opérative (partie mécanique)

### I.3.1. Partie commande (PC)

La partie commande 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). [1]

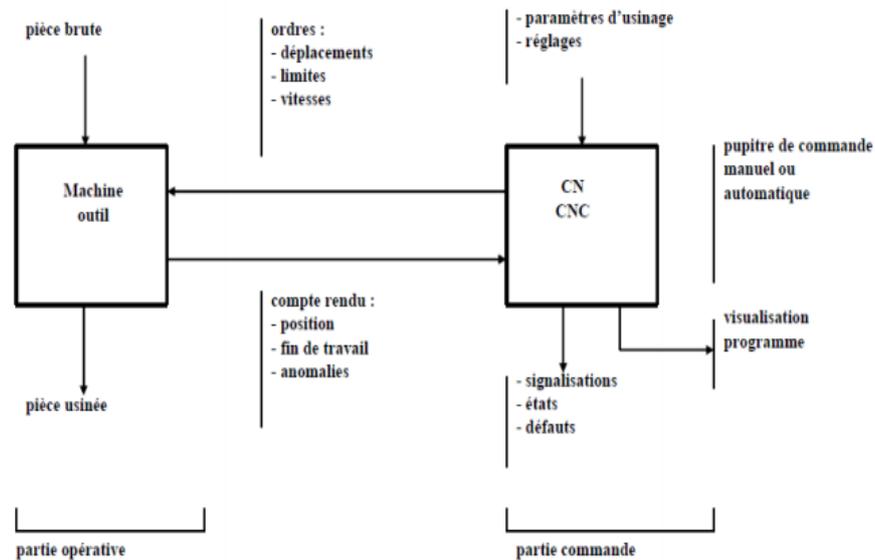


Figure I.2. Organigramme de l'architecture d'une MOCN

### I.3.2. Partie opérative (PO)

La partie opérative comprend principalement un ou plusieurs éléments mobiles, appelés tables ou chariots, liés au bâti ou entre eux par des liaisons glissières ou pivots. La position des parties mobiles est détectée par un capteur de position, et leur vitesse est mesurée en permanence.



### *Les cartes d'axes*

Les cartes d'axes sont les éléments de bases d'un axe de déplacement. En fonction de l'ordre du calculateur, la carte autorise l'alimentation du moteur. L'alimentation va varier en fonction de la consigne (vitesse programmée, distance de déplacement) et de la position de l'axe.

### *Le DCN*

Le directeur de commande numérique (associé au pupitre) permet de piloter la machine-outil. Il décode le programme, calcule les déplacements à effectuer et délivre les ordres aux cartes d'axe, certaines versions de DCN ont été développées de manière à ce que l'opérateur puisse facilement programmer. Avec le développement des logiciels de CFAO, ce type de programmation dit intuitif a perdu beaucoup de son intérêt.

#### **I.3.4.2. Eléments de la partie opérative**

La partie opérative comporte :

- Les axes de déplacements,
- Le système porte pièce,
- Le système porte outil.

### *Axes de déplacements*

Les machines-outils sont équipées au minimum de 3 axes de déplacements. Bien que le nombre d'axe ne soit pas en théorie limité, les constructeurs se limitent en général à un maximum de 5 axes. [3]

Les 3 axes « basiques » sont les axes X, Y et Z. Ces 3 axes sont définis par la norme NFZ68-020.

- Axe Z : Axe de la broche de la machine-outil. Le sens positif est donné par l'accroissement de la distance outil/pièce, la pièce étant fixe.
- Axe X : Axe du plus grand déplacement. Par défaut, le sens positif est donné vers la droite lorsque l'on fait face à la machine.

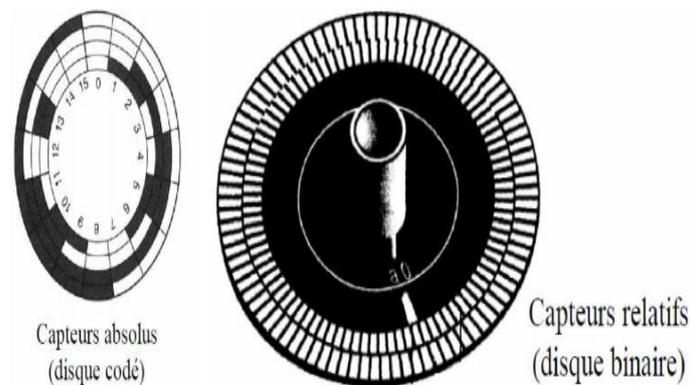
- Axe Y : Axe qui permet de former un trièdre X, Y et Z direct.

Les déplacements peuvent être assurés par trois sortes de moteurs :

- Moteur pas à pas
- Moteur à courant continu
- Moteur à courant alternatif

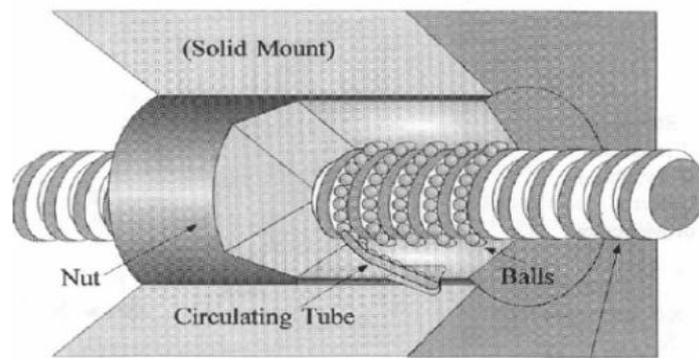
Le mesurage des déplacements peut être assuré par :

- Des capteurs absolus (disque codé)
- Des capteurs relatifs (disque binaire).



**Figure I.4. Capture absolue et capture relatif**

Pour éliminer le jeu de fonctionnement et diminuer le frottement on utilise un système vis-écrou à bille.



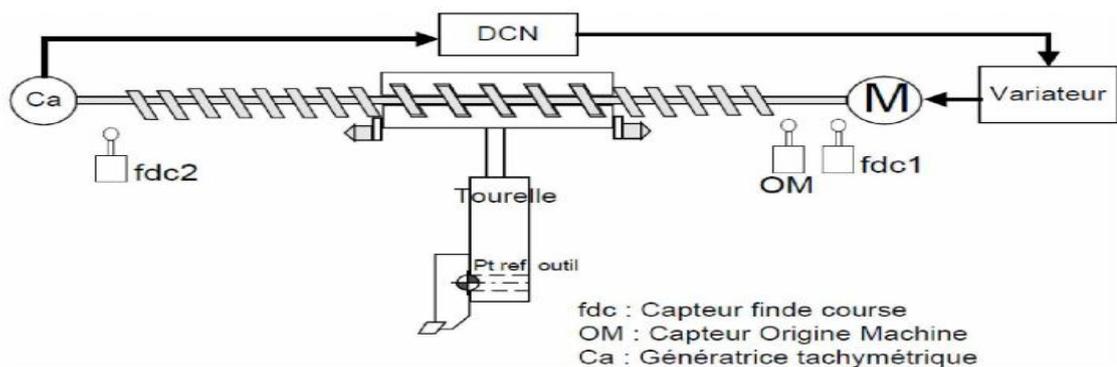
**Figure I.5. Système vis-écrou à bille**

### *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

### *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. Le système de déplacement du porte outil et schématiser comme suit :



**Figure I.6. System d'avance**

### *Repérage des axes de MOCN*

#### *Axe*

Un degré de liberté d'un organe de machine est appelé AXE si l'actionneur du mouvement est asservi en vitesse et position, et s'il peut être synchronisé avec un autre degré de liberté pour obtenir un déplacement qui n'est pas parallèle à une direction principale du système de coordonnées.

Il permet d'obtenir une position, par une instruction numérique, à la résolution du moyen de mesure prés.

Un axe est constitué de façon suivante :

- Un chariot mobile sur glissières.
- Un système de transmission vis-écrou (vis à billes).
- Un moteur et un réducteur.
- Un dispositif de mesure de vitesse.
- Un dispositif de mesure de position.

Chaque axe de déplacement est donc assujéti à un asservissement en boucle fermée, dont le principe consiste à mesurer continuellement la position réelle du mobile et à la comparer avec la grandeur d'entrée, ou position de consigne, que délivre la CN pour atteindre la nouvelle position programmée (figure 7). Dès que l'écart entre les deux mesures s'annule le mobile s'arrête.

Le déplacement de la table ou de l'outil d'un point à un autre implique la connaissance :

- De l'axe (X, Y, Z...) sur lequel déplacement doit s'effectuer ;
- Des coordonnées du point à atteindre ;
- Du sens de déplacement (+ou-) ;
- De vitesse de déplacement (d'avance) de table ou de l'outil.

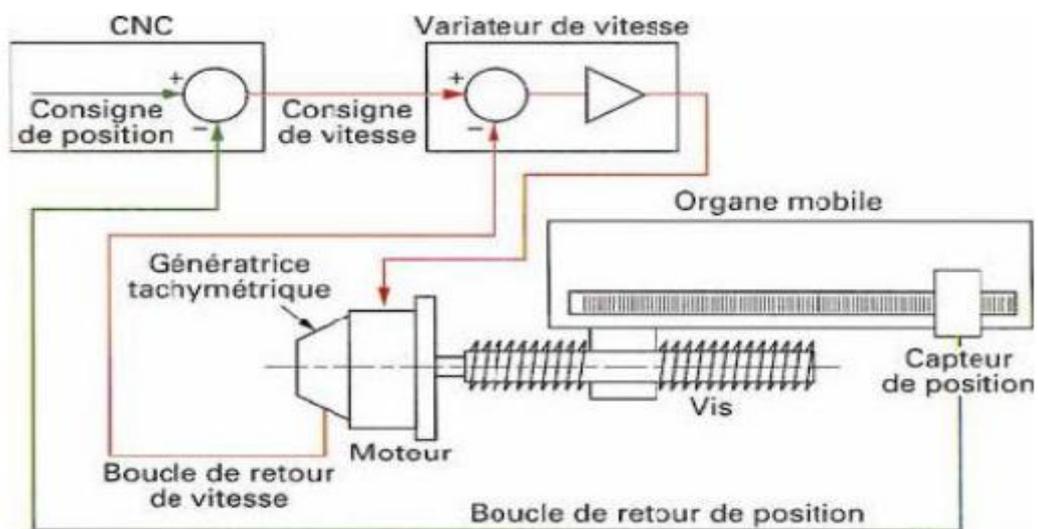


Figure I.7. Principe d'asservissement d'un organe mobile

### *Demi-axe*

Un degré de liberté d'un organe de machine est appelé DEMI-AXE si l'actionneur du mouvement est asservi en vitesse et position, sans pouvoir être synchronisé avec un autre degré de liberté.

### *Axe séquentiel*

Un degré de liberté d'un organe de machine est appelé AXE SEQUENTIEL si l'actionneur du mouvement n'est pas asservi en vitesse et position. Le nombre de position obtenue de façon automatique est très limité.

### *Axes principaux linéaires*

Ils sont au nombre de trois ayant pour symbolisation :

- X Y Z quand l'outil se déplace.
- X' Y' Z' quand la pièce se déplace.

**Tableau I.1. Axes principaux linéaires**

<i>Axe</i>	<i>Particularité</i>
Z ou Z'	Dans la majeure partie des cas l'axe Z ou Z' est l'axe de la broche le sens positif de ces axes correspond à un accroissement des distances relative porte pièce-outil
X ou X'	Il est perpendiculaire à l'axe Z ou Z' et correspond à l'axe ayant le plus grand déplacement.
Y ou Y'	L'axe Y ou Y' forme avec l'axe (X et Z) ou (X' et Z') un trièdre de sens direct.

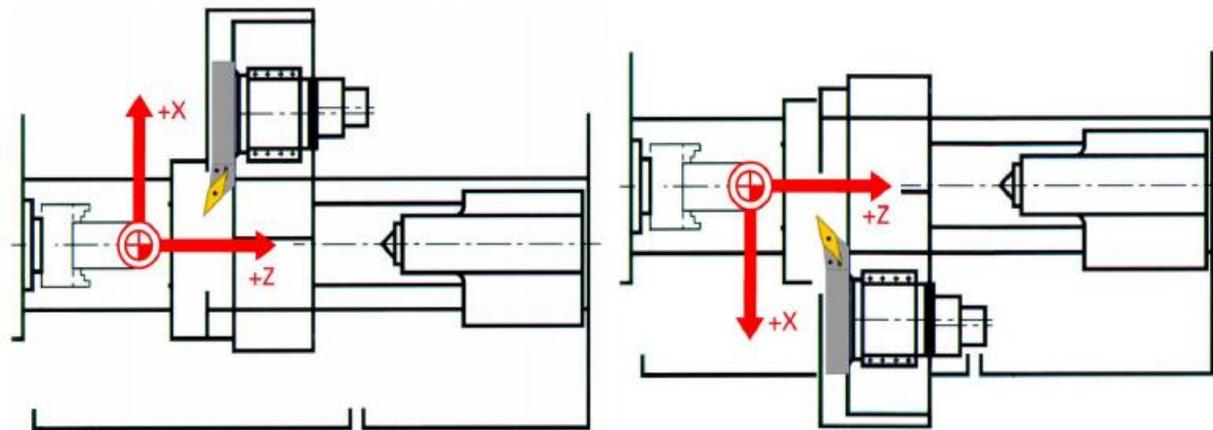


Figure I.8. Axe pour un tour CN tourelle (avant-arrière)

### *Axes circulaires primaires*

A, B, C, désignent les axes circulaires, ils tournent respectivement autour des axes X, Y, Z. les sens positif secondaire en positionnant la main droit tel que le pouce placé dans le sens positif du mouvement, les doigts repliés donnent le sens positif.

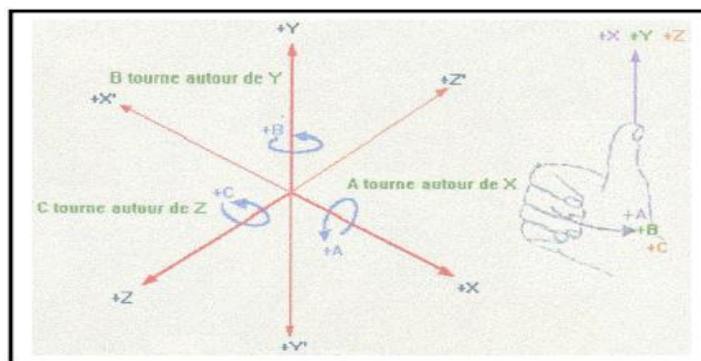


Figure I.9. Sens positif des mouvements de rotation

### *Axes additionnels*

Si en plus des mouvements de translation rectiligne primaire X, Y, et Z il existe des mouvements de translation secondaires parallèles à ceux-ci, ils seront désignés respectivement par U, V, W. si des mouvements tertiaires existent, ils seront désignés par P, Q, R. si en plus des mouvements de rotation primaire A, B, et C il existe des mouvements de rotation secondaires parallèles à A, B, C ils seront désignés respectivement par D et E.

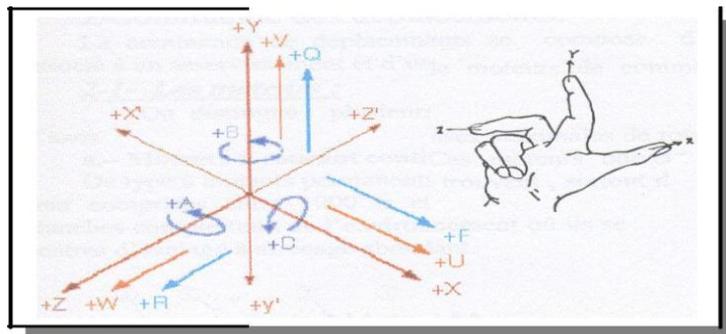


Figure I.10. Axes primaires et additionnels

Tableau I.2. Mouvements de translation et de rotation

Translation			Rotation	
Primaire	Secondaire	Tertiaire	Primaire	Secondaire
X	U	P	A	D
Y	V	Q	B	E
Z	W	R	C	

### Asservissement d'un axe de MOCN

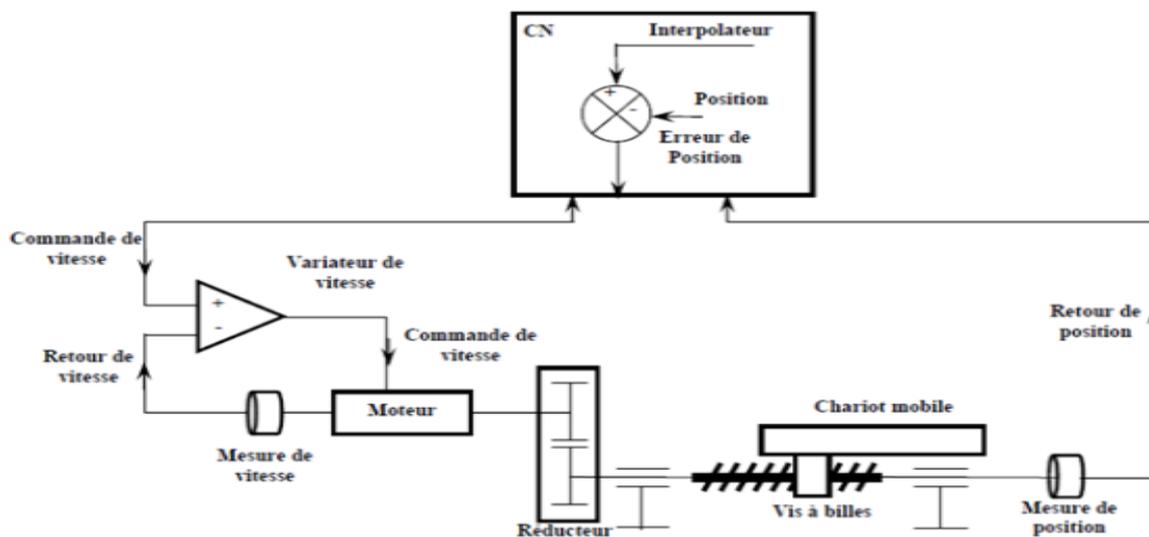


Figure I.11. Structure d'un axe de MOCN

Problème à résoudre ; contrôler à tout moment la vitesse d'avance et la position de l'outil par rapport à la pièce, et relier ces informations au mouvement programmé.

### I.4. Principe de fonctionnement d'une MOCN

Sur les MOCN la connaissance de la position de l'outil par rapport à la pièce est obtenue par l'intermédiaire d'un capteur de position. Les informations recueillies sont analysées par le CNC et comparées aux informations contenues dans le programme d'usinage (cote à atteindre). C'est le calculateur qui remplace l'analyse de l'opérateur, et qui décide la poursuite ou de l'interruption de l'usinage.

De même, la vitesse d'avance est gérée par le CNC. Elle est fixe, et fait partie d'une donnée du programme d'usinage, en avance linéaire. Elle est variable, et est calculée à tout instant en fonction de la position de l'outil par rapport à la pièce. En outre, le CNC peut gérer une décélération de vitesse d'avance à l'approche de la cote à atteindre (opération d'accostage). [4]

#### I.4.1. Système à boucle ouverte

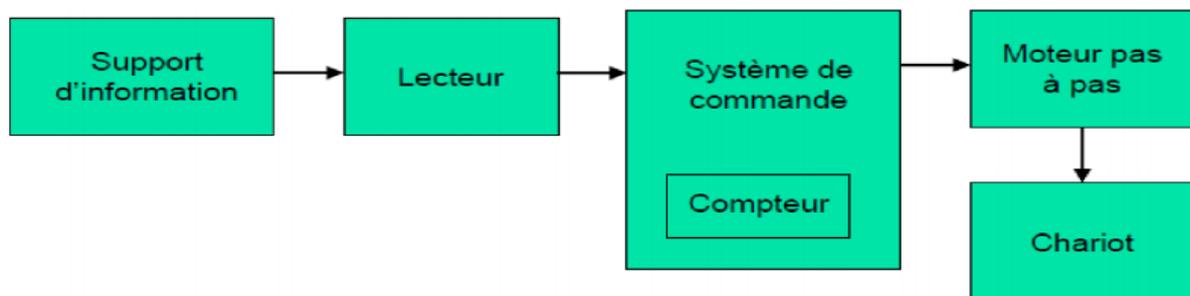


Figure I.12. Système à boucle ouverte

En boucle ouverte le système assure le déplacement du chariot mais ne le contrôle pas.

### I.4.2. Système à boucle fermée

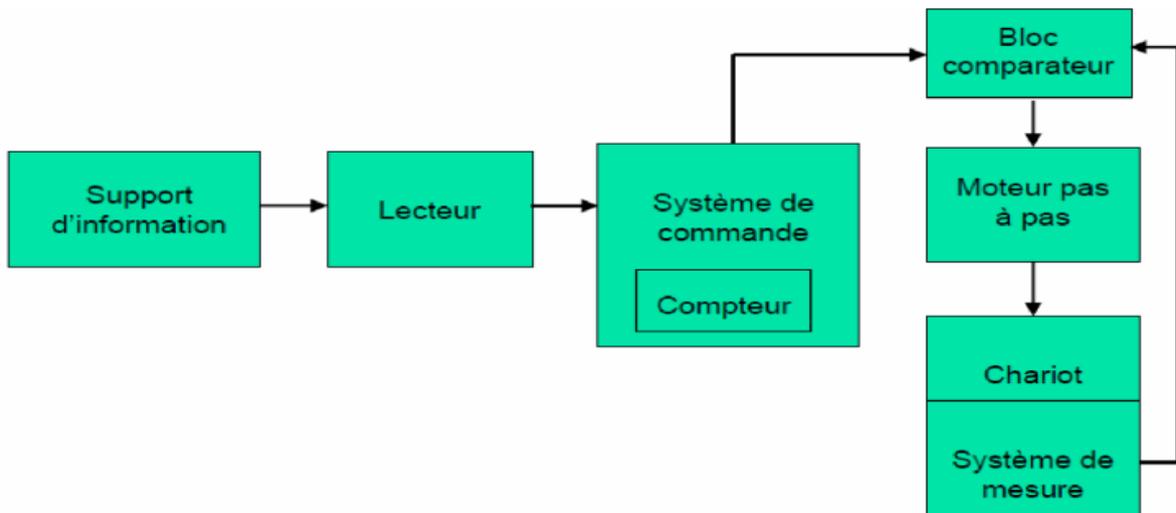


Figure I.13. Système à boucle fermée

En boucle fermée le système contrôle le déplacement ou la position jusqu'à légalité les grandeurs. [5]

## I.5. Classification des MOCN

L'usinage par enlèvement de matière se résume à la conduite d'un mobile (outil ou pièce) suivant un déplacement déterminé, par un ordre (humain ou numérique). Ce déplacement peut être linéaire, angulaire ou circulaire en fonction des possibilités d'asservissement des mouvements. C'est donc naturellement que l'on a classé les MO à CN en fonction de quatre critères. [2] [4]

### I.5.1. Classification suivant le déplacement de la table

En fonction du mode de fonctionnement qui définit les positions successives de l'outil par rapport à la pièce et qui sont toujours schématisées par un déplacement de l'outil et ce quel que soit le type de machine, on rencontre trois cas :

#### I.5.1.1 Déplacement point par point

Ce type de machine est caractérisée par l'absence d'usinage au cours des déplacements suivant les axes X et Y. On trouve des applications sur les perceuses, poinçonneuses, aléseuses (figure11).

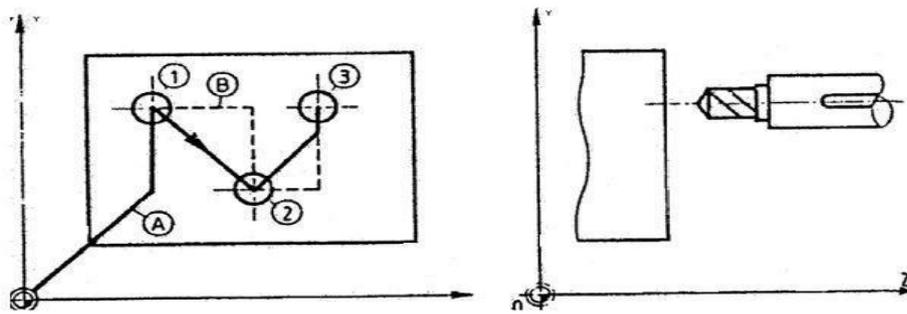


Figure I.14. Commande numérique point à point

Plusieurs possibilités de déplacement s'offrent à l'opérateur pour positionner les perçages 1 2 3. Seule importe la position de l'outil par rapport à la pièce fin de déplacement.

### *Déplacement suivant : A*

Dans ce cas, un ordre de déplacement simultané sur les deux axes X et Y est donné, mais il n'y a aucune synchronisation entre les systèmes de commande de chacun d'eux ; la trajectoire suivie par l'outil se rapproche d'une droite de pente à 45.

### *Déplacement suivant : B*

Dans ce cas, les déplacements se font successivement suivant des directions parallèles aux axes X et Y.

### *Déplacement par axial*

Outre le positionnement précis point par point, la commande numérique par axiale (figure 12) permet de contrôler la vitesse des déplacements s'effectuant parallèlement aux axes de coordonnées (x, y, et z) pour des travaux de tournage, fraisage, rectification, etc. La vitesse d'avance est programmée et un usinage peut être fait pendant le déplacement. Ce genre de CN équipe certaines fraiseuses simples, quelques aléseuses fraiseuses et des perceuses pouvant exécuter de petits fraisages.

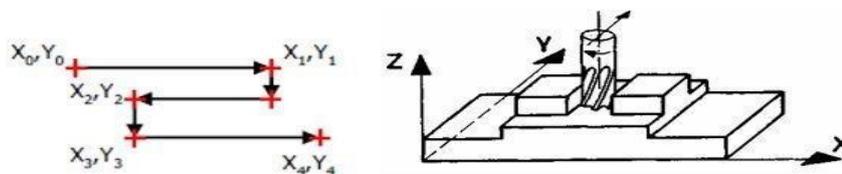


Figure I.15. Commande numérique par axial

### I.5.2. Classification suivant le nombre d'axes

On compte un axe par degré de liberté des éléments de la machine si le mouvement est commandé numériquement et d'une manière continue. Le nombre d'axes varie généralement *entre 2 et 7 axes*.

#### **Deux axes simultanés**

Les deux axes doivent être commandés simultanément pour que l'usinage soit réalisé. Cas de tournage, de fraisage, de perçage, etc.

#### ***Trois axes commutables***

Les axes commutables permettent un usinage successif dans chaque plan. Sur la fraiseuse 3 axes par exemple, on peut réaliser le fraisage dans les 3 plans successivement.

#### ***Deux axes plus un***

Deux axes peuvent être commandés simultanément. Après blocage des deux axes précédents, le troisième axe peut être commandé. Cas des chariots en plongée en tournage après blocage des mouvements dans le plan horizontal, déplacement de la broche en fraisage après blocage des mouvements dans le plan horizontal, etc.

#### ***Trois axes successifs***

Dans ce type de machines, un seul moteur assure la commande du déplacement. L'asservissement d'un axe (X ou Y ou Z) se fait en sélectionnant un embrayage (EX, EY, EZ) correspondant à la trajectoire à contrôler.

#### ***Trois axes simultanés***

Les trois axes doivent être commandés simultanément pour que l'usinage soit réalisé. Cas d'usinage d'une rainure hélicoïdale sur un cône en tournage ou en fraisage.

#### ***Quatre axes***

Le quatrième axe est souvent la rotation d'une plate-forme sur une fraiseuse ou un travail simultané avec deux outils sur un tour.

### *Plus de quatre axes*

Dans cette catégorie, on trouve les machines de complexité élevée.

### **I.5.3. Selon le mode de fonctionnement du système de mesure**

D'après ce critère, on trouve les systèmes en boucle ouverte et en boucle fermée.

### **I.5.4. Selon le mode d'entrée des informations**

D'après ce critère, les informations peuvent être introduites manuellement par clavier, par ruban perforée ou magnétique, par ordinateur principal (DCN) ou en clair (par conversation).

## **I.6. Principe et méthodologie de programmation manuelle**

La programmation est le travail de préparation qui consiste à transposer la gamme d'usinage de la pièce en un ensemble ordonné d'instructions comprises et exécutées par la CN en vue de réaliser son usinage. Ce travail peut être effectué manuellement ou avec l'assistance d'un ordinateur utilisant un langage de programmation évolué. [4]

### **I.6.1. Programmation manuelle**

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

#### *Préparer le dessin de la pièce*

- Définir l'origine de la pièce.
- Indiquer le système de coordonnées.
- Eventuellement calculer les coordonnées manquantes.

#### *Définir le déroulement des opérations d'usinage*

- Quels sont les outils à mettre en œuvre, à quel moment et pour le traitement de quel contour ?
- Dans quel ordre les différents éléments de la pièce devront-ils être usinés ?

- Quels sont les éléments qui se répètent et qui devraient figurer dans un sous-programme ?
- Est-ce que d'autres programmes pièce ou sous-programmes contiennent des contours susceptibles d'être utilisés pour la pièce actuelle ?

### ***Définir la gamme de fabrication***

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

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

### ***Traduire les opérations dans le langage de programmation***

Transcrire chaque opération sous la forme d'un bloc CN (ou de blocs CN).

### ***Regrouper toutes les opérations en un programme***

Le regroupement des opérations doit obéir aux règles de programmation.

### ***Constitution et normalisation des codes en programmation manuelle***

Un programme CN se compose d'une suite de blocs CN. Chaque bloc contient les données pour l'exécution d'une opération d'usinage. Il est divisé en 3 domaines :

En-tête de programme, corps de programme et fin de programme. Ensemble, ces domaines constituent la gamme d'usinage. [4]

Les blocs CN sont formés des composantes suivantes :

- Instructions selon un langage de programmation
- Éléments du langage évolué CN

Les instructions sont constituées d'un symbole d'adresse et d'un chiffre ou d'une suite de chiffres qui décrit une valeur arithmétique.

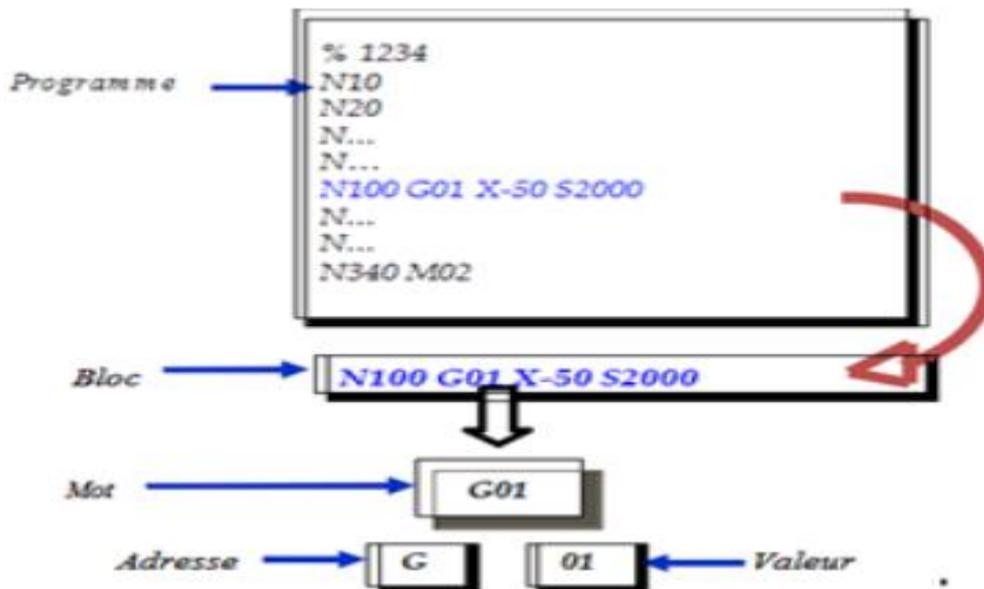


Figure I.16. Structure et contenu d'un programme CN

### Format d'un mot

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

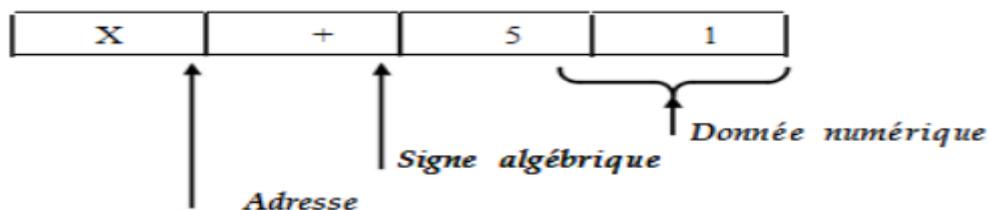


Figure I.17. Format d'un mot

Le symbole d'adresse (généralement une lettre alphabétique) définit la signification de l'instruction. Exemple :

Tableau I.3. Symbole d'adresse

<i>Symbole d'adresse</i>	<i>Signification</i>
G	Fonction G (fonction préparatoire)
X	Information de déplacement pour l'axe X
S	Vitesse de rotation de broche

La suite de chiffre est la valeur affectée au symbole d'adresse. Elle peut contenir un signe et un point décimal, le signe étant toujours placé entre la lettre adresse et la suite de chiffres. Les signes positifs (+) et les zéros de tête (0) n'ont pas besoin d'être écrits.

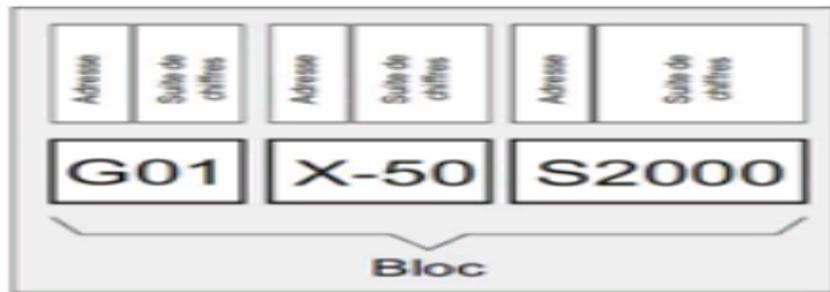


Figure I.18. Bloc de chiffres

Dans le cas de la programmation des opérations d'usinage complexes des machines-outils modernes, il a été complété par les éléments du langage évolué CN.

*Format de bloc*

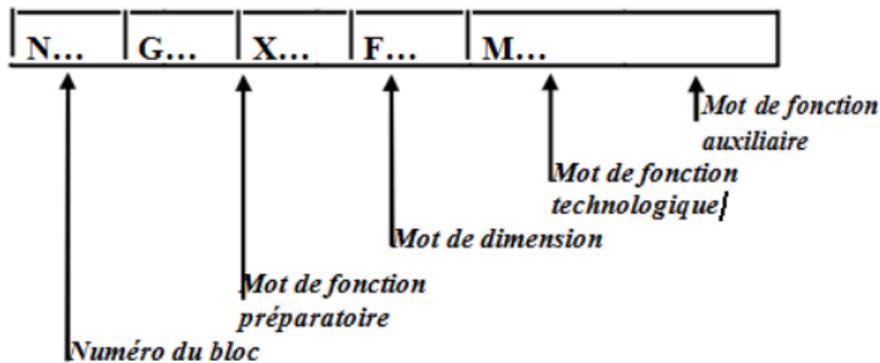


Figure I.19. Forma de bloc

La numérotation n'intervient pas dans l'ordre de déroulement du programme. Il est malgré tout conseillé de numéroter les blocs dans l'ordre d'écriture.

Dans des cas particulier, un bloc se termine par le caractère (;)(EOB = End Of Bloc) ou LF (LINE FEED = nouvelle ligne).

Afin d'obtenir une structure de bloc claire, il est conseillé de placer les instructions d'un bloc dans l'ordre suivant :

**N... G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...**

Pour qu'un programme CN soit plus compréhensible, il est possible d'ajouter des commentaires aux blocs CN. Un commentaire se situe à la fin d'un bloc et est séparé de la partie programme du bloc CN par un point-virgule (";"). [3].

### ***Structure générale d'un programme***

Un programme est exécuté dans l'ordre d'écriture des blocs situés entre les caractères de début et de fin de programme.

### ***Structure d'un programme ISO***

La programmation structurée permet d'analyser et de concevoir plus rapidement un programme de commande numérique. En effet, toutes les opérations d'usinage font appel à un certain nombre de fonctions identiques (appel d'outil, rotation de broche, mise en route et arrêt de la lubrification, conditions de coupe, dégagement d'outil, etc.). [3]

Il est donc intéressant de choisir une structure de programmation commune pour toutes ces opérations, valable quelle que soit la machine utilisée et indépendante de la pièce a obtenu

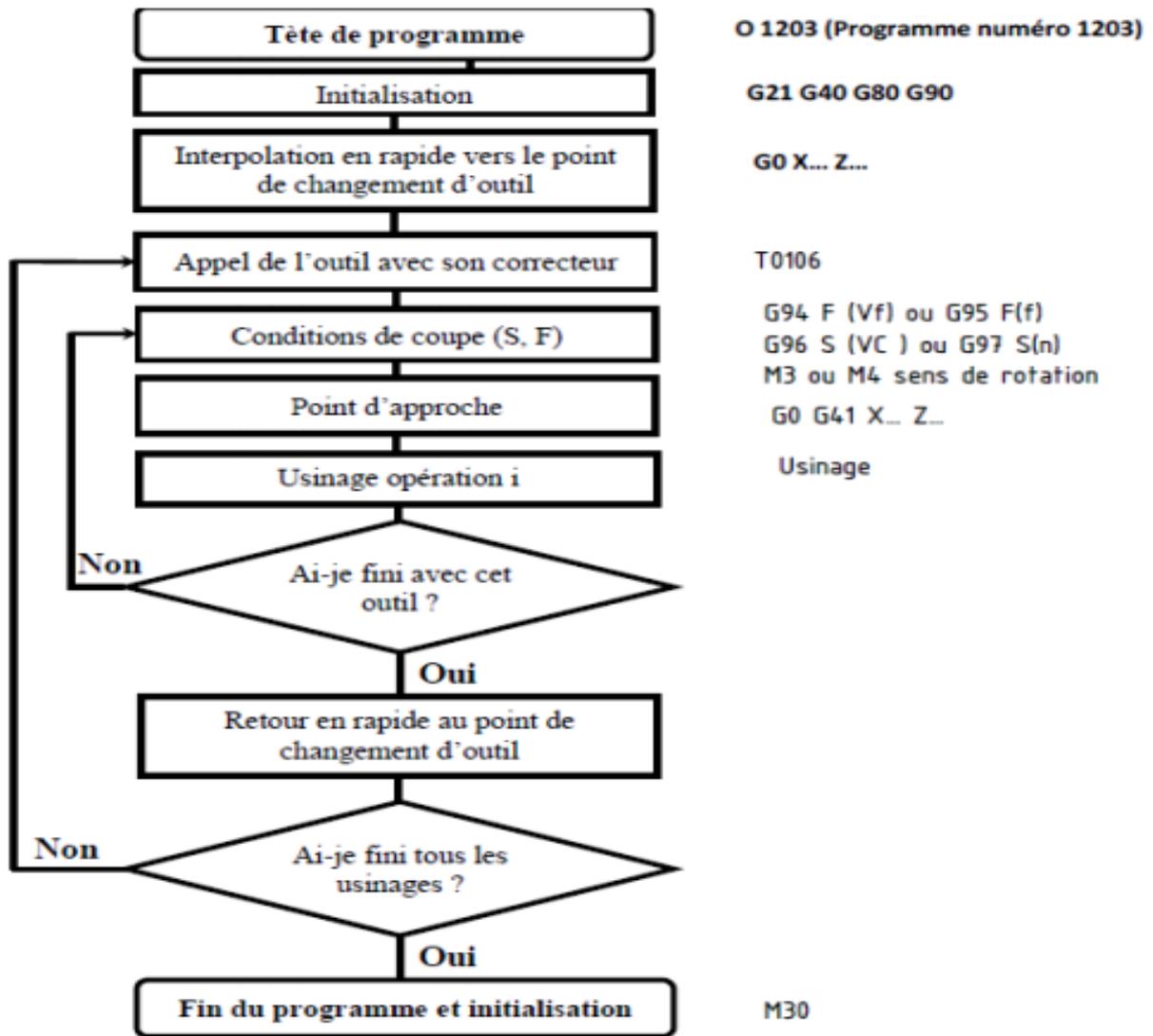


Figure I.20. Structure d'un programme ISO

### I.7. Technologies d'un axe numérique

Une commande numérique (CN) est un automatisme programmable, assurant généralement la commande des vitesses et le contrôle en vitesse et position des organes mobiles d'une machine.

Elle comporte alors deux boucles d'asservissement et un bloc logique avec calculateur

(CNC : Computer Numerical Control).

Le DCN (direct numerical control): DCN est une machine informatique assurant principalement deux fonctions :

➤ **L'entrée des informations :**

- ✓ Entrée du programme : manuelle au clavier ou par disquette, par liaison câblée avec ordinateur externe
- ✓ Analyse du programme : lecture, interprétation, contrôle syntaxe

➤ **Les fonctions de commande :**

- Elaboration des valeurs de consigne (ordres) de 2 types : informations numériques (déplacement, vitesse d'avance..) et informations « tout ou rien »: automatismes divers (arrosage, rotation broche...)

A partir d'un programme préalablement établi, le DCN fournit des ordres (tension électrique, suite d'impulsions...) aux commandes des moteurs d'axes et de broche.

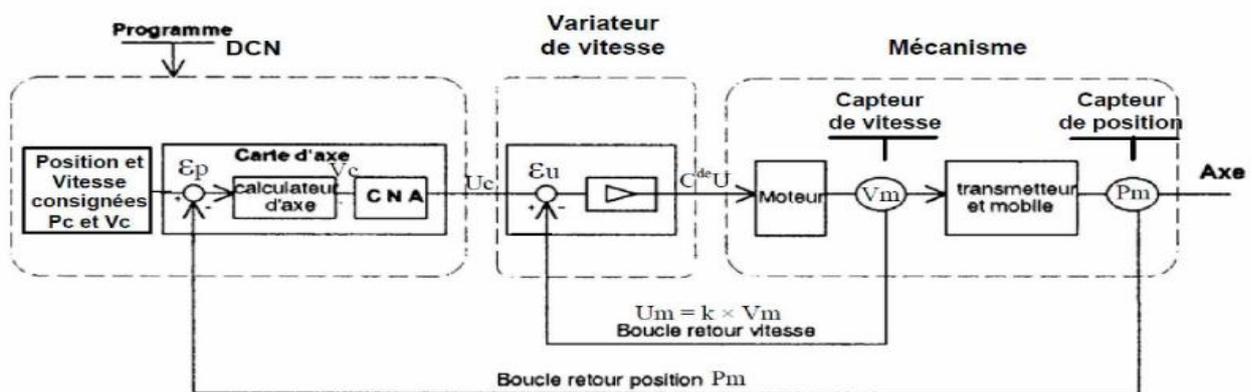
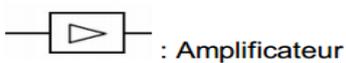
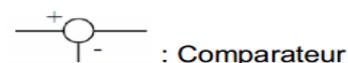


Figure I.21. Sous-ensembles technologiques d'un axe numérique



$P_c$  : Position consignée

$V_c$  : Vitesse consignée

$P_m$  : Position mesurée

$\varepsilon_n$  : Ecart de position

CNA : Convertisseur Numérique → Analogique

$U_c$  : Tension consignée

$V_m$  : Vitesse mesurée

$U_m$  : Tension mesurée

$\varepsilon_u$  : Ecart de tension

$C^{de}U$  : Commande du moteur en tension

### I.8. Technologie du tour à commande numérique

Un tour CNC est équipé d'une commande numérique qui pilote la machine en suivant un programme réalisé manuellement ou automatiquement. La structure d'un tour CNC est plus complexe et dépend de la configuration de la machine.

En numérique ; comme dans le cas du conventionnel, les pièces à usiner sont placées dans le mandrin, l'opérateur n'intervient que pour fixation des pièces ou pour une éventuelle mesure de décalages (pièce ou outil), étant donné que le programme d'usinage est déjà établi, après lancement du programme, la commande numérique gère la rotation de la broche, le choix des outils coupants (en commandant la tourelle), les avances et toutes les opérations connexes.

Le tour à commande numérique distinct de :

- Pas de possibilité de serrer le mandrin avec une clef,
- Pas de manivelles pour agir sur les déplacements,
- Sur le côté de la machine, un pupitre permettant les interventions, supporte la commande numérique (CN).

Un moteur électrique, que contrôle un variateur électronique de vitesse, transmet la rotation à la broche. Un résolveur capte les révolutions assurant ainsi un synchronisme avec les autres mouvements. Le mandrin à serrage hydraulique ou pneumatique maintient la pièce.

Des axes de translation ou de rotation caractérisent chaque déplacement linéaire ou rotatif, l'axe est nommé Z en longitudinal, X en transversal.

Sur chaque axe X et Z, un moteur à courant continue, piloté par un variateur électronique de vitesse, entraîne une vis à roulement de bille qui donne le mouvement de déplacement.

Un dispositif de contrôle, capteur ou transducteur, relève en permanence la position du mobile et, associé aux éléments de commande par l'intermédiaire de la CN il assure la position voulue par l'ordre de déplacement.

Sur la tourelle porte-outil, l'outil choisi pour son action occupe un poste appelé par le travail à réaliser. Divers commande, groupée sur le pupitre de la machine permettent des actions direct sur le tour ou transitant par la commande numérique.

Les informations formulées en code binaire par l'opérateur sont introduites dans la CN par l'intermédiaire de la bonde perforée ou du clavier. Elle traduisant un ordre, une action sous forme de fonction de paramètre ou de valeurs numérique exigées par la préparation du travail et le programme d'usinage.

Le système ce qui doit se faire et dans quelles conditions, puis il traite l'information et agit en conséquence, car il possède des fonctions logiques mémorisées et des automatismes programmés qui déterminent les aptitudes de la machine. [5]

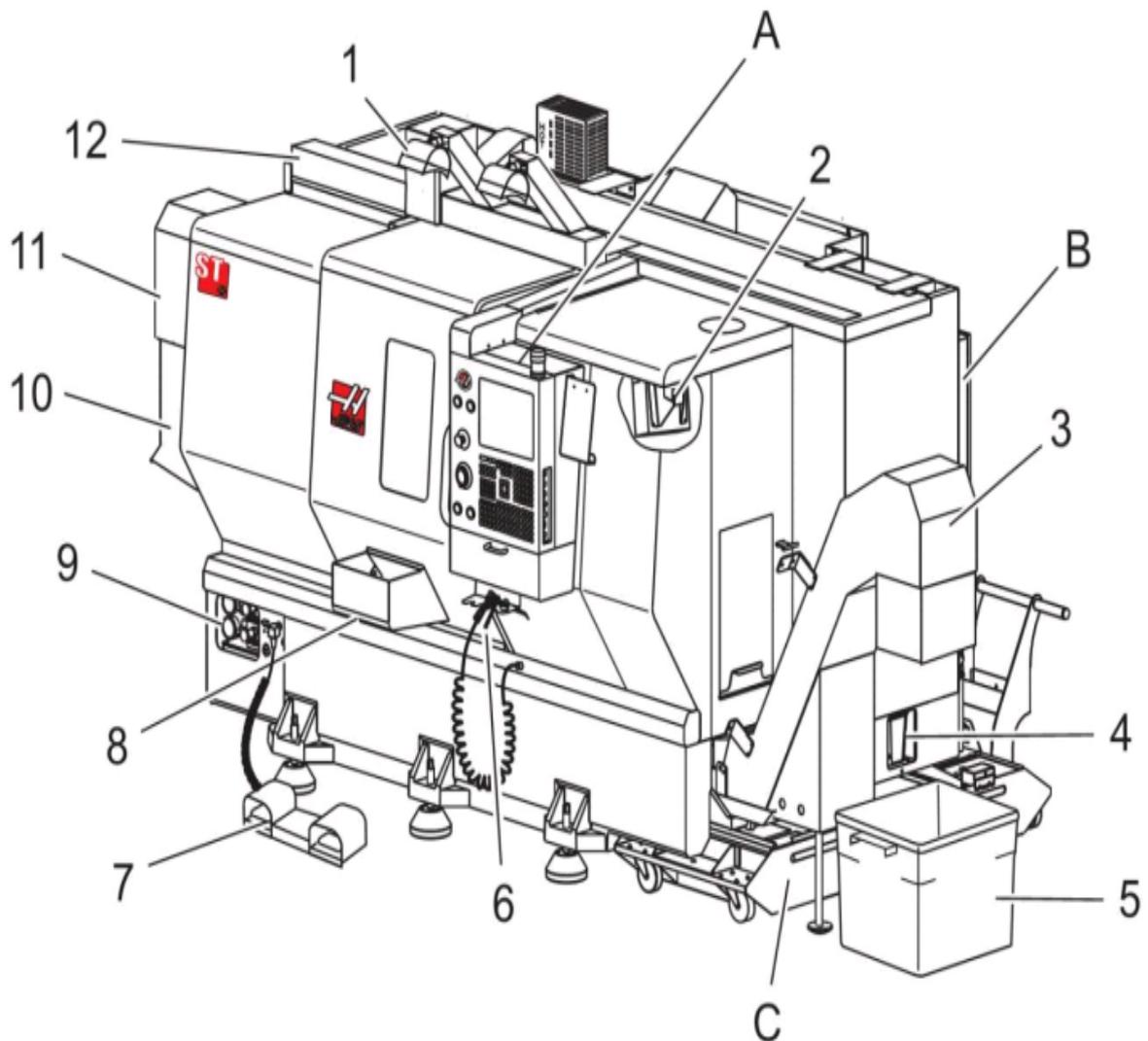
### **I.9. Description générale**

La structure d'un tour numérique ne change pas en grand-chose par rapport à un tour conventionnel, il y a toujours un moteur qui fait tourner une broche à une vitesse voulue, seulement, la gamme de vitesse est assurée au moyen d'un variateur de vitesse qui commande le moteur, au lieu de la boîte des vitesses sur le tour conventionnel [6].

Pour la commande des axes, elle est indépendante de la rotation de la broche contrairement au cas du tournage conventionnel. Vu de l'extérieur, un tour numérique semble

Très différent un tour conventionnel (voir figure I.22), cela revient aux différentes fonctionnalités dont un tour numérique est équipé

(Convoyeur à copeaux, conteneur à copeaux, boîtier de commande suspendu, soufflette d'air, pédales,...), en plus des couvercles et porte automatique qui sécurise l'espace de travail.



**Figure I.22. Tour numérique vue extérieur**

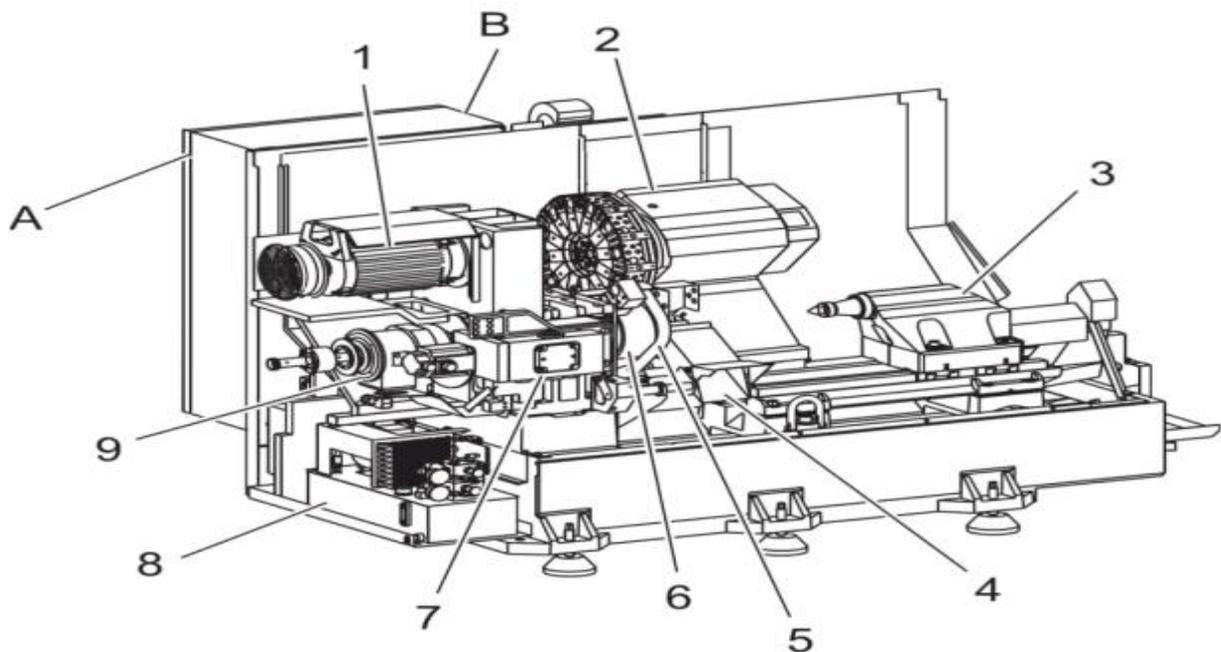
- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Éclairage à haute intensité | 9. Groupe hydraulique (HPU)         |
| 2. Éclairage de travail        | 10. Collecteur fluide d'arrosage    |
| 3. Convoyeur à copeaux         | 11. Moteur de broche                |
| 4. Bâche évacuation d'huile    | 12. Servo de porte automatique      |
| 5. Conteneur à copeaux         | A. Boîtier de commande suspendu     |
| 6. Soufflette d'air            | B. Panneau de lubrification minimal |
| 7. Pédales                     | C. Réservoir de liquide d'arrosage  |
| 8. Collecteur pièces           |                                     |

Un autre aspect qui caractérise le tour numérique est le gyrophare ; il donne une confirmation visuelle rapide des états actuels de la machine. Il y a différents états de gyrophare :

- Désactivé : La machine est arrêtée.
- Vert continu : La machine fonctionne.
- Vert clignotant : La machine est arrêtée mais est prête à fonctionner. L'action de l'opérateur est nécessaire pour continuer.
- Rouge clignotant : Un défaut s'est produit, ou la machine est en arrêt d'urgence.
- Jaune clignotant : Un outil n'est plus viable et l'écran de durée de vie des outils l'affiche automatiquement.

De l'intérieur, le tour est très semblable à un tour conventionnel ; sauf que le port outil est remplacé par une tourelle, généralement d'une capacité d'outils plus grande et commandée numériquement.

En plus, on remarque l'absence du tablier puisque la commande de chaque axe est indépendante de l'autre et de la broche.



**Figure I.23. Tour vue de l'intérieur**

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. Moteur de broche              | 7. Ensemble entraînement d'axe C        |
| 2. Ensemble tourelle porte-outil | 8. Groupe hydraulique                   |
| 3. Poupée mobile                 | 9. Ensemble tête de broche              |
| 4. Collecteur pièces             | A. Armoire de commande                  |
| 5. Bras du LTP                   | B. Armoire de commande, panneau latéral |
| 6. Bras du LTP                   |   |

Les tours CNC sont caractérisés par les éléments suivants :

- Nombre de tourelles
- Tourelle motorisées ou non
- Nombre d'outils sur la tourelle
- Type de la commande numérique

### **I.10. Avantages par rapport aux tours conventionnels**

Les tours conventionnels laissent aujourd'hui de plus en plus la place à des tours à commande numérique qui peuvent aisément réaliser des opérations complexes, ceci est grâce à différentes caractéristiques, par exemple, il existe une fonction de programmation en commande numérique qui permet d'avoir une vitesse de rotation évolutive (recalculée dynamiquement par rapport au diamètre usiné). Cette fonctionnalité s'appelle la vitesse de coupe constante, ou vitesse circonférentielle. Elle permet d'avoir des états de surface bien supérieurs à l'usinage traditionnel. En plus, sur un tour numérique il y a :

- Optimisation des paramètres de coupe,
- Possibilité de réaliser des formes complexes,
- Possibilité de continuité de production hors des heures de travail,
- Changement rapide d'outil,
- Déplacement hors usinage en vitesse rapide,
- Très bonne répétabilité des pièces (qualité de pièce constante),
- ...

### I.10.1. Différence entre tour conventionnelle et le tour CNC

Exemple d'usinage simple pièce serré dans le mandrin

**Tableau I.4. Différence entre le tour conventionnel et le tour CNC [5]**

<i>Tour conventionnelle. L'ouvrier doit</i>	<i>Tour CNC (supposant la mise en service d'un système et l'installation des mesures faites). L'ouvrier doit</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. monter la pièce.</li> <li>2. monter l'outil pouvant satisfaire l'usinage</li> <li>3. définir les conditions de coupe (vitesse, avance, profondeur, nombre de passes, arrosage).</li> <li>4. sélectionner les vitesses de rotation, d'avance.</li> <li>5. mettre en marche selon le sens de rotation.</li> <li>6. approcher l'outil de la pièce.</li> <li>7. régler la profondeur de passe (rattraper le jeu éventuel).</li> <li>8. embrayer le mouvement (usiner la pièce, contrôler après arrêt, corriger...).</li> <li>9. débrayer le mouvement.</li> <li>10. dégager l'outil.</li> <li>11. arrête la machine.</li> <li>12. démonter la pièce.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. monter la pièce</li> <li>2. relever et introduire dans la CN les jauges outil.</li> <li>3. monter l'outil.</li> <li>4. relever et introduire dans la CN l'origine par rapport au POM.</li> <li>5. sélectionner éventuellement la gamme de vitesse.</li> <li>6. introduire de programme d'usinage dans la CN (la définition des paramètres par l'automatisme de système).</li> <li>7. fermer la porte de protection</li> <li>8. appuyer sur (DEPART CYCLE).               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Usinage de la pièce</li> <li>➤ Contrôle et correction si nécessaire</li> <li>➤ Arrêt en la fin de programme</li> </ul> </li> <li>9. ouvrir la porte de protection.</li> <li>10. démonter la pièce.</li> </ol>

### Conclusion

*L'utilisation des MOCN présente un grand intérêt pour la fabrication en petite et moyenne série ainsi que pour les formes complexes des pièces à usiner. La machine-outil et son évolution actuelle, la machine-outil à commande numérique représentent encore le moyen de production le plus important des pièces mécaniques. Une machine-outil à Commande Numérique MOCN est une machine d'usinage à cycle automatique programmable.*

*Dans ce chapitre on a consacré pour la présentation des machines outil à commande numérique MOCN ; un aperçu général sur la technologie des MOCN, citant la classification, l'architecture, la programmation des MOCN pour différentes commandes.*

***Chapitre II.***

***Typologie de la maintenance***

***... .....35-49***

***Page***



### Introduction

*Les installations et les équipements ont tendance à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples (usure, déformations, corrosions...). Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt définitif ou momentané qui influera sur les capacités de production et mettre la sécurité du personnel en danger.*

*Pour améliorer la production et la bonne conduite des différents équipements, les ingénieurs ont mis en place une maintenance dont ils ne peuvent s'en passer, car elle est devenue indispensable pour les entreprises.*

### II.1. Définition de la maintenance

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. **AFNOR X 60-000 (mai 2002) [7]**

### II.2. Rôle du service maintenance

La maintenance permet d'organiser, prévoir, planifier et gérer les opérations d'entretien. La maintenance permet donc de conserver un bien dans son état maximal de production. Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations.

La fonction maintenance sera alors amenée à établir des prévisions ciblées :

- *Prévisions à long terme*

Elles concernent les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont des prévisions qui sont le plus souvent dictées par la politique globale de l'entreprise.

- *Prévisions à moyen terme*

La maintenance doit se faire la plus discrète possible dans le planning de charge de la production. Il lui est donc nécessaire d'anticiper, autant que possible, ses interventions en fonction des programmes de fabrication. La production doit elle aussi prendre en compte les impératifs de suivi des matériels.

## Chapitre II. Typologie de la maintenance

- *Prévisions à courts termes*

Elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée, voire de quelques heures. Même dans ce cas, avec le souci de perturber le moins possible la production, les interventions devront elles aussi faire l'objet d'un minimum de réparation.

Le service maintenance doit donc maîtriser le comportement des matériels en gérant les moyens nécessaires et disponibles. C'est là que l'importance de la mutation de l'entretien traditionnel vers une logique de maintenance prend toute son importance. [8]

### II.3. Fonction de la maintenance

La fonction maintenance est l'une des trois fonctions techniques principales de l'industrie :

fonction Etude, fonction de production, fonction maintenance. Le graphe suivant montre que la maintenance est une fonction intégrée à la vie de l'entreprise car elle est constamment en contact avec les différents services de l'entreprise.

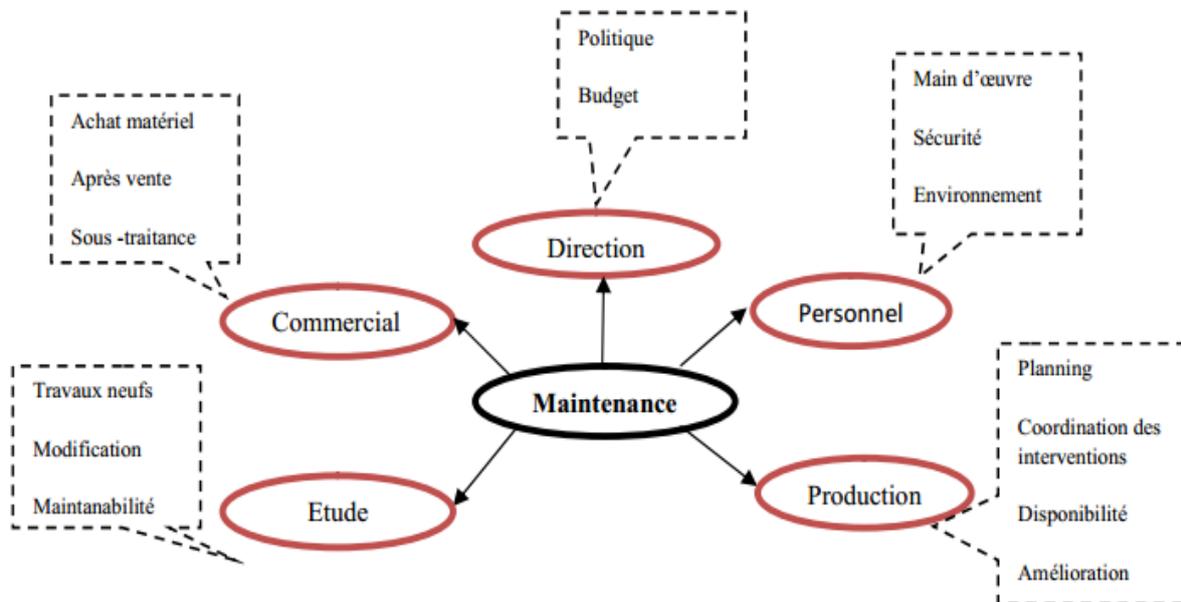


Figure II.1. Fonction maintenance

### II.4. Objectifs de la maintenance

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

#### II.4.1. Objectifs financiers

- Réduire au minimum les dépenses de maintenance.
- Assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget.

#### II.4.2. Objectifs opérationnels

- Maintenir l'équipement dans les meilleures conditions possibles.
- Assurer la disponibilité maximale de l'équipement à un coût minimum.
- Augmenter la durée de vie des équipements.
- Assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment. [9]

Les objectifs de la maintenance, schématisés dans la figure 2, sont nombreux [10] :

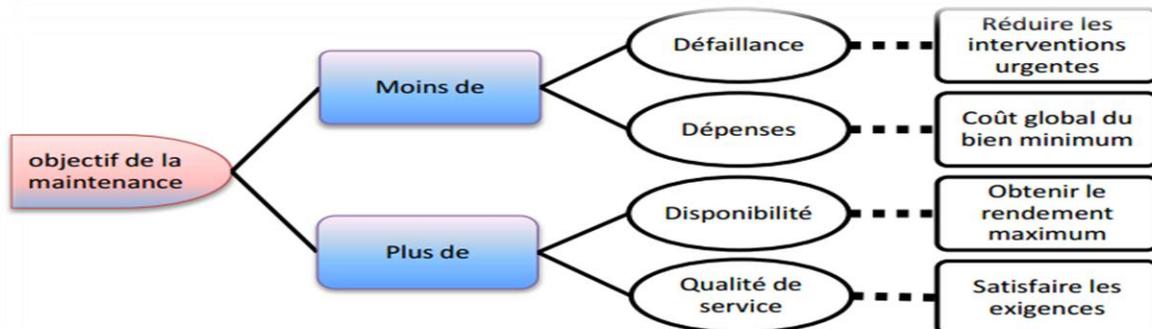


Figure II.2. Schématisation des objectifs de la maintenance

### II.5. Types de maintenance

Les types de maintenance ou bien les stratégies de maintenance dépendent de l'utilisation du matériel et du type de matériel. Ils peuvent être répertoriés en deux grandes catégories sur la figure II.3, nous présentons les différents types de maintenance. [11]

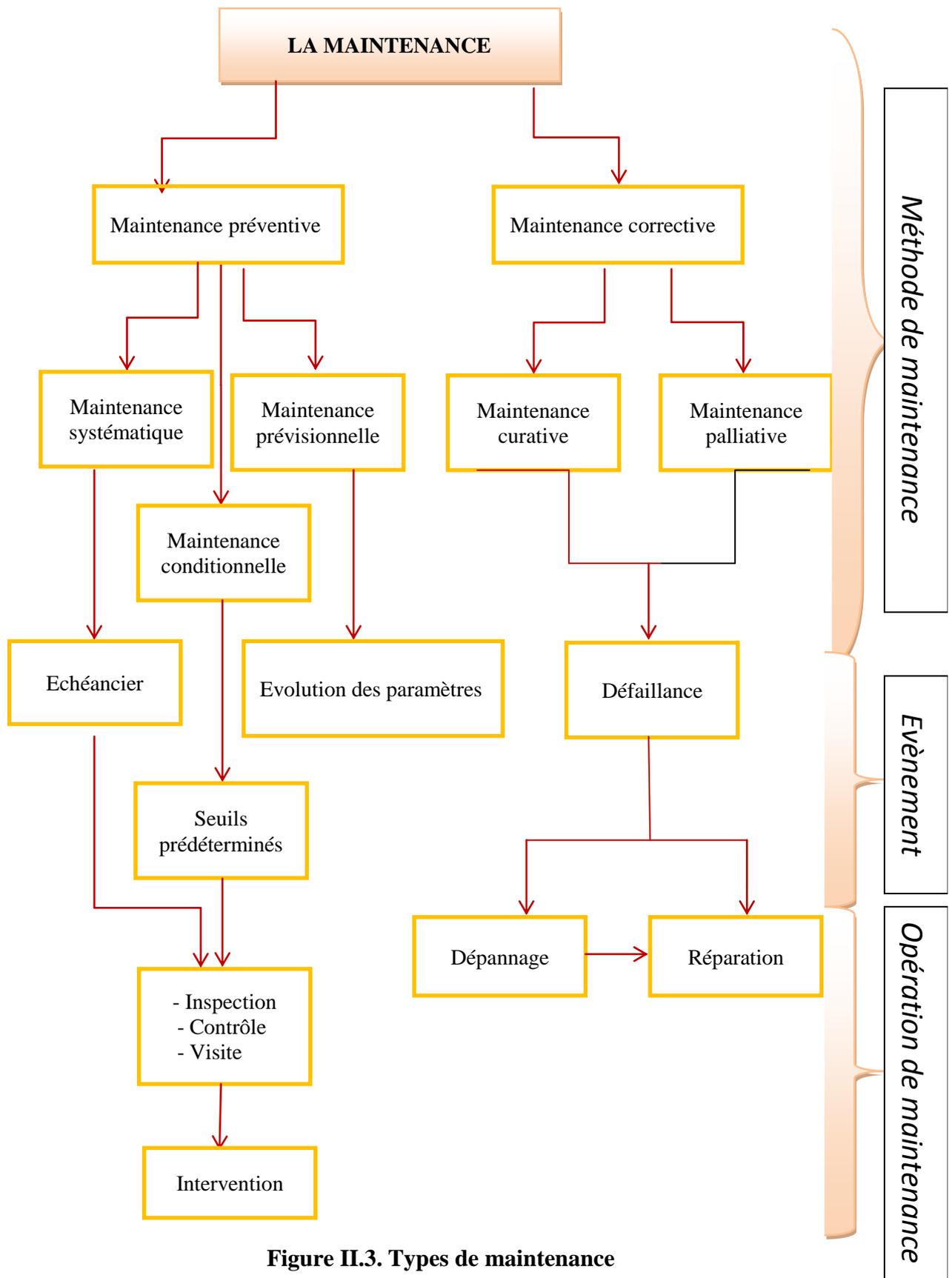


Figure II.3. Types de maintenance

### **II.5.1. Maintenance préventive**

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité des défaillances ou la dégradation du fonctionnement d'un bien. [7]

La maintenance préventive peut être :

- Systématique.
- Conditionnelle.
- Prévisionnelle.

#### **II.5.1.1. Maintenance systématique**

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

#### **II.5.1.2. Maintenance conditionnelle**

Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent.

#### **II.5.1.3. Maintenance prévisionnelle**

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

### **II.5.2. Maintenance corrective**

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, le remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement. [10]

#### **II.5.2.1. Maintenance curative**

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Les résultats des activités

réalisées doivent présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagements ayant pour objet de supprimer le ou les défaillances.

### II.5.2.2. Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelé couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

## II.6. Niveaux de maintenance

Une des conditions pour réussir un système de maintenance serait de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise. Ainsi, selon le degré d'organisation de l'entreprise nous pouvons avoir jusqu'à cinq niveaux de maintenance, ceux-ci font référence à la complexité des tâches à effectuer et aux ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de chacune des tâches. [12]

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- A la nature de l'intervention ;
- A la qualification de l'intervention ;
- Aux moyens mis en œuvre.

L'organisation des activités de maintenance par niveau (voir le tableau I.1.) [13] :

**Tableau II.1. Cinq niveaux de maintenance**

Niveau X	Nature de l'intervention	Compétence de l'intervenant	Lieu de l'intervention	Outillage nécessaire à l'intervention	Stock des pièces de rechange
1	-Réglage simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture d'équipement. -Echange des éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, certains fusibles...)	Exploitant du bien	Sur place	Instructions d'utilisation sans outillage	Très faible en en pièce consommables
2	-Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet. -Opération mineures de maintenance préventive (graissage, contrôle de bon fonctionnement...)	Technicien habilité	Sur place	Instruction d'utilisation. Outillage portable défini par les instructions de maintenance.	Pièce de rechange nécessaire transportable sans délai et à proximité du lieu d'exploitation
3	-Identification et diagnostic Des pannes. -Réparations par échange de composants ou éléments fonctionnels. -Réparations mécanique mineures. -Toutes opérations courantes de maintenance préventive (réglage général, réalignement...)	Technicien spécialise	Sur place ou locale de maintenance	Outillage prévu dans les instructions de maintenance. Appareils de mesure et de réglage. Bancs d'essais Et de contrôle des équipements	Pièces approvisionnées par le magasin

## Chapitre II. Typologie de la maintenance

---

4	-Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. -Réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance. -Vérification des étalons de Travail.	Equipe comprenant un encadrement très spécialisé	Atelier spécialisé	Outillage général. Bancs de mesure et étalons. Toute documentation.	
5	-Rénovation. -Reconstruction ou exécution des réparations importantes.	Constructeur ou reconstruteur	Atelier central ou unité extérieur	Moyens proches de la fabrication.	

### II.7. Coûts de maintenance

Les coûts de maintenance peuvent être divisés en deux grandes familles : les coûts directs qui conditionnent l'activité même de maintenance, ils sont quantifiables et les coûts indirects correspondant au « manques à gagner » résultat de l'indisponibilité de l'équipement de production, certains sont quantifiable d'autres non.

#### II.7.1. Coûts directs de maintenance (Cm)

Ils peuvent se rapporter à une intervention corrective (Cmc), préventive (Cmp).

Les coûts directs de maintenance (Cm) sont constitués des éléments suivants :

##### II.7.1.1. Coûts de main d'œuvre

Les coûts de main d'œuvre correspondent au produit « temps passé x taux horaire de maintenance ». Les temps passés sont saisis par les techniciens de maintenance sur les bons de travail. Le taux horaire de maintenance exprimé en DA / heure est fourni par la comptabilité. Ce taux est évidemment fonction de la qualification de l'intervenant, mais également de la politique sociale de l'entreprise. Ceci explique que ce taux varie pour un même technicien employé dans des structures différentes.

##### II.7.1.2. Frais généraux du service maintenance

## **Chapitre II. Typologie de la maintenance**

---

Les frais généraux du service maintenance sont les frais fixes du service, estimés à l'année étamines à l'heure d'activité. Ils sont parfois estimés en pourcentage du budget du service ou intègres au taux horaire. Ils comprennent les appointements des cadres et des employés de bureau, les loyers, les assurances, les frais de chauffage, d'éclairage, de reprographie, de communication, etc.

### **II.7.1.3. Coûts de possession des stocks, des outillages et des machines**

Les coûts de possession des stocks, des outillages et des machines donnent une évaluation des pertes et dépréciations dues au stockage. Ils intègrent également les frais de magasinage.

### **II.7.1.4. Consommation de matières, de fournitures, de produits utilisés**

L'exécution des tâches de maintenance exige de nombreuses fournitures dont le coût est connu grâce aux factures rédigées par les fournisseurs.

### **II.7.1.5. Consommation des pièces de rechange**

Il s'agit d'un poste important en maintenance, évalué à partir des factures d'achat qu'il faut réactualiser (pièce dormante pendant plusieurs années, mais qui reste stratégique) et corriger par la prise en compte des frais de transport, de passation de commande et de magasinage.

### **II.7.1.6. Coûts des contrats de maintenance**

La maintenance de certains matériels spécifiques est parfois externalisée (sous-traitance). Le montant du contrat de maintenance est généralement négocié à l'année.

### **II.7.1.7. Coûts des travaux sous-traités**

Les coûts des travaux sous-traités sont connus par les factures des prestataires de service, puis éventuellement majorés par un « taux de participation du service » sous forme de prêt de matériel, assistance, contrôle, etc.

Il est alors possible de regrouper les coûts directs de maintenance en 4 rubriques :

- **Cmo**: dépenses de main d'œuvre.
- **Cf**: dépenses fixes du service maintenance.

- Cc : dépenses de consommables.
- Ce : dépenses externalisées.

$$C_m = C_{m0} + C_f + C_c + C_e \quad (\text{II.1.})$$

### II.7.2. Coûts indirects de maintenance (Ci)

Les coûts indirects de maintenance peuvent aussi être nommés coûts indirects de disponibilité ou coûts indirects d'arrêt de production. Ces coûts intègrent toutes les conséquences économiques induites par l'arrêt d'un équipement requis.

#### II.7.2.1. Perte de production (Cp)

Il est évident que, pendant l'arrêt d'une ligne de production, non seulement les produits non fabriqués ne peuvent être commercialisés, mais plus encore, ils sont vendus par la concurrence.

Il est possible d'estimer les pertes de production par : « **temps d'indisponibilité (Ti) x taux horaire de non production ('t)** ».

Ti est le temps de l'indisponibilité relevé pendant une période où l'équipement défaillant est requis. Le taux horaire, exprimé en DA / heure, est déterminé pour l'équipement considéré.

Il dépend majoritairement de la criticité de l'équipement à l'intérieur de l'ensemble du système de production.

#### II.7.2.2. Coûts de la main d'œuvre de production

Ces coûts correspondent à l'attente des opérateurs pendant le temps d'indisponibilité de l'équipement (Ti).

#### II.7.2.3. Coûts des arrêts induits

Les coûts des arrêts induits touchent particulièrement les organisations en flux tendus. En effet, faute de stocks tampons, l'arrêt d'une unité sur une ligne de production perturbe rapidement les unités en amont (saturation) et en aval (pénurie).

#### II.7.2.4. Coûts des rebuts, de la non-qualité et des délais non tenus

## **Chapitre II. Typologie de la maintenance**

---

Ces coûts sont souvent difficilement chiffrables, puisque le coût de la diminution ou de la perte d'une certaine image de marque ne peut être défini précisément. Il est cependant possible d'estimer les pénalités de retard et les coûts des pièces fabriquées mais rebutées.

### **II.7.2.5. Frais de redémarrage de production**

Souvent, le redémarrage d'une ligne de production induit une période de perte de matière ou de qualité, obligeant à éliminer des produits fabriqués.

### **II.7.2.6. Coûts induits en cas d'accident corporel**

Une panne fortuite traitée dans l'urgence est malheureusement parfois génératrice d'accidents du travail en interne, et parfois même, peut induire des dommages corporels pour les usagers.

### **II.7.3. Coûts de défaillance (Cd)**

Les coûts de défaillance résultent des coûts directs et indirects d'une ou d'un cumul de défaillances relatives à un équipement. [10]

$$Cd = C_m + C_i \quad (II.2.)$$

## **II.8. Opérations de maintenance**

### **II.8.1. Visite**

Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité prédéterminée.

Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies ou préalable qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel.

### **II.8.2. Contrôle**

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut, comporter une activité d'information, inclure une décision, acceptation, rejet, ajournement, déboucher comme les visites sur opérations de maintenance corrective.

### **II.8.3. Inspection**

## **Chapitre II. Typologie de la maintenance**

---

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

### **II.8.4. Dépannage**

C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un équipement en panne en vue de la remettre en état de fonctionnement. Cette action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation hors règles de procédures, du coût et de qualité, et dans ce cas sera suivi de la réparation. Le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute inspection ou intervention à l'arrêt.

### **II. 8.5. Réparation**

C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. La réparation peut être décidée, après décision, soit immédiatement à la suite d'un incident, ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

### **II.8.6. Révision**

Ensemble des actions d'examens, de contrôle et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.[14]

## **II.9. Activités connexes de maintenance**

Les activités connexes complètent les actions de maintenance et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

### **II.9.1. Maintenance d'amélioration**

L'amélioration du bien d'équipement consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspondant à la maintenance d'amélioration. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité de projet. L'amélioration concerne tous les matériels à condition que la rentabilité soit vérifiée.

### **II.9.2. Rénovation**

Inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement réparation des pièces et sous-ensembles défectueux, conservation des pièces bonnes.

### **II.9.3. Reconstruction**

Remise en l'état défini par le cahier des charges initial, qui impose le remplacement de pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes.

### **II.9.4. Modernisation**

Remplacement d'équipement, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciel apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien.

### **II.9.5. Travaux neufs**

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau.

A partir de là, on prend souvent la décision de leur confier l'ensemble des responsabilités de mise en place des nouvelles installations. On crée alors un service appelé « maintenance-travaux neufs ». L'étendue des responsabilités en matière de travaux neufs est très variable d'une entreprise à l'autre.

### **II. 9.6. Sécurité**

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre. Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles-

mêmes dangereuses, il apparaît que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite. [14]

### II.10. Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité

#### II.10.1. Fiabilité

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné. [15]

Elle est caractérisée par la probabilité  $R(t)$  que l'entité  $E$  accomplisse ces fonctions, dans les conditions données pendant l'intervalle de temps  $[0, t]$ , sachant que l'entité n'est pas en panne à l'instant 0.

$$R(t) = P [E \text{ non défaillant sur } [0, t]]$$

#### II.10.2. Maintenabilité

Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.

Elle est caractérisée par la probabilité  $M(t)$  que l'entité  $E$  soit en état, à l'instant  $t$ , d'accomplir ses fonctions, sachant que l'entité était en panne à l'instant 0.

$$M(t) = P [E \text{ est réparable sur } [0, t]]$$

#### II.10.3. Disponibilité

Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs est assurée.

Elle est caractérisée par la probabilité  $A(t)$  que l'entité  $E$  soit en état, à l'instant  $t$ , d'accomplir les fonctions requises dans des conditions données.

$$A(t) = P [E \text{ non défaillant à l'instant } t]$$

$$\text{Disponibilité} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (\text{II.3.})$$

### Conclusion

## Chapitre II. Typologie de la maintenance

---

*Dans ce chapitre nous avons appelé les concepts de base de la maintenance qui jouent un rôle primordial pour garantir la disponibilité des systèmes. Aujourd'hui l'entretien ou le service maintenance est un service essentielle et plus important pour chaque entreprise cherche à une production maximale, synchronisation avec la production abondante et la compétition entre les entreprises actuellement qui nous sont imposées un soin intensifs pour ce secteur pour arrivons à notre objectives.*

*Chapitre III.*

**Description de tour TRAUB TNA 500**

.....**50-63**

*Page*



### Introduction

*La TNA TRAUB, ce nom s'est fait une solide réputation dans le monde entier dès qu'il est question de décolletage de grande envergure de lopins, d'arbre ou de pièces en barre. La précision et la rentabilité de ces machines, la rapidité de leur rééquipement ou changement de série et la convivialité de leur conduite en ont fait une référence.*

*Une référence consolidée par la robustesse de leur structure mécanique, le large dimensionnement de leur zone de travail et leur tourelle à couronne que l'on retrouve sur toutes les versions de TNA 500 et TNA 600. Conduite et programmation sont également fort appréciées dans les ateliers grâce à la commande TX8h de TRAUB.*

### III.1. Tour à commande numérique TRAUB TNA 500

Les machines de la série TNA offrent à leur utilisateur de nombreux avantages au niveau méthodes, sélection et fabrication. Ces machines s'adaptent en effet parfaitement à tous cas, quels qu'ils soient, qu'il s'agisse de fabriquer des pièces uniques ou petites séries, des moyennes ou des grosses séries avec surveillance du procès et flux automatisé. [16]

Dans la SNVI on trouve la série TNA 500 (figure III.1.) Qui jouent un rôle important dans le bâtiment mécanique.



**Figure III.1. Tour TRAUB TNA 500**

### III.2. Fiche technique

#### *Dimension de la machine*

Longueur – Profondeur .....	5500 - 2287 mm
Hauteur.....	2147 mm
Poids.....	6800 kg
Puissance installée.....	42 kW

#### *Broche principale*

Passage de broche (diamètre de barres max.).....	80 mm
Diamètre mandrin de serrage.....	250/315 mm
Longueur de décolletage.....	1000 mm
Circonférence S1 au-dessus chariot bâti / chariot trans.....	680/445 mm
Diamètre de décolletage S1 .....	460 mm
Nez de broche DIN 55026.....	A8taille

#### *Axe C (avec moteur principal)*

Vitesse de rotation max .....	80 tr/min
Couple max .....	544 Nm
Résolution électrique .....	0,001 degré

#### *Entraînement principal (entraînement direct triphasé)*

Puissance .....	80 tr/min
Couple max .....	544 Nm
Plage de tournage maxi .....	2800 tr/min
Plage puissance constante .....	1 :4,5

## Chapitre III. Description de tour TNA 500

---

### *Unité d'usinage*

Postes d'outils queue cylindrique selon DIN 69880 .....	12
Diamètre de queue .....	25 x 25 mm
Temps moyen de copeaux à copeaux .....	1,6 s
Temps d'indexage d'1 poste/autre .....	0,8/0,2 s

### *Entraînements avance tourelle*

Vitesse rapide (axe X / Z) .....	15/20 m/min
Effort d'avance .....	8000 / 20000 N
Course d'avance .....	320 / 1070 mm

### *Entraînement outils tourelle*

Nombre outils rotatifs .....	12
Puissance d'entraînement (25%) .....	6,6 KW
Couple max. (25%) .....	60,4 Nm

### *Contre-pointe*

Diamètre fourreau .....	100 mm
Course fourreau .....	100 mm
Attachement selon DIN 228 .....	MK6
Effort de serrage à 55 bar .....	13100N

### *Lunette*

Plage de serrage 1 .....	8 - 95 mm
Plage de serrage 2 .....	12 - 145 mm
Plage de serrage 3 .....	35 - 240 mm

### III.3. Physique et structure de la machine

#### III.3.1. Bâti

Le bâti résistant aux torsions et la flexion est incliné à plus de 45°. Il supporte la poupée thermosymétrique et les glissières sur lesquelles sont accrochées les chariots longitudinaux, les lunettes et la contrepointe. La fiabilité de protection de ces glissières, trempées et rectifiées, contre toute pénétration de copeaux ou autre pollution est assurée.

Les rails de glisse des chariots font l'objet d'un revêtement spécial obtenu à la coulée et remplissent ainsi toutes les conditions nécessaires à un amortissement et une précision de positionnement de premier ordre.



Figure III.2. Bâti de tour CNC « TRAUB TNA 500 »

#### III.3.2. Broche de travail

La broche principale est logée à l'avant dans des roulements précontraints sans jeu à lubrification permanente et à l'arrière, dans un roulement à rouleaux cylindriques réglés sans jeu et à lubrification permanente. L'entraînement se fait par l'intermédiaire d'une bande mécanique à courroie trapézoïdale.

Le codeur assurant la synchronisation de la rotation de la broche et l'avance du chariot pour filetage à l'outil et le fonctionnement de l'axe C est fixé sur la poupée. Le codeur est entraîné par la broche principale via courroie trapézoïdale. Le moteur de broche de TNA 500 est un moteur de broche direct nez de broche A8 DIN 55026.

#### III.3.3. Mandrin

### **III.3.3.1. Dispositif de serrage**

Le dispositif de serrage comprend les quatre sous-ensembles suivants :

1. Cylindre de serrage
2. Tube de serrage (tube de traction et de poussée).
3. Moyen de serrage (mandrin).
4. Contrôle de sécurité électrique de la course de serrage.

### **III.3.3.2. Cylindre de serrage**

La force nécessaire pour serrer la pièce à usiner est générée par un cylindre de serrage à commande hydraulique qui est disponible comme cylindre creux.

### **III.3.3.3. Tube de serrage (tube de traction et de poussée)**

La force de serrage est transmise par le cylindre au moyen de serrage par un tube logé dans la broche principale. La longueur du tube de serrage et, le cas échéant, aussi le diamètre de raccordement au moyen de serrage, dépendent du mandrin utilisé.

Ces dimensions variables peuvent être compensées par des pièces d'adaptation ou de réduction qui doivent être vissées sur le filet extérieur du tube de serrage et remplacées à chaque changement des moyens de serrage. S'assurer que tous les anneaux d'étanchéité sont intacts et qu'on ne les endommage pas en montant la nouvelle pièce d'adaptation.

### **III.3.3.4. Moyens de serrage**

Le choix de moyens de serrage est grand étant donné que tous les mandrins à mors, logements de pince ou entraîneurs frontaux de toutes les marques courantes peuvent être utilisés.

Les moyens de serrage proposés par TRAUB sont récapitulés dans les tables. Ils peuvent être remplacés facilement à l'aide des clés livrées avec les accessoires.

### **III.3.3.5. Contrôle de la course de serrage**

Pendant le service, la course d'actionnement du moyen de serrage correspondant est surveillée par un détecteur de proximité placé sur la partie du cylindre de

serrage qui se déplace dans le sens axial. Le détecteur limite la course admise pour le piston ou la plage de serrage autorisée du mandrin concerné.



**Figure III.3. Mandrin**

### III.3.4. Axe C

L'axe C permet un arrêt précis de la broche principale à n'importe quel degré pour les opérations de perçage et de fraisage sur pièce à l'arrêt.

Axe C est disponible avec son propre servomoteur et un engrenage à vis sans fin pour une précision irréprochable à haut régime.

### III.3.5. Entraînement principal

L'entraînement principal, un servomoteur AC très puissant a été conçu spécialement pour cette gamme de pièces. Avec 31 kW sur la TNA500 plus une boîte de vitesses à 2 gammes, la marge de puissance disponible suffit amplement à maîtriser sans effort même les opérations de décolletage les plus lourdes. La boîte de vitesse élargit considérablement la plage de puissance constante.

### III.3.6. Entraînements d'avance

Servoentraînements hautement dynamiques, protégés par des accouplements de surcharge électroniques (ECS) ; l'asservissement et le système de mesure absolu permettent une exécution ultra rapide des ordres de déplacement des axes prescrits par la commande.

### Avantage

- Positionnement et déplacement rapides et précis des outils

- Grande précision des contours
- Très bons états de surface
- Suppression de la prise de référence en début d'équipe

### III.3.7. Entraînement des outils

Les 12 postes d'outils de la tourelle peuvent tous être équipés au choix d'outils de perçage, de fraisage ou de filetage. Ils sont entraînés par un moteur triphasé et une boîte de vitesse. Bien sûr, seul l'outil en position de travail est entraîné

#### III.3.7.1. Tourelle porte-outils

La tourelle du tour TNA 500 possède 12 orifices de raccordement d'outil DIN 69 880-40, tous les orifices de raccordement peuvent être équipés au choix d'outils fixes ou entraînés.

Pour pivoter, la tourelle (1) est soulevée hors du crantage Hirth (2/3) par un système hydraulique, le pivotement étant transmis par un arbre à pignon (4). Un détecteur de proximité (5) envoie un signal dès que la tourelle s'est soulevée hors du crantage Hirth.

Un moteur de positionnement hydraulique (6) sert d'entraînement d'orientation. Les poste de tourelle sont surveille par un codeur de position angulaire (7). Un deuxième détecteur de proximité (8) signale la fin du préindexage.

L'indexation de la tourelle (1) dans le crantage Hirth (2/3) est assurée par un système hydraulique.

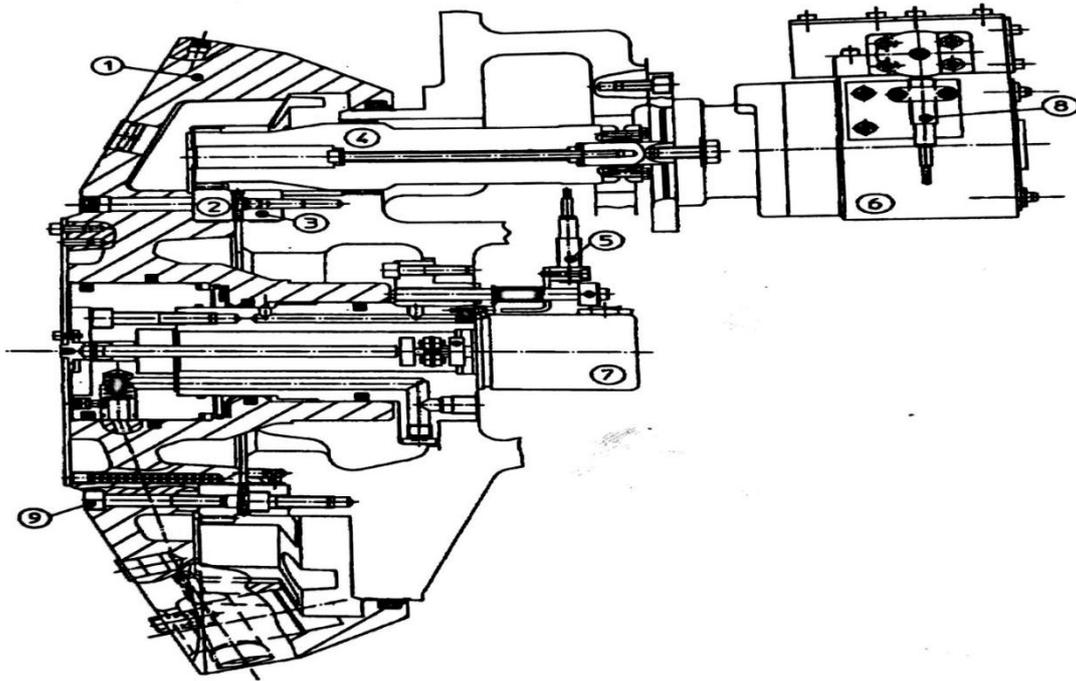


Figure III.4. Schéma de tourelle

### III.3.8. Contre-pointe

Cette solide contrepointe est guidée sur la glissière du bas. Son blocage est hydraulique, la pression de serrage du fourreau est réglable en continu. Pour la positionner la contrepointe est accouplée hydrauliquement au chariot longitudinal du haut ou, au choix, par un axe CN supplémentaire.



Figure III.5. Contrepointe de tour TRAUB TNA 500

### III.3.9. Chariot croisé

## **Chapitre III. Description de tour TNA 500**

---

Les chariots de tourelle S1 et S2 sont des chariots croisés dont les glissières X et Z sont plates. Le banc de la machine est incliné de 45° par rapport à l'horizontale si bien qu'un poids non négligeable, compensé hydrauliquement, agit dans le sens X sur le chariot transversal du chariot S1. Les barres de guidage des deux chariots sont trempées et rectifiées.

Les surfaces de glissement des chariots sont enduites d'un revêtement en plastique qui se caractérise par une très bonne résistance à l'usure, des propriétés de fonctionnement exceptionnel en cas d'urgence et un bon amortissement.

### **III.3.10. Lunettes**

Il existe plusieurs versions de lunettes pour usiner les arbres couvrant de larges plages de travail. Elles se montent sur la glissière du bas et peuvent être au choix fixes ou embarquées avec un axe numérisé.

### **III.3.11. Unité d'usinage**

Une spécificité de la TNA500 : la tourelle à couronne TRAUB et ses 12 postes. Sa construction spéciale la rend particulièrement robuste tout en l'affranchissant de tout risque de collision des outils de façon idéale et unique en son genre.

### **III.3.12. Groupe hydraulique**

Le groupe hydraulique se trouve sur la face avant gauche de la machine. On accède au bloc distributeur hydraulique après avoir déposé le recouvrement.

Dans le recouvrement, il y a une plaquette sur les cycles hydraulique sont représentés avec des symboles. Les éléments munis d'un numéro de position sont repérés avec le même numéro dans le schéma hydraulique et dans la nomenclature.

Une pompe de réglage refoule l'huile hydraulique. Le volume refoulé se module pour chaque état de fonctionnement.

Un accumulateur empêche des variations ou chutes de pression soudaines qui pourraient entraîner des anomalies. L'accumulateur est protégé par un limiteur de pression qui réglé sur 80 bar.



**Figure III.6. Groupe hydraulique de tour TRAUB TNA 500**

### III.3.13. Dispositif d'arrosage

Le réservoir de liquide d'arrosage est composé de deux éléments :

*1. Le réservoir collecteur de liquide d'arrosage, dans lequel est intégré le convoyeur de copeaux, se trouve sous la machine.*

Pour le nettoyage, le réservoir collecteur se tire vers l'avant hors de la machine. L'émulsion est pompée par une pompe plongeante dans le réservoir d'émulsion de 380 l de contenance.

*2. le réservoir d'émulsion se trouve à droite à côté de la machine. Un capteur de niveau surveille le niveau du liquide d'arrosage dans le réservoir collecteur et arrête la machine en cas de panne de la pompe.*

Il existe une pompe centrifuge pour la tourelle porte-outils. Les pompes sont placées sur le réservoir d'émulsion épurée.

Le réservoir d'émulsion épurée est équipé d'une crépine qui collecte les impuretés et il est en outre prévu pour installer un absorbeur d'huile à disque.

Le système des conduites mène le liquide d'arrosage à travers la tourelle jusqu'à l'outil qui se trouve en position de travail.

## **Chapitre III. Description de tour TNA 500**

---

### **III.3.13.1. Absorbeur d'huile**

La machine peut être équipée d'un absorbeur d'huile. Il peut se monter dans une ouverture de réservoir d'émulsion épurée.

Cet absorbeur extrait du liquide d'arrosage les résidus d'huile provenant du graissage centralisé. Cela prolonge la durée de vie du liquide.

L'absorbeur se branche sur l'armoire électrique à l'aide d'un câble avec connecteur.

Il se met en marche dès que la machine s'arrête et que le liquide d'arrosage est au repos.

### **III.3.13.2. Fonctionnement d'absorbeur d'huile**

Un motoréducteur entraîne un disque qui tourne très lentement. Les résidus d'huile flottant à la surface se déposent sur la partie du disque plongée dans le liquide d'arrosage puis sont éliminés par raclage de chaque côté. Les résidus d'huile sont collectés dans un réservoir séparé.

### **III.3.14. Convoyeur de copeaux**

Le convoyeur transporte les copeaux hors de la zone de travail. Les chutes ne doivent être évacuées que par le récupérateur de pièces, sinon les recouvrements du banc et le convoyeur de copeaux risquent d'être endommagés.

## **III.4. Caractéristique de tour TRAUB TNA 500**

- Broche principale avec raccordements conique court A8, diamètre admissible de la barre jusqu'à 80 mm, insertion de mandrins de serrage jusqu'à un diamètre de 500 mm pour une largeur de bec d'outil de 1000mm.
- Moteur principale à courant triphasé avec ou sans transmission.
- Couronne de tourelle pour le chariot supérieur avec 12 postes pour porte-outils fixes et entraînés. Totale liberté de configuration.
- Réservoir de liquide d'arrosage séparé avec pré filtrage du liquide.
- Bonne accessibilité et forme de construction lisse de réservoir de liquide facilitant son nettoyage et entretien.
- Armoire électrique pouvant être écartée de l'arrière de la machine.

- Glissières de guidage trempées, glissières des chariots revêtus d'un enduit spécial en plastique facilitant le glissement.
- Axe c avec entrainement directement par le moteur principal, en outre un axe c extrêmement précis et particulièrement rigide avec entrainement par le servomoteur.
- Entrainement pour outils rotatifs.
- Contre-pointe et lunettes blocables manuellement ou par leurs propres axes longitudinaux à CN.
- Pupitre de commande ergonomique pivotant.

### III. 5. Opérations principales de tour TRAUB TNA 500

- **Chariotage** : Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.

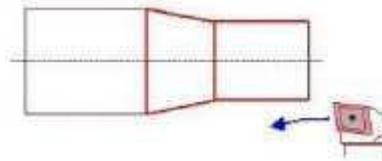


Figure III.7. Chariotage

- **Alésage** : Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.

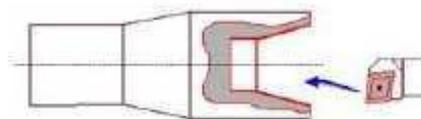


Figure III.8. Alésage

- **Dressage** : Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure

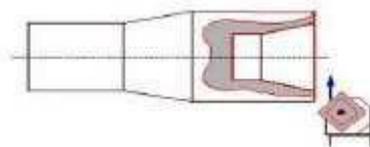
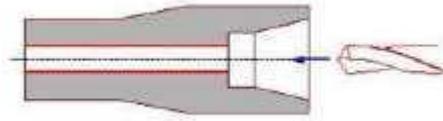


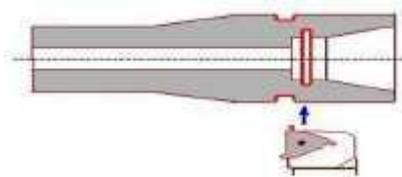
Figure III.9. Dressage

- **Perçage** : Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt.



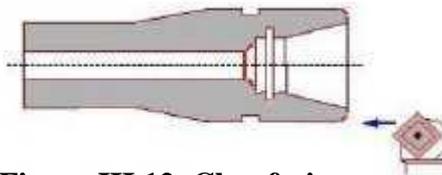
**Figure III.10. Perçage**

- **Rainurage** : Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un clip ou d'un joint torique par exemple



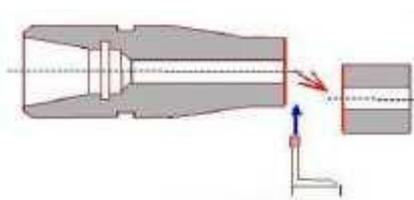
**Figure III.11. Rainurage**

- **Chanfreinage** : Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.



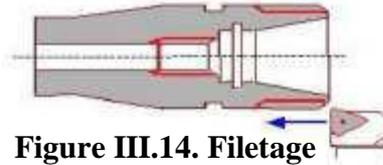
**Figure III.12. Chanfreinage**

- **Tronçonnage** : Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.



**Figure III.13. Tronçonnage**

- **Filetage** : Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.



**Figure III.14. Filetage**

### Conclusion

*Nous avons présentés dans ce chapitre une description réelle d'une tour à commande numérique de type TRAUB TNA 500, dont le but de montrer les différents organes et techniques de cette machine. Le développement de l'industrie exige une très bonne connaissance de la technicité de ces machines, pour cette raison l'intérêt et la nécessité de ces machines dans l'industrie est indispensable.*

***Chapitre IV.***

***Entretien préventive d'un tour TRAUB***

***TNA 500 .....64- 89***

***Page***



### Introduction

*L'entretien ou la maintenance est défini comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.*

*Entretenir, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration, vérification, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production ainsi que la sécurité d'opération.*

### IV.1. Objectifs

La mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de l'organisation de la fonction maintenance peut donc permettre d'atteindre plusieurs objectifs. Citons principalement :

- Réduction du taux de panne.
- Mise en œuvre d'un plan de maintenance préventive efficace.
- Amélioration des relations entre maintenance et production.
- Maîtrise et la réduction des coûts de maintenance.
- Amélioration de la gestion de la sous-traitance.
- Evolution de la culture du management de la maintenance.

### IV.2. Sécurité

La connaissance des instructions de sécurité fondamentales et des règlements sécurité représente la condition fondamentale pour assurer le fonctionnement sans accident ni panne de cette machine.

Ces règlements de sécurité ainsi que les instructions de sécurité énumérées sont destinés à la protection contre les accidents et doivent donc être respectés par toutes les personnes qui travaillent sur la machine. Il est en outre impératif de respecter les réglementations nationales de prévention contre les accidents en vigueur sur le site d'utilisation.

### IV.2.1. Explication des symboles



Ce symbole signifie qu'il existe un surcroît de risque d'accident pour le personnel. Le non-respect de ces instructions peut avoir de graves conséquences pour la santé ou même provoquer des blessures très dangereuses. Transmettez également ces instructions aux autres opérateurs.



Ce symbole signifie qu'il existe un surcroît de risque d'accident dû à l'énergie électrique. Ce panneau se retrouve à toutes les opérations et procédures qui doivent être strictement respectées pour prévenir les accidents provoqués par la tension électrique.

### IV.2.2. Mesures préventives complémentaires

- Le carter coulissant est muni d'une vitre de sécurité. Cette vitre est sensible aux rayures :
  - Ne pas utiliser de sprays de nettoyage ou de produits à récurer.
  - La vitre peut se nettoyer avec de l'eau savonneuse ou du white spirit.
  - Ensuite, la rincer à l'eau claire et l'essuyer avec une peau chamoisée ou une éponge cellulosique humide.
- Lorsque le carter coulissant est ouvert, presque tous les mouvements machine sont mis hors fonction. Au moyen de la touche d'approbation, il est possible de déplacer les chariots des tourelles porte-outils et de la contre-broche à vitesse réduite (520 mm/min).
- Les travaux de réparation et de mise point dans la zone de travail de la machine doivent être effectués seulement lorsque l'interrupteur principal est coupé et fermé à clé.
- Il est interdit de nettoyer la machine à l'air comprimé.
- Les pièces de rechange et les accessoires doivent être originaux.

### IV.3. Travaux d'entretien

L'entretien comprend l'ensemble des activités nécessaires pour maintenir en bon état de fonctionnement les équipements et les installations. L'entretien préventif a pour but de prévenir la panne et les situations dangereuses.

Alors que l'entretien correctif s'effectue après la panne, l'incident ou l'accident, avec des conséquences parfois graves et onéreuses. La gamme d'entretien représente un programme prés-établi à l'avance, il contient plusieurs consignes et travaux divers d'entretien préventif sur une période déterminée.

Les présentes instructions d'entretien se réfèrent au manuel d'utilisation livré avec chaque machine et au Liste des pièces de rechange. Les travaux d'entretien et de maintenance ne doivent être effectués que par du personnel qualifié et agréé. Pour les travaux d'entretien et de maintenance devant être effectués lorsque la machine est en marche, amener l'interrupteur principal en position "0" et le bloquer au moyen d'un cadenas afin d'éviter tout réenclenchement intempestif.

Les travaux sur les moteurs ou d'autres groupes électriques ne doivent être effectués que par du personnel qualifié et spécialement formé. Les instructions de sécurité à l'intérieur de ces instructions d'entretien doivent impérativement être respectées. Après tous les travaux d'entretien et de maintenance, il incombe à l'opérateur de la machine de s'assurer du bon état de la machine, y compris de ses dispositifs de protection.

### IV.3.1. Intervalles d'entretien

Afin d'assurer le fonctionnement impeccable de la machine pendant une longue durée, il est impératif d'effectuer les travaux d'entretien aux intervalles prescrits et de les confirmer en apposant date et signature dans la colonne correspondante.

Pour contrôler si un intervalle d'entretien et quel intervalle d'entretien a été effectué, seul le chiffre affiché par le compteur d'heures de service mécanique situé à gauche à côté de l'interrupteur principal est fiable.

### IV.3.2. Affichage à l'écran

Afin de faciliter à l'opérateur le respect des intervalles prescrits, le message "EFFEC-TUER ENTRETIEN" apparaît à l'écran après écoulement de chaque intervalle donné. Après activation des touches : **Moniteur - Options supplémentaires - Compteur de pièces**, on peut lire dans la ligne Intervalle d'entretien (affiché sur fond bleu) de quel intervalle d'entretien (en heures de service) il s'agit.

### **IV.4. Réfrigération lubrification**

Les réfrigérants lubrifiants sont utilisés pour accroître l'efficacité des opérations d'usinage. Cela se traduit par un rendement plus élevé et une plus grande tenue des outils par unité de temps ainsi que par l'amélioration de la qualité de surface de la pièce et le respect de surface de la pièce et le respect des tolérances.

#### **IV.4.1. Fonctions des réfrigérants lubrifiants**

- ✓ Lubrification : réduction de la friction entre l'outil et la pièce ainsi qu'entre la pièce et le copeau.
- ✓ Refroidissement : les réfrigérants lubrifiants ont pour but de dissiper la chaleur qui se dégage au cours de l'usinage dans la zone de la transformation.
- ✓ Transport des copeaux : les réfrigérants lubrifiants doivent emporter les copeaux et maintenir la zone d'usinage propre.
- ✓ Protection contre la corrosion pendant l'usinage.

#### **IV.4.2. Liste des réfrigérants lubrifiants et huiles pour glissières recommandés**

Le tableau suivant regroupe les produits recommandés par les fabricants conformément à nos spécifications.

**Tableau IV.1. Liste des réfrigérants lubrifiants**

<b>Fabricant</b>	<b>Huile pour glissière Selon DIN 51502 CGLP 68 Selon ISO 6743/13-L-G- 68</b>	<b>Réfrigérant lubrifiant aqueux</b>
ARAL	Deganit BW 68	Aral Sarol EP, ARAL Sarol 435 EP, ARAL Sarol 345
AVIA	AVILUB RSL 68-SU	AVILUB Metacon BLU, AVILUB Metacon UNI, AVILUB Metacon BOD
BP	Maccurat 68 D	BP-Microtrend 217M, 219 M, BP-Mecrotrend 233L, 239L
CASTROL	Magnalide D 68	CASTROL Sytilo R* HS* CASTROL Hysol X, CASTROL Alusol B, CASTROL Almasol EP
CONSULTA	Rondolub B 68	RONDOCOR Kompakt ES, RONDOCOR Kompakt AL-D
DEA	Novan CGLP 68	DEA Targon AL Plus, DEA Targon BSK, DEA Targon AL
ESSO	Febis K 68	ESSO Bohröl BS 40, ESSO Bohröl BS 30, ESSO Bohröl BS 50Ep

### IV.4.3 Spécifications TRAUB pour réfrigérants lubrifiants et huile pour glissières

Les huiles pour glissières à utiliser doivent être des huiles désémulsifiées du type CGLP-ISO VG 68. En cas d'application de réfrigérants lubrifiants miscibles à l'eau, les produits utilisés doivent être à base d'huile minérale d'une teneur minimale 40 %.

Le réfrigérant lubrifiant et l'huile pour glissière doivent provenir d'un seul fabricant.

Le tableau ci-dessous présente les produits recommandés par le fabricant conformément à nos spécifications.

**Tableau IV.2. Désignation et les marques des lubrifiants**

<b>Huile hydraulique</b>	DIN 51502 HLP 32-(D)
<b>Graissage centralisé</b>	Bettbahnöl CGLP 68, Graisse fluide (TRAUB réf. 324 431)
<b>Graisse à roulements</b>	Klüber ISOFLEX NBU 15
<b>Huile de coupe</b>	CASTROL Variocut C462
<b>Graisse fluide</b>	Molykote Longterm 00

### IV.5. Graissage

Le graissage joue un rôle très important dans les travaux d'entretien, un bon graissage est essentiel pour l'entretien préventif de la machine.

Le graissage a pour but donc de :

1. de prolonger la durée de service des organes en mouvement en réduisant leur usure.
2. d'augmenter le rendement des en diminuant le frottement des pièces soumises à des mouvements de glissement alternatifs, à des mouvements continus rotatifs ou à des mouvements oscillants.
3. d'éviter le danger de grippement des pièces mobiles.
4. de réduire au minimum réchauffement des pièces en contact.
5. de favoriser la dissipation par rayonnement de la chaleur apportée par le frottement que l'on ne peut pratiquement supprimer complètement. La chaleur se dissipe à travers la couche d'huile vers les surfaces portantes métalliques.

#### IV.5.1. Plan de graissage

Notre tour CNC possède de nombreux points de graissage, plus ou moins visibles. L'objectif de plan de graissage est de présenter les opérations d'une manière très explicite afin de faciliter les exécutions que l'on pourra confier au personnel de premier niveau de formation en maintenance. Le tableau de graissage comporte les éléments suivants :

## **Chapitre IV. Entretien préventive d'un tour TRAUB TNA 500**

---

- Les ensembles (les organes)
- Eléments de commande
- opération : graissage, lubrification, contrôle de niveau, remplacement, nettoyage ;
- La fréquence : par heures

**Tableaux VI.3. Plan de graissage de tour TRAUB TNA 500.**

Ensembles	Elément de commande	Opérations	Fréquence (Heures)				
			8	200	2000	4000	8000
Engrenage broche principal	Indicateur de niveau de remplissage	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
	Orifice de remplissage	Remplacer le fluide			X		
	Orifice de purge	Remplacer le fluide			X		
Installation d'arrosage	Orifice de remplissage	Faire l'appoint		X			
		Remplacer le fluide			X		
	Indicateur de niveau de remplissage	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
	Orifice de purge	Remplacer le fluide			X	X	
Installation hydraulique	Manomètre	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
	Filtre à huile hydraulique	Nettoyer ou remplacer le filtre			X		
	Orifice de purge	Remplacer le fluide				X	
	Indicateur de niveau de remplissage	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
	Orifice de remplissage	Remplacer le fluide				X	
Installation graissage centralisé	Orifice de remplissage	Faire l'appoint		X			
	Indicateur de niveau de remplissage	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
Engrenage Axe C	Indicateur de niveau de remplissage	Contrôler le niveau de remplissage, la pression	X				
	Orifice de remplissage	Remplacer le fluide				X	
	Orifice de purge	Remplacer le fluide				X	
Engrenage convoyeur de coupeau		Remplacer le fluide					X

### IV.6. Entretien mécanique et électrique

Un bon entretien consiste non seulement à faire des graissages et des lubrifications des organes mais aussi des contrôles, des nettoyages et des vérifications et des remplacements

#### IV.6.1. Travaux d'entretien toutes les 200 h (A)

Tableau IV.4. Travaux d'entretien toutes les 200 h.

A	Travaux d'entretien toutes les 200 h de service	
N°	OU	QUOI
1	<i>Système hydraulique</i>	- Contrôler la pression du système - Contrôler le niveau d'huile
2	<i>Dispositif d'arrosage</i>	- Contrôler le niveau de liquide d'arrosage - Vérifier si le réservoir est encrassé ou envasé - Contrôler la concentration de l'émulsion - Evacuer le réfrigérant lubrifiant utilisé
3	<i>Engrenage entraînement principal</i>	- Contrôler le niveau d'huile
4	<i>Armoire électrique</i>	- Nettoyer le filtre (s'il est très sale, le nettoyer au bout de 100 h de service)
5	<i>Engrenage axe c</i>	- Contrôler le niveau d'huile
6	<i>Carter coulissant</i>	- Contrôler la vitre de sécurité - Nettoyer la rondelle de sécurité
7	<i>Graissage centralisé</i>	- Contrôler le niveau d'huile
8	<i>Convoyeur de copeaux</i>	- Nettoyer
9	<i>Mandrin de serrage</i>	- Graisser

##### IV.6.1.1. Explication des travaux d'entretien toutes les 200 h

###### *A1 Système hydraulique*

- Relever la pression du système sur le manomètre (pression de consigne  $60 \pm 3$  bar).
- La pression du système est contrôlée à l'état stationnaire, c'est-à-dire lorsqu'il ne se produit aucun mouvement.
- Contrôler le niveau d'huile et faire l'appoint le cas échéant.

### *A2 Dispositif d'arrosage*

En cas d'utilisation de réfrigérants lubrifiants (huiles de coupe inflammables), la machine ne doit jamais fonctionner sans surveillance.

#### *Contrôler le niveau de liquide d'arrosage*

- Relever le niveau de liquide d'arrosage sur l'indicateur de niveau du réservoir.
- Le cas échéant, faire l'appoint en liquide de refroidissement jusqu'à ce que l'indicateur de niveau soit sur «maxi».
- Tenir compte de l'étiquette instruction de graissage "sur la machine et respecter la préconisation de lubrifiants.

#### *Vérifier si le réservoir est encrassé ou envasé*

- Retirer le réservoir par l'avant.
- Contrôler le réservoir.
- S'il est très sale, vidanger ou pomper l'émulsion et nettoyer le réservoir à fond.
- Verser de l'émulsion neuve. (Capacité de réservoir est 280 l).

#### *Contrôler la concentration de l'émulsion*

- Contrôler la concentration de l'émulsion à l'aide du protocole de contrôle.
- En cas de divergence des valeurs de consigne prescrites, remplacer l'émulsion.
- La durée d'emploi de l'émulsion dépend de son utilisation, du type d'usinage, du matériau usiné.

#### *Evacuer le réfrigérant lubrifiant usé*

- Les réfrigérants lubrifiants doivent être évacués conformément à la législation relative à l'élimination des déchets en tenant compte des ordonnances et règlements applicables.

### *A3 Engrenage entraînement principal*

#### *Contrôler le niveau d'huile*

- Vérifier le niveau d'huile sur le voyant.
- Faire éventuellement l'appoint avec de l'huile pour engrenages.

### *A4 Armoire électrique*

- *Nettoyage des mats filtrants dans l'armoire électrique (climatiseur)*
- Démontez le filtre métallique.
- Le laver ou le souffler.
- Le sécher.
- Le remonter.

### *Nettoyage des mats filtrants au dos de l'armoire électrique*

- Ecartez l'armoire électrique de la machine en abaissant le galet auxiliaire et en retirant la fixation de l'armoire.
- Démontez le filtre métallique.
- Le laver ou le souffler.
- Le sécher.
- Le remonter.

### *A5 Engrenage axe c*

#### *Contrôler le niveau d'huile*

Avant de déposer les recouvrements de la machine, amener l'interrupteur général dans la position 0 et le bloquer pour empêcher toute remise en marche intempestive

- Vérifier le niveau d'huile sur la transmission de l'axe c.
- Ouvrir la tôle de recouvrement sous le pupitre de commande.
- Vérifier le niveau d'huile sur le voyant.
- Refaire éventuellement l'appoint avec de l'huile pour engrenages.
- Refermer la tôle recouvrement.

### *A6 Carter coulissant*

- Vérifier que la vitre de sécurité du carter coulissant ne présente de fissures, troubles optiques ou autres détériorations.
- Remplacer la vitre de sécurité si nécessaire.
- Même lorsque la vitre ne présente que de petites fissures ou détériorations ou des troubles optiques, il faut remplacer immédiatement.

### *Nettoyer la vitre de sécurité*

- Nettoyer l'extérieur de la vitre avec de l'eau savonneuse, du produit pour laver la vaisselle ou du white-spirit.
- Puis rincer la vitre à l'eau claire.
- L'essuyer avec une peau chamoisée ou une éponge cellulosique humide.
- Nettoyer l'intérieur de la vitre.

### *A7 Graissage centralisé*

- Vérifier le niveau d'huile, refaire l'appoint si nécessaire.

### *A8 Convoyeur de copeaux*

#### *Nettoyer le convoyeur de copeaux*

- Oter le couvercle dans la zone de pompage du convoyeur de copeaux.
- Contrôler le conduit qui relie la zone de collecte des copeaux à la pompe plongeante et nettoyer la crépine.

### *A9 Mandrin de serrage*

- Regraisser conformément aux prescriptions du fabricant.

### IV.6.2. Travaux d'entretien toutes les 2000 h (B)

Tableau IV.5. Travaux d'entretien toutes les 2000 h

<b>B</b>	<b>Travaux d'entretien toutes les 2000 h de service</b>	
<b>N°</b>	<b>OU</b>	<b>QUOI</b>
1	<i>Voir A</i>	- Effectuer tous les travaux d'entretien énumérés sous A
2	<i>Entrainement principal</i>	- Contrôle de la tension de la courroie de l'entraînement principal
3	<i>Système hydraulique</i>	- Remplacer la cartouche filtrante dans le filtre sous pression - Contrôler l'accumulateur de pression
4	<i>Chariot, contre-pointe, lunette, carter coulissant</i>	- Vérifier les racleurs et les remplacer si nécessaire
5	<i>Cloison et recouvrements</i>	- Vérifier les racleurs et les remplacer si nécessaire
6	<i>Vis à billes, axe A, axe Z</i>	- Déterminer le jeu à l'inversion
7	<i>Codeur</i>	- Contrôle visuel des courroies dentées.
8	<i>Engrenage de l'entraînement principal</i>	- Vidanger l'huile
9	<i>Entrainement longitudinal pour la contre-pointe</i>	- Lubrifier la vis à billes
10	<i>Entrainement pour outils</i>	- Lubrifier les roues dentées de la transmission

#### IV.6.2.1. Explication des travaux d'entretien toutes les 2000h

##### *B1 Travaux d'entretien toutes les 200h de service*

- Effectuer tous les travaux d'entretien énumérés sous A.

##### *B2 Entrainement principal*

###### *Contrôle de la tension de la courroie de l'entraînement principal*

- Arrêter la machine à l'interrupteur principal.
- Appliquer la force = 200 N de contrôle perpendiculairement sur une section de courroie (voir le croquis) à une distance 370 mm.

- Mesurer la flèche  $E_a$  et corriger, le cas échéant, la tension de la courroie de la façon suivante :
  - Desserrer les vis de fixation de la console du moteur.
  - Corriger la tension de la courroie à l'aide de la vis de réglage qui se trouve sur la console du moteur.
  - Resserrer les vis de fixation.
  - Mettre en marche la machine à l'interrupteur principal.
  - Enclencher les entraînements sur le tableau de commande machine.
  - Faire tourner le moteur pendant environ 5 min à 1000 tr/min.
  - Contrôler à nouveau la tension de la courroie.
  - Le cas échéant, répéter le réglage

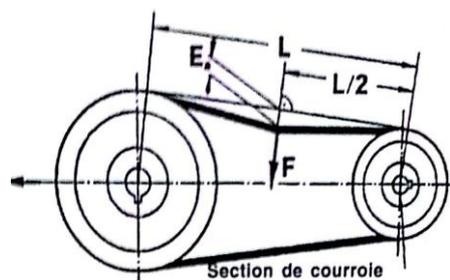


Figure IV.1. Courroie d'entraînement principal

Tableau IV. 6. Mesure  $E_a$  d'une courroie d'entraînement principal

Entraînement	Force de contrôle F [N]	L/2 [mm]	$E_a$ [mm]
<i>outils rotatifs</i>	200	370	[6,6-7,8]

Une courroie intacte et une tension correcte de la courroie sont les conditions sine qua non d'un entraînement impeccable de l'axe C par le moteur principale, c'est pourquoi il faut remplacer immédiatement toute courroie défectueuse ou corriger sans délai une tension de courroie visiblement erronée, même en dehors des intervalles de temps réguliers.

### *B3 Système hydraulique*

*Remplacer la cartouche filtrante dans le filtre sous pression*

- Desserrer la vis à six pins.
- Retire la cartouche filtrante usée.

## Chapitre IV. Entretien préventive d'un tour TRAUB TNA 500

---

- Mettre en place une cartouche filtrante neuve.
- Resserrer la vis six pans.

### *Contrôler l'accumulateur de pression*

- Arrêter les entraînements sur le tableau de commande machine.
- Observer la chute de pression sur le monomètre de la pression du système.

L'accumulateur de pression est en bon état lorsque la pression d'huile diminue lentement après l'arrêt des entraînements et chute ensuite rapidement en-dessous d'une pression de 30 bars.

### *B4 Chariot, contre-pointe, lunette, carter coulissant*

#### *Vérifier les racleurs et les remplacer si nécessaire*

- Appliquer un film d'huile d'environ 50 mm de large sur les glissières de guidage.
- Racler le film d'huile sur environ. 30 mm par déplacement du chariot.
- Les racleurs sont en bon état lorsqu'ils raclent l'huile sur toute la surface.

Si ce n'est pas le cas :

- Mettre l'interrupteur principal en position 0 et le bloquer.
- Démonter les racleurs.
- Eliminer les copeaux ou les impuretés se trouvant éventuellement sous les racleurs et nettoyer les glissières de guidage.
- Monter les racleurs neufs, en veillant à bien les appuyer sur les glissières de guidage.
- Mettre l'interrupteur principal en position 1.
- Contrôler à nouveau les racleurs.

Si l'on usine essentiellement des pièces de fonte, il faut contrôler les racleurs toutes les 1000 h de service.

### *B5 Cloison et recouvrements*

#### *Vérifier les racleurs et les remplaces si nécessaire.*

- Vérifier les racleurs (contrôle visuel).
- Les remplacer si l'on détecte une usure.
- Même étape de remplacement de B4

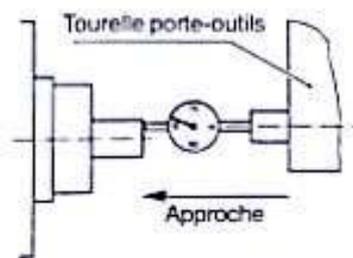
### B6 Vis à billes, axe X, axe Z

#### Déterminer le jeu à l'inversion

Pour contrôler le jeu à l'inversion, la machine doit avoir fonctionné pendant au moins 3h

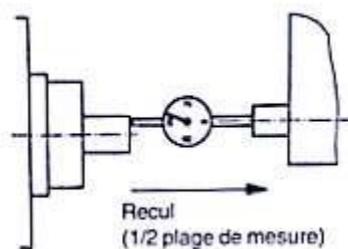
Les courses de déplacement pour la mesure du jeu à l'inversion ne doivent être effectuées que par un programme CNC, (jamais avec la manivelle)

- Serrage d'une pièce dressée dans la pince de serrage ou le mandrin à mors.
- Fixation d'un comparateur de résolution 1/1000 sur la tourelle porte-outils.
- Approcher la pièce tournée serrée, jusqu'à ce que la tige de palpage se trouve juste avant la butée fixe (avance  $f = 200$  mm/min).



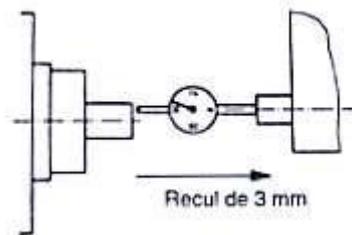
**Figure IV.2. Approche de la tourelle vers le mandrin**

- Reculer le chariot jusqu'à ce que l'aiguille du comparateur soit dans la zone d'affichage ( $f = 150$  mm/min).



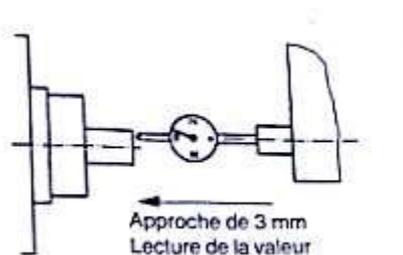
**Figure IV.3. Recule le chariot**

- Amener l'aiguille du comparateur sur 0.
- Reculer le chariot de 3 mm ( $f = 150$  mm/min).



**Figure IV.4. Recule le chariot 3 mm**

- Avancer le chariot de 3 mm sur la position zéro ( $f = 150$  mm/min).
- Relever la valeur sur le comparateur et la noter.



**Figure IV.5. Approche le chariot 3 mm**

- Répéter la mesure cinq fois et calculer une valeur moyenne.

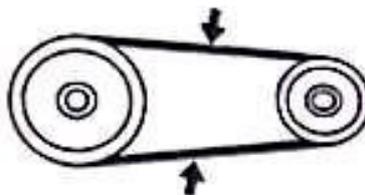
Doubler cette valeur moyenne et l'entrer dans la commande numérique comme valeur de compensation du jeu à l'inversion.

- Effectuer une mesure de contrôle.

### *B7 Encodeur*

#### *Contrôle de la tension de la courroie dentée*

- Déposer les recouvrements de la machine.
- Vérifier la tension de la courroie dentée ; la tension est correct lorsque les deux sections de la courroie sont tendues.



**Figure IV.6. Courroie d'encodeur est tendue**

Si ce n'est pas le cas :

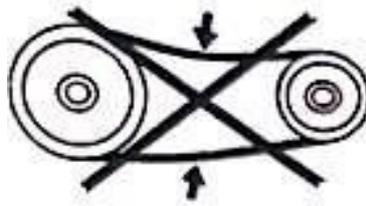


Figure IV.7. Courroie d'encodeur n'est pas tendue

- Desserrer les vis de la bride du codeur.
- Tourner la bride jusqu'à ce que les deux sections de la courroie soient tendues.
- Resserrer les vis.

Quand la courroie tourne, ses deux sections ne doivent que légèrement ondoyer. Il ne faut toutefois pas trop la tendre sinon cela risque de détériorer les paliers ou de provoquer une usure prématurée de la courroie.

Pour tendre la courroie de manière optimale, la régler sur les valeurs ci-dessous en utilisant une bascule à ressort.

Tenir compte des points suivants en contrôlant la tension de la courroie dentée à l'aide d'une bascule à ressort :

- Une poulie de la commande à courroie doit pouvoir tourner librement.
- Appliquer la force de contrôle sur une dent de la courroie.
- Appliquer la force de contrôle  $F$  perpendiculairement sur une section de courroie  $L/2$  et mesurer la flèche  $E_a$ .

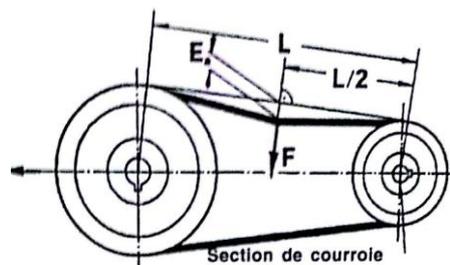


Figure IV.8. Contrôle de la courroie de l'encodeur

Tableau IV.7. Mesure  $E_a$  d'une courroie de l'encodeur

Encodeur	Force de contrôle $F$	$L/2$ [mm]	$E_a$ [mm]
Broche principal A8	19	165	6

## Chapitre IV. Entretien préventive d'un tour TRAUB TNA 500

---

- Contrôler visuel de la courroie dentée. La remplacer dès qu'on détecte une détérioration.
- Remettre en place les tôles de recouvrement qui ont été déposées.

### *B8 Engrenage de l'entraînement principal*

*Vidanger l'huile pour engrenage du moteur de l'entraînement principale*

- Retirer le recouvrement de la machine au-dessus de l'entraînement principal.
- Evacuer l'huile en ouvrant la vis de vidange puis refermer la vis.
- Refaire le plein avec de l'huile pour engrenages neuves (3,5 l).
- Reposer le recouvrement de la machine.

### *B9 Entraînement longitudinal pour la contre-pointe*

*Graisser la vis à billes de la contre-pointe à CN.*

- Amener la contre-pointe sur la cote 1000 mm

On accède au graisseur après avoir dévissé le couvercle en tôle.

- Lubrifier le graisseur de l'écrou sur la vis à billes à l'aide d'une pompe à graisse.
- Reposer la tôle de recouvrement.

### *B10 Entraînement pour outils*

*Graisser les roues dentées de l'engrenage*

- Démontez le carter au dos de la tourelle.
- Retirez la vis d'obturation sur la plaque d'appui.
- Refaites l'appoint de graissage liquide avec la pompe.

Reposez la vis d'obturation, la serrez et remettez le carter en place.

### IV.6.3. Les travaux d'entretien toutes les 4000 h (C)

Tableau IV.8. Travaux d'entretien toutes les 4000 h

C	Travaux d'entretien toutes les 4000 h de service	
N°	OU	QUOI
1	<i>Voir A, B</i>	- Effectuer toutes les travaux d'entretien énumérés sous A et B
2	<i>System hydraulique</i>	- Vidanger l'huile hydraulique
3	<i>Dispositif de serrage</i>	- Contrôler la concentricité du cylindre de serrage
4	<i>Engrenage de l'axe C</i>	- Vidanger l'huile pour engrenages - Remplacer la cartouche filtrante
5	<i>Fourreau de la contre-pointe</i>	- Contrôler le racleur et le remplacer si nécessaire
6	<i>Armoire électrique</i>	- Nettoyer l'intérieur - Contrôler les connexions et les resserrer
7	<i>Ecran</i>	- Contrôler le contraste et la luminosité - Nettoyer l'écran

#### IV.6.3.1. Explication des travaux d'entretien toutes les 4000 h

##### *C1 travaux d'entretien toutes les 200 et 2000 h de service*

Effectuer toutes les travaux d'entretien énumérés sous A et C.

##### *C2 system hydraulique*

*Risque de blessures dues à l'huile hydraulique qui s'écoule :*

Avant d'effectuer des travaux sur le système hydraulique, faire tomber à zéro la pression dans le système au moyen de la soupape de décharge de l'accumulateur de pression.

##### *Vidanger l'huile hydraulique*

- Couper le système hydraulique.
- Faire tomber la pression à zéro dans le système hydraulique.
- Vider le réservoir d'huile hydraulique.
- Nettoyer le réservoir.
- Verser d'huile hydraulique neuve (160 l, qualité d'huile HLP 32-D).
- Contrôler le niveau d'huile au regard d'huile.

### *C3 dispositif de serrage*

- Contrôler la concentricité sur la partie arrière du cylindre à l'aide d'un comparateur (Divergence maximal = 0,02 mm).

### *C4 engrenage de l'axe C*

*Vidanger l'huile pour engrenages :*

- Evacuer l'huile de l'agrégat de graissage par circulation.
- Refaire le plein avec de l'huile pour engrenage neuve (3 l).

Remplacer la cartouche filtrante

- Dévisser le cartouche gauche de l'agrégat de graissage.
- Remplacer la cartouche.
- Revisser le capuchon.

### *C5 fourreau de la contre-pointe*

- Contrôler les racleurs du fourreau de la contre-pointe et le remplacer au besoin.

### *C6 armoire électrique*

*Nettoyer l'intérieur*

- Mettre l'interrupteur principal en position '0' et le bloquer pour éviter tout réenclenchement involontaire.
- Nettoyer l'intérieur de l'armoire électrique.

*Contrôler les connexions et les resserrer*

- Contrôler toutes les connexions dans l'armoire électrique.
- Resserrer les connexions lâches.

### *C7 Ecran*

- Dévisser le tableau de commande.
- Nettoyer l'écran.
- Contrôler le contraste et la luminosité de l'écran.
- Remonter le tableau de commande.

### IV.6.4. Travaux d'entretien toutes les 8000 h (D)

Tableaux IV.9. Travaux d'entretien toutes les 8000 h

<b>D</b>	<b>Travaux d'entretien toutes les 8000 h de service</b>	
<b>N°</b>	<b>OU</b>	<b>QUOI</b>
1	<i>Voir A, B et C</i>	-Effectuer toutes les travaux d'entretien énumérés sous A, B et C.
2	<i>Entraînement d'avance pour le chariot</i>	- Contrôler visuel de la courroie dentée - Vérifier la tension des courroies dentées et la corriger si nécessaire
3	<i>Contre-pointe et la lunette</i>	- Remplacer les racleurs
4	<i>Entraînement pour outils rotatifs</i>	- Contrôler visuel de la courroie dentée
5	<i>Tourelle</i>	- Vérifier les étanchements et le remplacer si nécessaire
6	<i>Convoyeur des copeaux</i>	- Vidanger de l'huile à engrenages
7	<i>Armoire électrique</i>	- Contrôler les batteries tampons et le remplacer le cas échéant - Contrôler les ventilateurs dans l'amplificateur de broche

#### IV.6.4.1. Explication des travaux d'entretien toutes les 8000 h

##### *D1 travaux d'entretien toutes les 200, 2000 et 4000 h de service*

- Effectuer toutes les travaux d'entretien énumérés sous A, B et C.

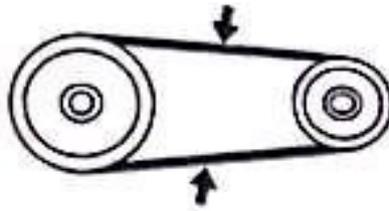
##### *D2 Entraînement d'avance pour les chariots la lunette la contre-pointe*

Avant déposer les recouvrements de la machine amener l'interrupteur principal dans la position '0' et le bloquer pour empêcher toute remise en circuit non intentionnelle

##### *Contrôler visuel de la courroie dentée*

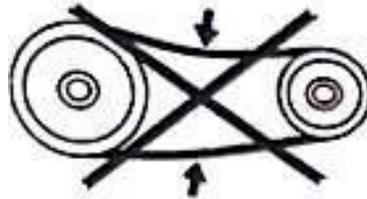
- Déposer les tôles de protection de la machine.
- Contrôler la courroie dentée.
- La remplacer si l'on détecte des phénomènes d'usure.

Vérifier la tension des courroies dentées. La tension des courroies dentées des entraînements d'avance pour les axes X et Z est correcte lorsque leurs deux sections sont tendues.



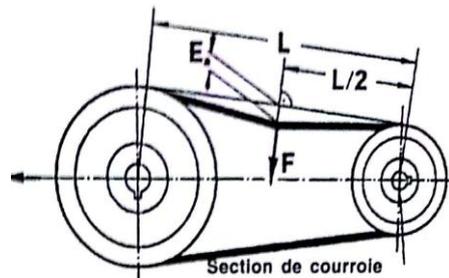
**Figure IV.9. Courroie tendue d'un chariot**

Si la courroie est commença :



**Figure IV.10. Courroie ne pas tendue d'un chariot**

- Desserrer les vis de fixation de la console du moteur.
- Déplacer la console jusqu'à ce que les deux sections de la courroie soient tendues.
- Resserre les vis.
- Reposer les tôles de recouvrement déposées.
- Une poulie de la commande à courroie doit pouvoir tourner librement.
- Appliquer la force de contrôle sur une dent de la courroie.
- Applique la force de contrôle **F** perpendiculairement sur une section de courroie **L/2** et mesurer la flèche **Ea**.



**Figure IV.11. Force appliquée sur la section de courroie de chariot**

**Tableau IV.10. Mesure Ea d'une courroie de chariot**

<i>Entraînement d'avance</i>	Force de contrôle F [N]	L/2 [mm]	Ea [mm]
<i>Chariot axe X</i>	58	160	5
<i>Chariot axe Z</i>	58	82,5	2,5

### *D3 la contre-pointe et la lunette*

#### *Remplacer les racleurs*

- Mettre l'interrupteur en position '0' et le bloquer.
- Démonter les racleurs.
- Enlever éventuellement les coupeaux ou impuretés qui se trouvent sous les racleurs et nettoyer les glissières de guidage.
- Monter des racleurs neufs en les appliquant bien sur la glissière.
- Mettre l'interrupteur principal en position '1'.
- Appliquer un léger film d'huile sur les glissières de guidage sur env. 50 mm de large.
- Racler le film d'huile sur environ. 30 mm par déplacement du chariot.
- Les racleurs sont en bon état lorsqu'ils raclent l'huile sur toute la surface.

### *D4 Entraînement pour outils rotatifs*

#### *Contrôler visuel de la courroie dentée :*

- Déposer les recouvrements de la zone de l'entraînement.
- Contrôler la courroie dentée.
- Remplacer la courroie dès qu'on détecte des phénomènes d'usure (même étapes de remplacement de **D2**).

**Tableau IV.11. Mesure Ea d'une courroie entraînement pour outils rotatifs**

<i>Entraînement</i>	Force de contrôle F [N]	L/2 [mm]	Ea [mm]
<i>outils rotatifs</i>	81	216	7

### *D5 La tourelle*

#### *Vérifier les étanchements et le remplacer si nécessaire*

- Soulever la tourelle pour vérifier l'efficacité des racleurs.
- Si le raclage est insuffisant faire remplacer les racleurs.
- Vérifier l'étanchéité de la douille distributrice de liquide d'arrosage dans la tourelle et la remplacer si nécessaire.

### *D6 Convoyeur des copeaux*

#### *Vidanger de l'huile à engrenages*

- Retirer le bouchon de vidange d'huile et évacuer l'huile usagée.
- Nettoyer ou rincer le motoréducteur.
- Remettre le bouchon en place.
- Refaire le plein d'huile pour engrenages neuve (0,5 L).

### *D7 Armoire électrique*

#### *Contrôler les batteries tampons et le remplacer le cas échéant*

- Contrôler la batterie tampon CN (3,6 V) et la remplacer si nécessaire.
- Il faut remplacer au plus tard au bout de 3 ou 4 ans.
- Le remplacement de la batterie tampon doit être effectué en 15 min (durée tampon des condensateurs intégrés).

#### *Contrôler les ventilateurs dans l'amplificateur de broche*

- Vérifier si les ventilateurs sont encrassés et les nettoyer le cas échéant.
- Contrôler le bon fonctionnement des ventilateurs.

## **IV.6.5. Autre travaux d'entretien (E)**

### *E1 Carter coulissant*

Effectuer le premier remplacement de la vitre de sécurité au bout de 8 ans (date de fabrication de la machine).

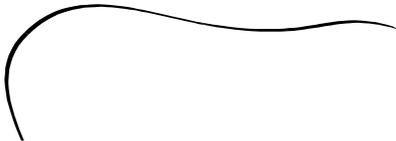
### *E2 Système hydraulique*

Il faut contrôler les conduites en tuyau souple à intervalles réguliers et les remplacer si nécessaire.

La durée d'utilisation des conduits en tuyau souple ne doit pas dépassé 6 ans, durée de stockage de 2 ans maximum comprise.

### **Conclusion**

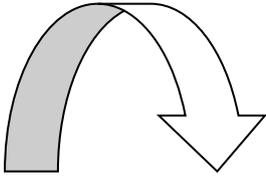
*Une stratégie d'entretien définit les règles pour la séquence de charge de travail d'entretien planifiée. Elle contient des informations générales et peut donc être affectée aux nombres de gammes de maintenance et aux plans d'entretien nécessaires qui garantissent le bon fonctionnement et la durée de vie de la machine.*



<i>Conclusion générale</i> .....	90
<i>Références bibliographiques</i> .....	91
<i>Annexes</i> .....	92

*page*





### Conclusion Générale

*Ce travail a été réalisé au sein de l'entreprise SNVI, on s'est donné comme objectif à notre étude est de faire une étude a porté sur l'élaboration d'une gamme d'entretien préventive d'une machine TRAUB TNA 500.*

*Cette étude nous a permis d'améliorer notre connaissance sur les machines-outils à commande numérique spécialement le tour TRAUB TNA 500 :*

- *Principe de fonctionnement ;*
- *Procédures de réglage et de programmation ;*
- *Connaître les diverses opérations d'usinage ;*

*Nous avons présenté une gamme d'entretien préventive de tour TRAUB TNA 500. La source qui nous aide à définir ces opérations de la maintenance préventive : les documents techniques constructeurs de tour TRAUB TNA 500 disponible au sein de l'entreprise SNVI.*

*Cette gamme assure d'avoir une meilleure disponibilité, augmenter la durabilité et garder la précision de cette machine.*

## *Références bibliographiques*

---

- [1] <http://www.technologuepro.com/coursproduction-commande-numerique/chapitre-3programmation-iso>.
- [2] <http://www.technologuepro.com/cours-production-commande-numerique/chapitre-1-generalites-machines-outils-commande-numerique>.
- [3] Claude Barlier, Lionel Girardin, « Mémotech productique : matériaux et usinage » Ed.Casteilla, pp 406, 1992.
- [4] machines-outils à commande numérique : structure, modélisation et réglage, préparation à l'agrégation de génie mécanique E.Duc E. Lefur 16 Septembre 1997.
- [5] La commande numérique par ordinateur .Tournage .... PAUL GONZALEZ.
- [6] Mazouzi Mouheiddine, Karkouri Mohammed « Numérisation d'un tour conventionnel » 2014/2015.
- [7] François Monchy, Jean-pierre Vernier, « Maintenance méthodes et organisations », 3 édition DUNOD, paris, 2010.
- [8] Daniel Boitel, Claude Hazard, « Guide de maintenance », édition NATHAN 1990.
- [9] <http://www.tequnique-ingenieur.fr/>.
- [10] Jeremy laurence, « mise en place d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique ». Science pharmaceutique, 2011.
- [11] L. Benali, « Maintenance industrielle », Office de publications universitaire, 2006.
- [12] J-C. prancstel, « Ingénierie de la maintenance » 2<sup>eme</sup> édition, DUNOD, paris, 2009.
- [13] Extraits de la norme NF X 60-10.
- [14] S.Bensaada, D.Feliachi « La maintenance industrielle ». Office de publication universitaire, Alger, 2002.
- [15] <http://www.Ingexpert.fr/>.
- [16] Dossier technique de tour TRAUB TNA 500.

## Annexe N°1

### Exemple de tournage pour une couronne réalisée par TRAUB TNA 500

*Le programme de tournage en deux coté pour la couronne*

#### **Couronne n° 191360 coté1**

Couronne n° 191360 (coté 1)

L38

G92S800

G38

H1×500Z600

G36

G26M40

G95G90

N1(ebau cont ext)

G95

G96V150T101M4

G59×0ZL38

G0×279Z5

N404

G1Z-5F1

G1Z-50F0.3

G1U1F1

G0Z0

N444

G0×275

G22P404Q444

G0×271

G22P404Q444

G0×271

G22P404Q444

G0X236Z11

G1Z8.5F1

G1X176F0.3

G1W2F1

G0236

G1Z6.5F1

G1X176F0.3

G1W2F1

G0X256

G1Z2.5F1

G1X176F0.3

G1W2F1

G0X273  
G1Z-2F1  
N101  
G1Z1.5A-75.01F0.3  
G1W2F1  
G0X273  
N111  
G1Z-4.35F1  
G22P101Q111  
G0Z-6.42  
G22P101Q111  
G0Z-8.49  
G22P1001Q111  
G0Z-10.56  
G22P101Q111  
G26M9  
N3(fin cont ext)  
G95  
G96V150T303M4  
G0X270Z0  
G1Z-9F1  
G1Z-50F0.2  
G1U1F1  
G0Z-13.17  
G1X271F1  
G1X264.52Z-9.94F0.2  
G1Z0A-75.01  
G0Z5  
G26M9  
N5(ebau cont int)  
G95  
G96V150T505M4  
G0X178.62Z3  
G1Z1F1  
G1Z-9.59A190F0.2M8  
G3X163.3Z-23.5R35  
G0Z2  
G26M9  
N7(fin cont int)  
G95  
G96V150T707M4  
G46  
G0X182.38Z5  
G1Z0.5F1

G1Z0F0.3  
G1X181.24Z-0.18R1F0.15  
G1X178.94Z-0.98  
G1Z-9.68A190F0.15  
G3X164.66Z-23.5R35  
G0Z5  
G26M9  
M30

### **Couronne n°191360 coté2**

Couronne	N°191360	(coté 2)
----------	----------	----------

L38  
G95S800  
G38  
H1X500Z600  
G36  
G26M40  
G95G96  
N1(ebau face)  
G95  
G96V150T101M4  
G59X0ZL38  
G0X273Z10  
G0Z4.5  
N20  
G1X148F03M8  
G1W2F1  
G0X272  
N22  
Z0Z2.5  
G22P20Q22  
Z0Z0.5  
G22P20Q22  
G26M9  
N3(fin face)  
G95  
G96V150P303M4  
G0X272Z5  
G1Z-3F1  
G1X265.78Z0F0.2M8  
G1X148  
G0Z5  
G26M9  
N5(ebau alésage)

G95  
G96V150T303M4  
G0X155.3Z5  
G1Z1  
N909  
G1Z-20F0.2M8  
G1U-1F1  
G0Z1  
N999  
G0X159.3  
G22P909Q999  
G0X163.3  
G22P909Q999  
G1Z5F1  
G26M9  
N7(fin alésage)  
G95  
G96V150T707M4  
G0X171.7Z5  
G1Z1F1  
G1Z0F0.3M8  
G1X164.3Z-3.2F0.15  
G1Z-19  
G1U-2F1  
G1Z5F1  
G26M9  
M30

Les schémas de tournages

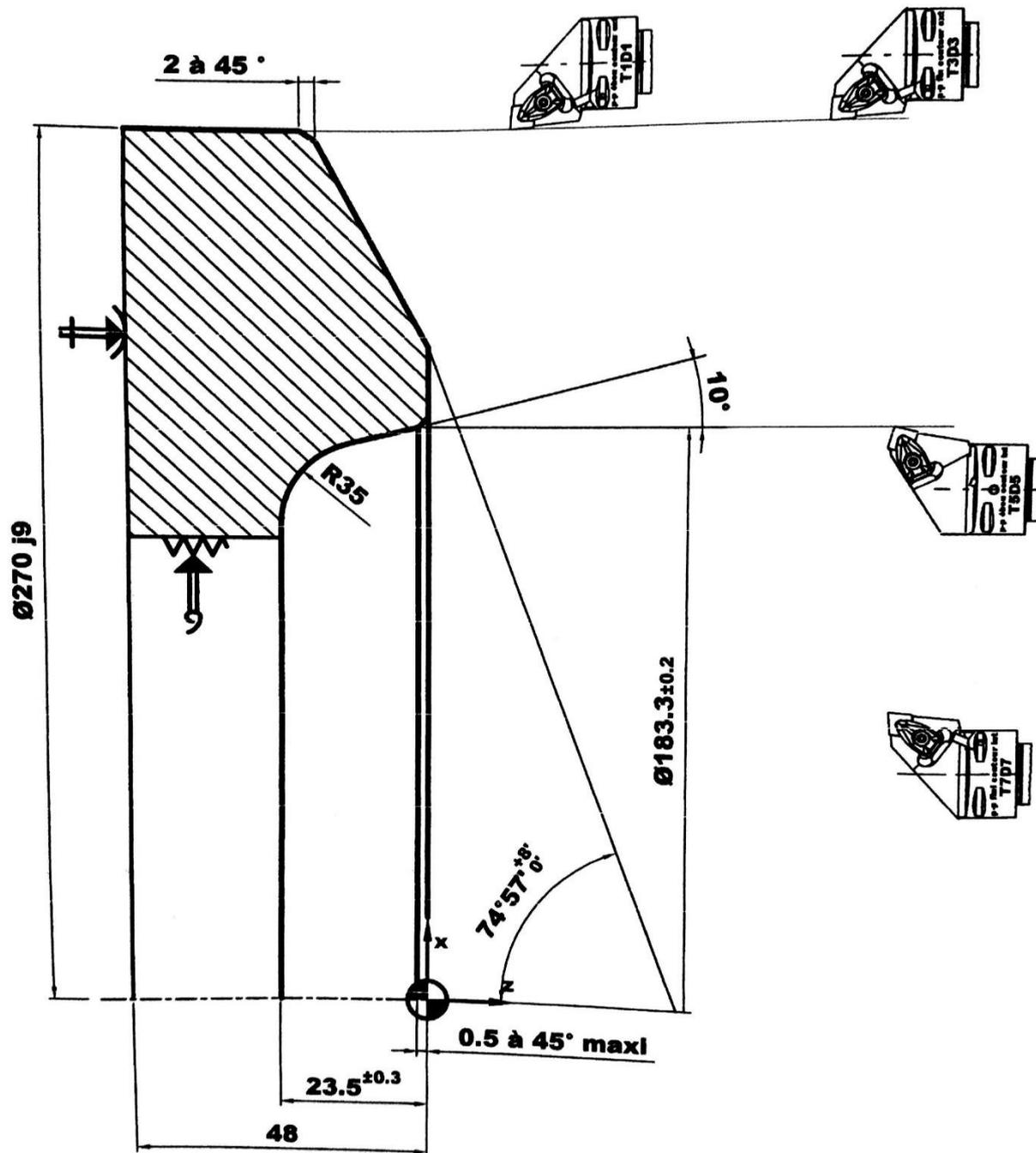


Figure: schéma de premier coté

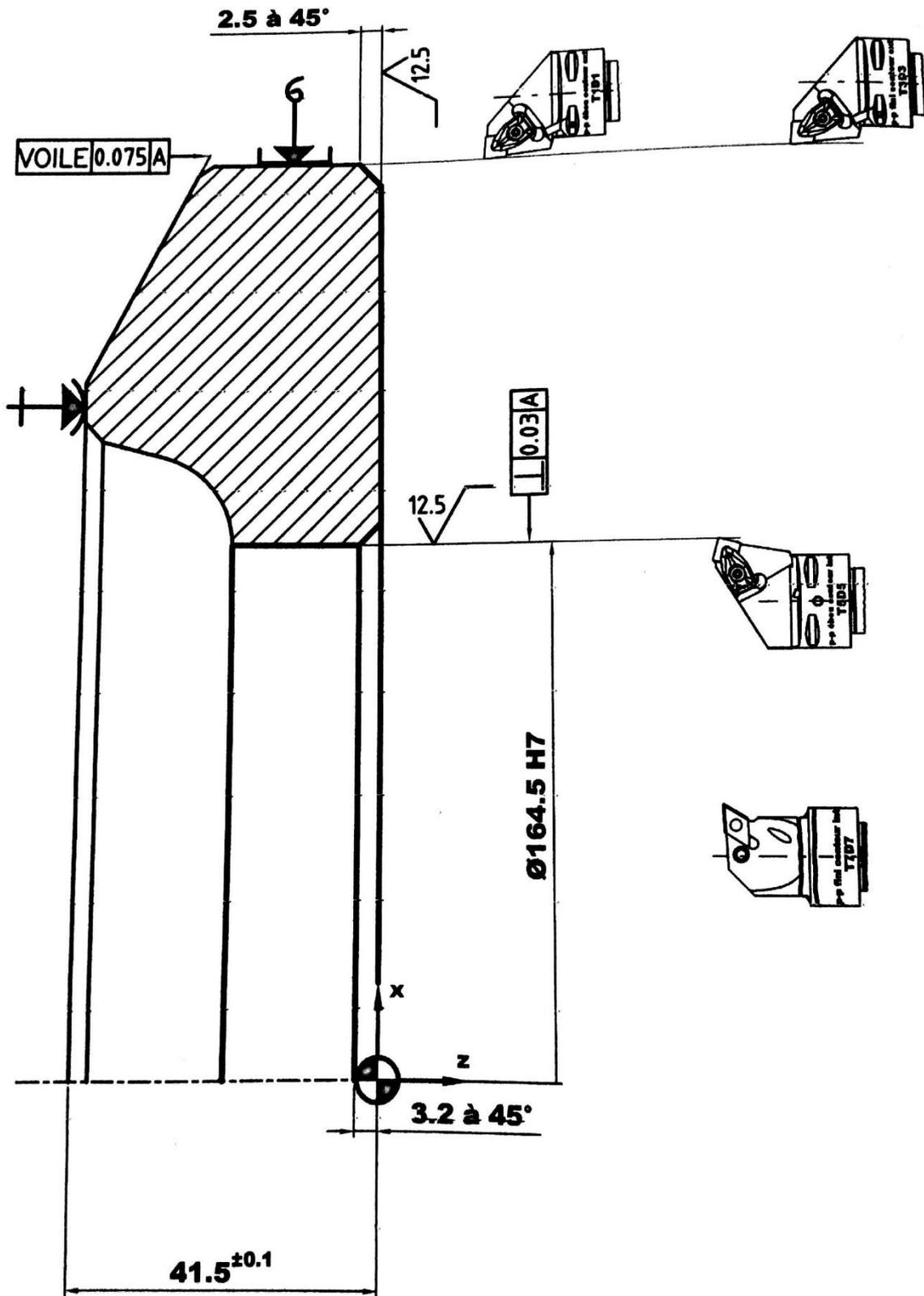


Figure: schéma deuxième coté



**Figure: la couronne avant le tournage**



**Figure : la couronne après le tournage**

## Annexe N°2

### Pupitre de commande

#### Affectation des touches du tableau de commande machine

- |    |   |     |  |
|----|---|-----|--|
| 1  | Convoyeur de copeaux marche             | 43  | Commande à deux mains  |
| 2  | Liquide d'arrosage marche               | 44  | Mode automatique arrêt   |
| 3  | Sélection dispositif de serrage 2       | 45  | Mode automatique démarrage   |
| 4  | Sélection avance                        | 46  | CN arrêt   |
| 5  | Sélection lunette 1                     | 47  | CN marche  |
| 6  | Sélection lunette 2                     | 48  | Alarme   |
| 7  | Sélection fourreau                      | 49  | Ready  |
| 8  | Réserve                                 | 50  | En trainements arrêt   |
| 9  | Usinage supplémentaire programmable     | 51  | Entrainement marche  |
| 10 | Sélection maniement FHS                 | 52  | Sélecteur de mode de fonction  |
| 11 | Sélection maniement CN (FHS)            | 53  | Commutateur d'avance rapide  |
| 12 | Sélection carter coulissant automatique | 54  | Commutateur d'avance de travail  |
| 13 | Système partiel 1                       | 55  | Commutateur de broche  |
| 14 | Système partiel 2                       | 56  | Roue à main  |
| 15 | Système partiel 3                       | 57  | Arrêt d'urgence  |
| 16 | Système partiel 4                       | 58  | Commutateur à clé réglage  |
| 17 | Système partiel 5                       | 61  | Option   |
| 18 | Reste                                   | 62  | Lecteur des disquettes   |
| 19 | Bloc individuel                         | 63  | Touche d'approbation pour déplacement le long des axes avec carter coulissant ouvert |
| 20 | Marche automatique marche               | 64  | Interface lecteur perforateur  |
| 21 | Bloc optionnel                          | 65  | Prise de courant pour lecteur perforat   |
| 22 | Playback                                | 100 | Sélection Monitor  |
| 23 | Réserve                                 | 101 | Sélection Edit   |
| 24 | M01                                     | 102 | Sélection IN/OUT   |
| 25 | DRY RUN                                 | 103 | Sélection Tool/Parameter   |
| 26 | M/C LOCK                                | 104 | Sélection MDI  |
| 27 | ATC                                     | 105 | Sélection Check  |
| 28 | Reste                                   | 106 | Sélection Graphic  |
| 29 | Réglage – avance                        | 107 | Sélection IPS  |
| 30 | Réglage – retour                        | 108 | Sélection Terminal   |
| 31 | Disp. de serrage réglage, fermeture     | 109 | Sélection F0   |
| 32 | Disp. de serrage réglage, ouverture     |     |  |
| 33 | Axe CN X                                |     |  |
| 34 | Axe CN Z                                |     |  |
| 35 | Axe CN C                                |     |  |
| 36 | Axe CN 4                                |     |  |
| 37 | Axe CN 5                                |     |  |

# Annexes

- 38 Mouvement d'avance vers le haut
- 39 Mouvement d'avance vers la gauche
- 40 Utilisation simultanée avance rapide
- 41 Mouvement d'avance vers la droite
- 42 Mouvement d'avance vers le bas

