

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –  
مختار



جامعة باجي - عنابة ANNABA

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT  
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

## **MEMOIRE DE MASTER**

DOMAINE SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE GENIE MECANIQUE

OPTION MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE MECANIQUE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

INTITULE

**Elaboration d'une politique de maintenance  
préventive d'untour automatique C80 et amélioration  
de la production de son Embarreur AES**

**Présenté Par :**

DIB Zakaria

**Jury de soutenance :**

- Pr. **KHELIF. RABIA** Président Pr
- Dr.**BOURENANE. JASSER** ExamineurMCA
- Dr. **BOUTECHICHE. SALIM** ExamineurMCB
- Mr. **OMRI MOHAMED SALAH** Examineur MAA
- Dr. **MERABTINE. ABDELMADJID**EncadreurMCB

**Promotion : juin 2016**

# **REMERCIEMENTS**

- *Avant tout, dieu merci de m'avoir donné la patience et la volonté pour élaborer ce travail.*
- *Mes remerciements les plus distinguées s'adressent à mon encadreur Dr : Merabtine. Abdelmadjid et Mr. Omri Med Saleh pour son aide précieux, ses conseils, ses encouragements, sa grande patience.*
- *Mes remerciements sont destinés également à l'ensemble des enseignants du département de génie mécanique, qui ont participé à ma formation.*
- *Je remercie profondément, tout le personnel de :  
L'atelier d'usinage mécanique et le département de maintenance.  
Pour leur accueil chaleureux et leur aide permanente durant toute la période de stage.*

**MERCI...**

# DÉDICACES

*A l'aide de dieu j'ai réalisé ce travail que je dédie à :*

*· Mes parents :*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*A mes frères : Ilyes et Lokmane ;*

*Pour mes amies Rami, Yacine, Khayro, Sarra, Nour, Mouna  
Avec un grand merci à mes camarades : ABBAS Amir et Amer  
Soualem Housseem et tous mes camarades.*

## **Résumé :**

La bonne gestion et la bonne politique d'une entreprise sont la réussite dans sa production. Depuis toujours, c'est la notion de maintenance qu'il incombe de réparer les pannes, sa mission d'entretien des machines ou les dépanner.

Rien n'est plus pénalisant, pour une entreprise, que de voir son parc de machines indisponibles par suite d'avaries alors que le temps manque pour satisfaire les délais et que les pertes s'accumulent : réduction de la productivité, manque à gagner, pénalités de retard, coût variés consécutifs aux avaries (réparations, mauvais climat, image de marque dégradé...).

Dans ce mémoire, est abordée la problématique du handicap dans l'entreprise FERROVIAL selon la diminution de la productivité des machines-outils, selon des conditions pertinentes de l'état de ces équipements, et au la mauvaise manipulation ou réglage de ceux-ci.

Ainsi, au travers d'une étude de terrain sur la chaîne de production des tours COMBIMAT C40, 60,80 de l'atelier B03, on observe que la réalité des besoins de la maintenabilité et la Croissance en productivité s'affirme clairement.

En parallèle, des recherches effectuées sur les technologies de tournage automatique des barres, qui donne à ce modèle de tours une performance selon le besoin del'acheteur.

Nous avons donc rétablie une analyse fiabiliste sur l'état de l'équipement, pour découvrir les pannes probables qui engendrent des arrêts répétés et coûteux pour l'entreprise ferroviaire.

D'une autre part, on a étudié le réglage des cames du tour automatique donné par le constructeur, le réglage de ces cames doit être exact tel qu'est donné par le catalogue pour éviter les défauts des pièces finies.

A la fin, nous avons proposé un modèle de conception d'amélioration d'un système d'alimentation des barres de l'embarreur AES qui est liée directement du tour C80, en mode automatique, afin de créer une notion d'ergonomie pour les manipulateurs, et d'augmentation dans la productivité des bagues, et donc de réduire le temps d'arrêt pendant la production.

**Mots clés :** machines-outils, maintenabilité, productivité, tournage automatique, analyse fiabiliste, tour automatique, cames, embarreur, temps d'arrêt.



## **Summary:**

The good management and the good policy of a company is the success in its production. Always, it is the concept of maintenance that takes responsibility to repair faults. His mission is to upkeep machinery or debug them.

Nothing is more penalizing, for a company, to see its machinery unavailable after a damage while the time lack to satisfy the delays and the loss accumulate: reduced productivity, miss to win, late penalties, various cost consecutive the damage (repairs, bad weather, picture brand degraded...).

In this master thesis, is discussed about the problem of disability in the company FERROVIAL, according to the reduction in the productivity of machine tools, according to relevant conditions of state of such equipment, and the bad handling or setting of thereof.

Therefore, through a study of a course about the production line of lathes COMBIMAT C40, 60, 80 of the workshop B03, we observe that the reality of needs to the maintainability and the growth in productivity affirms clearly.

In parallel, a research conducting on automatic turning technologies of bars, which gives to this model of lathes a performance according to the need of Purchaser.

We have so reinstated a reliability analysis about the state of the equipment, for discover probable faults that create repeated and expensive stops for the railway company.

On the other hand, we studied the adjustment of cams of automatic lathes given by the manufacturer; the adjustment of these cams must be exact such as is given by the catalogue. To avoid the defects of a finished parts.

Finally, we proposed a model of a design to improve a feed system of bars to the feeder AES, which is linked directly to the lathe C80, in automatic mode, to create a concept ergonomics for the manipulators, and for increase in the productivity of bars, and so to reduce the downtime while the production.

**Keywords:** machine tools, maintainability, productivity, automatic turning, reliability analysis, automatic lathe, cams, feeder, downtime.

## الملخص:

التسيير الجيد والسياسة المحكمة لشركة معينة يعتبران بمثابة النجاح في إنتاجيتها. دائما ما يعتبر مبدأ الصيانة، العامل في إصلاح الأعطال، مهمته هي صيانة الماكينات أو تشغيلها مؤقتا. في الإنتاجية، عدم الربح، ضرائب حين التأخر، سعر متغير ومتعلق بالأضرار (إصلاحات، مناخ سيء، صورة منحطة عن علامة تجارية...).

في هذه المذكرة، طرحت إشكالية العجز بشركة فيروفيال فيما يتعلق بانخفاض إنتاجية الماكينات الميكانيكية، حسب شروط ذو صلة بحالة المعدات، وسوء التحكم أو التعديل عليهم.

كذلك، عبر دراسة مدنية للسلسلة الإنتاجية للمخارط كومبيمات ك 40، 60، 80 في الورشة ب 03، نلاحظ ان حقيقة المطالب بالنسبة للصيانة ونمو الإنتاجية مؤكدة فعليا.

في نفس الوقت، هناك أبحاث أجريت حول تكنولوجيات التخريط الأوتوماتيكي للقضبان، حيث أثبتت أن هذا النوع من المخارط لديه الأداء المثالي حسب طلب المشتري.

لهذا قمنا بإعادة تحليل جودة الماكينة، لكي نكتشف الأعطال الممكنة التي تساعد في ظهور التوقفات المتكررة والمكلفة بالنسبة لشركة عتاد السكك الحديدية والمقطورات.

من جهة أخرى، قمنا بدراسة التعديل الخاص بالحدبات بالنسبة للمخرطة الأوتوماتيكية المعطى من طرف المصنف، هذا التعديل يجب أن يكون مطابق لما هو موثق في الملف التقني لغرض تجنب ظهور عيوب في قطع الناتج النهائي.

في الأخير، قمنا باقتراح تصميم نمط تحسيني لنظام توريد القضبان الخاصة بوحدة التغذية AES المتصل مباشرة مع المخرطة، على الطريقة الأتوماتيكية، لغرض خلق مبدأ بيئة عمل مناسبة لمسيري الماكينات، وزيادة في إنتاجية الحلقات المعدنية، وإذن انخفاض في زمن التوقف الخاص بالإنتاج.

**الكلمات المفتاحية:** الماكينات الميكانيكية، الصيانة، الإنتاجية، التخريط الأوتوماتيكي، تحليل الجودة، المخرطة الأوتوماتيكية، الحدبات، وحدة التغذية، زمن التوقف.

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Les différents types de technologies utilisées dans l'usine -----	6
Tableau II.1 : Caractéristiques principales de la machine -----	23
Tableau II.2 : Compositions de l'équipement -----	25
Tableau II.3 : Compositions du porte-foret -----	26
Tableau II.4 : Compositions du porte-outil sur broches de perçage -----	26
Tableau II.5 : Compositions du Porte-outils supérieurs doubles -----	27
Tableau II.6 : Compositions du Porte-outils supérieurs normaux -----	27
Tableau II.7 : Compositions du porte-outil double -----	28
Tableau II.8 : Compositions du porte-outil normal à bascule -----	29
Tableau II.9 : Légende du schéma cinématique COMBIMAT 80 PP -----	31
Tableau II.10 : Désignation des symboles des boutons -----	40
Tableau II.11 : Désignation des signes du levier -----	41
Tableau II.12 : Légende du schéma de puissance -----	43
Tableau II.13 : Compositions de l'embarreur AES -----	50
Tableau II.14 : Relation entre les niveaux de maintenance et les objectifs ciblés -----	63
Tableau III.1 Historique des pannes -----	69
Tableau III.2 : Pourcentage du nombre d'arrêts par type des pannes -----	74
Tableau III.3: Tableau des fréquences d'apparition des grandes familles des défaillances -----	79
Tableau III.4 : Les temps de bon fonctionnement -----	81
Tableau III.5 : cumules des TBF et calcul de la fonction de répartition -----	84
Tableau III.6 : Valeurs et résultats des paramètres de Weibull -----	85
Tableau III.7 : Test d'adéquation du modèle -----	89
Tableau III.8 : Vitesses de coupe en fonction des opérations à effectuer -----	97
Tableau III 9 : Vitesses de coupe en fonction du diamètre de la barre -----	97

<b>Tableau III.10 : Les avances admises -----</b>	<b>99</b>
<b>Tableau III.12 : Diamètres et épaisseurs des barres à usinées (1) -----</b>	<b>99</b>
<b>Tableau III.12 : Diamètres et épaisseurs des barres à usinées (2) -----</b>	<b>100</b>
<b>Tableau III.13 : Interventions aux industries -----</b>	<b>103</b>
<b>Tableau IV.1 : Tableau des huiles et graisses -----</b>	<b>109</b>
<b>Tableau IV.2 : Plan proposé pour la maintenance préventive de la machine C80 -----</b>	<b>111</b>
<b>Tableau IV.3 : Instructions proposé pour la maintenance productive de La machine C80 -----</b>	<b>113</b>
<b>Tableau IV.4 : Suivi mensuel proposé pour la machine C80 -----</b>	<b>113</b>
<b>Tableau IV.5 : Feuille de visite proposé à la machine C80 -----</b>	<b>114</b>
<b>Tableau IV.6 : Gamme de maintenance 1 proposé à la machine C80 -----</b>	<b>114</b>
<b>Tableau IV.7 : Gamme de maintenance 2 proposé à la machine C80 -----</b>	<b>114</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Vue de l'entreprise sur la carte -----	4
Figure I.2 : Produits générales de l'entreprise ferroviaire -----	5
Figure I.3 : Multiples des produits forgés-----	6
Figure I.4 : Organigramme générale de l'entreprise Ferroviaire -----	7
Figure I.5 : Plan de masse de l'entreprise-----	8
Figure I.6 : Organigramme générale des ateliers de Ferroviaire-----	9
Figure I.7 : Fraiseuse AB0305 dans l'atelier B03 -----	11
Figure I.8 : Perceuse dans l'atelier B03 -----	11
Figure I.9 : Rectifieuse AB0501 dans l'atelier B03-----	12
Figure I.10 : Raboteuse dans l'atelier B03-----	12
Figure I.11 : Mortaiseuse dans l'atelier B03 -----	13
Figure I.12 : Tour dans l'atelier B03-----	13
Figure I.13 : Mouvement de coupe et d'avance -----	14
Figure I.14 : Terminologie des organes principaux du tour-----	15
Figure I.15 : Schéma d'un tour revolver -----	16
Figure I.16 : Tour C80 automatique ciblée dans l'atelier d'usinage -----	17
Figure I.17 : Tours HES 32 à commande numérique dans l'atelier d'usinage -----	18
Figure I.18 : Différents types d'outils extérieurs -----	20
Figure I.19 : Différents types d'outils intérieurs -----	20
Figure II.1 : Photo du tour automatique COMBIMAT 80-----	22
Figure II.2 : Dimensions d'encombrement du tour COMBIMAT 80-----	23
Figure II.3 :Nomenclature de notre Tour C 80 (Tour automatique COMBIMAT) ----	24
Figure II.4 : Dessin du porte-foret-----	26
Figure II.5 : Dessin du porte-outil sur broches de perçage-----	26
Figure II.6 : Dessin du porte-outil superieurs doubles -----	27

<b>Figure II.7 : Dessin du porte-outil supérieur normal</b>	<b>27</b>
<b>Figure II.8 : Dessin du porte-outil double</b>	<b>28</b>
<b>Figure II.9 : Dessin du porte-outil normal à bascule</b>	<b>29</b>
<b>Figure II.10 : Schéma cinématique de la machine « C80 »</b>	<b>30</b>
<b>Figure II.11 : Désignation du Console support moteur et tendeur</b>	<b>34</b>
<b>Figure II.12 : Les 2 types de modèle de pinces de serrage utilisées dans la machine</b>	<b>34</b>
<b>Figure II.13 : Broche de poupée COMBIMAT 80</b>	<b>35</b>
<b>Figure II.14 : désignations d'une boîte de production</b>	<b>36</b>
<b>Figure II.15 : Pignons de la boîte de production</b>	<b>36</b>
<b>Figure II.16 : Les pignons interchangeable</b>	<b>37</b>
<b>Figure II.17. : Position de l'arbre de renvoi dans une boîte de vitesse</b>	<b>37</b>
<b>Figure II.18 : Plaque indicatrice des vitesses de l'arbre à cames C80</b>	<b>39</b>
<b>Figure II.19 : Arbres à cames</b>	<b>39</b>
<b>Figure II.20 : Tableau de commande du fonctionnement de la machine</b>	<b>40</b>
<b>Figure II.21 : Levier de réglage de vitesse</b>	<b>41</b>
<b>Figure II.22 : Armoire électrique</b>	<b>41</b>
<b>Figure II.23 : Schéma secondaire de puissance</b>	<b>42</b>
<b>Figure II.24 : Transformateur de courant dans l'armoire électrique</b>	<b>43</b>
<b>Figure II.25 : Schéma secondaire de commande de la broche 1</b>	<b>44</b>
<b>Figure II.26 : Schéma secondaire de commande de la broche 2</b>	<b>45</b>
<b>Figure II.27 : Pompe de graissage MECAFLUID</b>	<b>46</b>
<b>Figure II.28 : Photo de l'embarreur AES</b>	<b>47</b>
<b>Figure II.29 : La relation directe entre l'embarreur AES et le tour C80</b>	<b>48</b>
<b>Figure II.30 : vérin pneumatique</b>	<b>48</b>
<b>Figure II.31 : Nomenclature de l'embarreur AES</b>	<b>49</b>
<b>Figure II.32 : Dessin coté partiellement de l'embarreur AES</b>	<b>51</b>

<b>Figure II.33 : Tableau de commande de l'embarreur</b> -----	<b>52</b>
<b>Figure II.34 :Ensemble de transmission de mouvement (distributeurs + pompes) ---</b>	<b>52</b>
<b>Figure II.35 : Schéma pneumatique de l'embarreur</b> -----	<b>53</b>
<b>Figure II.36 : Spécifications de l'ensemble (Embarreur AES + Tour C80) -----</b>	<b>54</b>
<b>Figure II.37 : Cinématique monobroche poupée mobile</b> -----	<b>56</b>
<b>Figure II.38 : Mouvement de rotation de la broche principale</b> -----	<b>56</b>
<b>Figure II.39 : Barillet 5 outils</b> -----	<b>57</b>
<b>Figure II.40 : Dessin de l'arbre à came</b> -----	<b>59</b>
<b>Figure II.41 : Organigramme générale du concept de la maintenance</b> -----	<b>62</b>
<b>Figure III.1 : La courbe en baignoire</b> -----	<b>77</b>
<b>Figure III.2 : Diagramme de Pareto et la courbe ABC -----</b>	<b>79</b>
<b>Figure III.3 : Représentation de la disposition réparable -----</b>	<b>80</b>
<b>Figure III.4 : Graphe du modèle de Weibull sur lepapier Allan Plait</b> -----	<b>83</b>
<b>Figure III.5 : Graphe du modèle de Weibull sur Excel -----</b>	<b>83</b>
<b>Figure III.6 : Courbe de la fiabilité</b> -----	<b>86</b>
<b>Figure III.7 : Courbe de la fonction de répartition -----</b>	<b>86</b>
<b>Figure III.8 : Courbe destaux d'avarie -----</b>	<b>87</b>
<b>Figure III.9 : Courbe de la densité de probabilité</b> -----	<b>88</b>
<b>Figure III.10 : Courbe de répartition des défaillances en fonction de la fiabilité -----</b>	<b>88</b>
<b>Figure III.11 : Feuille de production (1)</b> -----	<b>95</b>
<b>Figure III.12 : Feuille de production (2)</b> -----	<b>96</b>
<b>Figure III.13 : Dessin explicatif du degré de la coupe de l'outil pour une épaisseur bien déterminée (1)</b> -----	<b>99</b>
<b>Figure III.14 : Dessin explicatif du degré de la coupe de l'outil pour une épaisseur bien déterminée (2)</b> -----	<b>100</b>
<b>Figure III.15 : Trace de la came n° 1 et 3 -----</b>	<b>101</b>
<b>Figure III.16 : Positionnement et réglage des cames désignées</b> -----	<b>101</b>

<b>Figure III.17 : Trace de la came n° 4 et 5 -----</b>	<b>102</b>
<b>Figure III.18 : Positionnement et réglage des cames désignées-----</b>	<b>102</b>
<b>Figure III.19 : La nouvelle génération des tours automatiques Metra -----</b>	<b>105</b>
<b>Figure IV.1 : Photos d'un exemple des roulements -----</b>	<b>115</b>
<b>Figure IV.2 : Arrache roulements -----</b>	<b>115</b>
<b>Figure IV.3 : Arbre de la broche du tour C80 -----</b>	<b>116</b>
<b>Figure IV.4 : Pignon au cours du traitement thermique-----</b>	<b>116</b>
<b>Figure IV.5 : Place de la barre dans l'embarreur AES -----</b>	<b>116</b>
<b>Figure IV.6 : Représentation 3D de la partie supérieure de l'embarreur (Solid Works)-----</b>	<b>117</b>
<b>Figure IV.7 : Ravitailleur proposé pour l'étude -----</b>	<b>117</b>
<b>Figure IV.8 : modèle du Vérin pneumatique désiré -----</b>	<b>117</b>
<b>Figure IV.9 : modèle du distributeur pneumatique 3/2 Type fin de course à poussoir ressort désiré -----</b>	<b>118</b>
<b>Figure IV.10 : Dessin du distributeur-----</b>	<b>118</b>



# TABLE DES MATIERES

DEDICACES

REMERCIEMENTS

Résumé

Summary

الملخص

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABBREVIATIONS

Introduction générale -----1

## Chapitre I :

### Présentation de l'entreprise et généralité sur les machines-outils

I.1. Historique de l'entreprise -----4

I.1.1- Situation géographique -----4

I.1.2 Le contexte nationale et les perspectives de FERROVIAL -----5

I.1.3 Les objectifs de l'entreprise -----6

I.1.4 Technologies utilisées -----6

I.2. L'organigramme général de l'entreprise Ferroviaal-----7

I.2.1 Le rôle du département maintenance -----7

I.2.2 La position de l'ingénieur de maintenance dans l'unité-----7

I.3. L'organigramme des ateliers de l'entreprise Ferroviaal-----9

I.4 Introduction -----10

I.5 Différentes machines-outils utilisées dans l'usine -----10

I.5.1 Procédés d'usinage de ces machines -----10

I.5.2 Classification des tours -----15

I.5.3 Caractéristiques des outils -----18

I.6 Conclusion -----20

## Chapitre II :

### Présentation de l'équipement et généralité sur les outils de la maintenance

<b>II.1 Introduction</b> -----	<b>21</b>
<b>II.1.1 L'importance de la machine ciblée dans la société</b> -----	<b>21</b>
<b>II.2 Caractéristiques techniques de la machine (LIVRET TECHNIQUE)</b> -----	<b>23</b>
<b>II.3 Composants du tour « C 80 »</b> -----	<b>33</b>
<b>II.4 Fonctionnement du tour « C 80 »</b> -----	<b>46</b>
<b>II.4.1 Principe de fonctionnement de la machine</b> -----	<b>46</b>
<b>II.5 Description et l'étude de l'embarreur (type AES)</b> -----	<b>47</b>
<b>II.5.1 Généralités</b> -----	<b>47</b>
<b>II.5.2 Mise en place – Mise en service</b> -----	<b>48</b>
<b>II.5.3 Description du fonctionnement</b> -----	<b>52</b>
<b>II.6 Utilisation de la machine et mode opératoire</b> -----	<b>54</b>
<b>II.7 Les cinématiques de notre machine-outil</b> -----	<b>55</b>
<b>II.8 Mesures de sécurité</b> -----	<b>57</b>
<b>II.8.1 Sécurité</b> -----	<b>57</b>
<b>II.8.2 Par limitation de couple avec rondelle-pré-contraintes</b> -----	<b>59</b>
<b>II.8.3 Par remplissage du réservoir d'huile</b> -----	<b>60</b>
<b>II.8.4 Mesures de sécurité lors du travail sur la machine</b> -----	<b>60</b>
<b>II.8.5 Mesures de sécurité lors du mesurage des paramètres de la machine</b> -----	<b>60</b>
<b>II.8.6 Mesures de sécurité lors du dépannage de la machine</b> -----	<b>60</b>
<b>II.9 Généralité sur la maintenance</b> -----	<b>60</b>
<b>II.9.1 Types de maintenance</b> -----	<b>61</b>
<b>II.9.2 Définitions normalisées en maintenance</b> -----	<b>62</b>
<b>II.10 Maintenance du tour « C 80 »</b> -----	<b>63</b>
<b>II.11 Définition des lois et modèles utilisées dans la maintenance industrielle</b> -----	<b>65</b>

II.11.1 Le diagramme de Pareto -----	65
II.11.2. La distribution du modèle WEIBULL -----	66
II.12 Conclusion -----	68

### **Chapitre III :**

#### **Présentation de l'équipement et généralité sur les outils de la maintenance**

III.1 Historique des pannes -----	69
III.2 Généralité sur les problèmes engendrent la machine-----	76
III.3 Calcule fiabiliste du tour C80 -----	76
III.3.1 Introduction-----	76
III.3.2 Indicateurs de la fiabilité-----	77
III.3.3 Type de fiabilité -----	78
III.3.4 L'histogramme de Pareto et la courbe ABC -----	79
III.3.5 Calcul du temps de bon fonctionnement-----	80
III.3.6 Application du modèle Weibull -----	82
III.3.7 Calcul de $R(t)$ , $F(t)$ , $f(t)$ , $\lambda(t)$ -----	86
III.4 Test de Kolmogorov-smirnov -----	88
III.4.1 Vérification du modèle choisi par le test de Kolmogorov-smirnov----	89
III.5 Détermination de la production et calculs des cames -----	91
III.5.1 Détermination de la production d'un tour automatique pour une pièce donnée-----	91
III.5.2 Calcul de la production-----	94
III.5.3 Calcul des cames -----	101
III.6 Partie Calcul prévisionnel -----	103
III.7 Comparaison du fonctionnement et de la performance de la nouvelle technologie des tours-----	104
III.8 Conclusion -----	106

## **Chapitre IV : Propositions et solutions**

<b>IV.1 introduction</b> -----	<b>107</b>
<b>IV.2 Propositions primaires</b> -----	<b>107</b>
<b>IV.3 Gamme d'entretien du tour « C80»</b> -----	<b>108</b>
<b>IV.3.1 Système de graissage de la machine</b> -----	<b>108</b>
<b>IV.3.2 Interventions</b> -----	<b>111</b>
<b>IV.4 Solutions proposées</b> -----	<b>115</b>
<b>IV.5 Conclusion</b> -----	<b>119</b>
<b>Conclusion générale</b> -----	<b>120</b>
<b>Référence bibliographie</b>	

## **Introduction générale**

Dans un contexte économique en constate l'évolution de la production, la concurrence oblige l'industriel à contrôler tous les équipements et les installations industrielles. Ces dernières sont soumises à des mécanismes de dégradation dû aux conditions de fonctionnement et/ou d'environnement : les problèmes qui sont observés tel que l'usure, la fatigue, le vieillissement, l'altération physico-chimique, et d'autres phénomènes diverses représentent les points critiques. Pour répondre à ces problèmes, nous devons élaborer une politique de maintenance.

Ces défaillances qui en résultent, nous entraîne à appliquer une action directe sur les équipements de production qui sont indispensables. L'utilisation des différents types de maintenancereprésente la force motrice de la performance incontournable pour la progression de l'industrie. Les coûts des actions de maintenance ne sont pas négligeables, ceux sont liés aux arrêts de production qui ont un impact plus fort sur la production. Devant cette situation, le responsable de maintenance ne doit plus se contenter de surveiller et de réparer, il doit envisager des stratégies.

Dans une industrie ferroviaire, la mise en place d'un plan de maintenance s'intègre dans une stratégie de maintenance retenue pour un coût global minimum, mais aussi pour répondre aux exigences décrites dans les bonnes pratiques de fabrication des wagons :

Les locaux et le matériel doivent être situés, conçus, construits, adaptés, et entretenues, de façon à convenir au mieux aux opérations à effectuer. Leur plan, leur agencement, leur conception et leur utilisation doivent tendre à minimiser les risques. Un nettoyage et un entretien efficaces permettre d'éviter les contaminations, dont le dépôt de poussières ou de saletés et dont les contaminations croisées, de manière générale, toute atteinte à la qualité des produits.

Pour cette raison, le responsable de la maintenance va se concentrée tous ces efforts à des solutions optimales suivant des événements probables, et sur l'évaluation des différentes alternatives qui s'en rapproche.

Pour notre travail, un stage pratique au sein de l'entreprise FERROVIAL d'Annaba, nous a permis d'être au contact avec la maintenance dans cette entreprise, pour mieux apprécier etcerner le problème constaté, qui se porte sur l'étude Fiabilistedu tour automatique à cames à haute performances COMBIMAT 80 .

## Introduction générale

Le comportement de cette tour est caractérisé par un ensemble des paramètres (mécaniques, hydrauliques, électriques). Ces paramètres, témoins du comportement, doivent être régulièrement contrôlés (pour assurer l'obtention des pièces finales). L'analyse des données reculées, mises en rapport avec les contrôles passés, permet alors d'émettre un jugement sur le comportement de la machine et son évolution.

Les problématiques rencontrées après l'étude fiabiliste réalisé sont :

- la mauvaise gestion des changements des roulements, qu'il va subir des effets principales engendrent la machine, et qui diminuant la fiabilité de l'équipement d'une manière indirecte.

- Les pignons fabriqués au sein de l'atelier de fabrications des pièces de rechange, doivent avoir impérativement les mêmes caractéristiques mécaniques, il faut un traitement thermique aux normes de l'emploi de la boîte de vitesse (choc, vitesse, température...etc.).

- Les réglages des cames du tour automatique doivent être fait d'une manière précise et de suivre les traces des cames en fonction d'épaisseurs et le diamètre de la barre, en respectant le catalogue machine qui donne le choix des cames.

- A la fin, , nous avons proposé un modèle de conception d'amélioration d'un système d'alimentation des barres de l'embrayeur AES qui est liée directement du tour C80, en mode automatique, afin de créer une notion d'ergonomie pour les manipulateurs, et d'augmentation dans la productivité des bagues, et donc de réduire le temps d'arrêt pendant la production.

Ces quatre problèmes sont les conséquents de la mauvaise production, et la diminution du taux des bagues fabriquées dans le temps nécessaire à la réalisation. Donc notre étude est de réaliser un programme d'élaboration d'une politique de maintenance du tour automatique à cames à haute performances COMBIMAT 80.

## Introduction générale

Au sein de l'atelier d'usinage mécanique, notre travail a été orienté vers la tour automatique de C80 de l'atelier B03. Notre étude de projet de fin d'étude est partagée en quatre chapitres comme suite :

Dans le premier chapitre, une présentation du lieu de stage et de l'équipement en générale.

Le second chapitre, nous représentons une description de la machine et l'exploitation des notions de maintenance.

Le troisième chapitre, nous déterminons les pannes prépondérantes survenant au sein du tour C80 et l'analyse des problèmes. Suivi des effets qu'on a ciblés dans notre étude du comportement de la machine dans l'usine, qui nous permettent la réalisation d'un calcul FMD.

Enfin le dernier Chapitre, une méthodologie pour la pratique d'une politique de maintenance et les propositions des solutions.

Et nous terminons par une conclusion et des recommandations.

## I.1. Historique de l'entreprise

Cette société a été développée plusieurs années pour arriver à son état actuel, cette progression a créé un fruit de production nécessaire des matériels ferroviaires, livrés à des pays étrangers en respectant les conditions proposées par ces fournisseurs.

Ferrovial est une entreprise publique économique de constructions de matériels et équipements ferroviaires, pour le transport des marchandises, à travers de sa gamme variée de wagons.

L'entreprise assure largement la demande nationale, et elle est capitaliser plus de 60 ans d'expérience dans ce domaine, sa fondation est remonté à 1936, issue de la restructuration de la S.N.METAL, et elle a été créé par décret N°83.50 du 1<sup>er</sup> janvier 1983, elle a été transformée en S.P.A (société par actions) en 1989 au capital de 2254.1MDA, entièrement détenue par l'état, et faisant partie du groupe SGP CONSTRUCTION METALLIQUE « Groupe Construmet ».

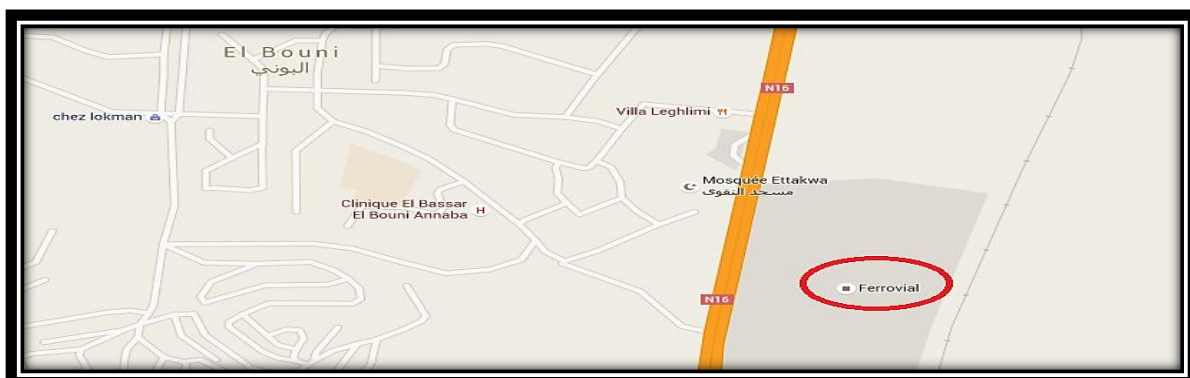
Elle est dotée de conseil d'administration et gérée par le président directeur général Salah Melek.

L'entreprise est constituée de deux unités opérationnelles installées sur le même siège de la Direction Générale :

L'unité FORGE et l'unité Complexe « ALLELICK » (unité de wagonnage).

### I.1.1 Situation géographique

L'entreprise Ferrovial est situé près de l'autoroute qui reliant la ville d'Annaba à El Hadjar, et





distant de 6 Km du centre-ville d'Annaba.

### Figure I.1 : Vue de l'entreprise sur la carte.

Elle dispose de deux sites :

Le premier site d'une superficie de 22 HA regroupant la direction générale et les deux unités de production « ALLEICK (unité de wagonnage) et Forge », il est embranché à la voie ferrée.

Le deuxième site d'une superficie d'environ 0,2 HA se trouve à l'entrée de la ville d'Annaba, utilisé pour la commercialisation des produits forgés CITAL.

Les deux sites sont dotés de toutes les commodités nécessaires.



## L'entreprise publique économique de construction De matériels et équipements ferroviaires



Figure I.2 : Produits générales de l'entreprise ferroviaire.

### I.1.2 Le contexte national et les perspectives de FERROVIAL

L'évaluation de la demande en transports de voyageurs et de marchandises repose sur un taux de croissance de 18% en matière de transport de voyageurs entre 2010 et 2014 pour atteindre près de 84 millions de voyageurs à l'horizon 2014 en plus de 80% de croissance pour le fret pour atteindre 13 millions de tonnes pour le même horizon.

Aussi pour le matériel destiné au fret, il est constitué essentiellement pour le transport de :

- Produits pétroliers
- Produits pondéraux minéral, phosphate, ciment et grains.
- Produits divers utilisant des wagons de série ou de séries adaptés.

Composé de wagons classique à hauteur de 5000 unités et de wagons mono produit également évalués à 5000 unités et pour lesquels existent des probabilités d'augmentation soit au niveau des opérations eux-mêmes ou à travers la création des filiales sans occulter les besoins en maintenance de wagons pour environ 2000 unités.

Pour la traction, la flotte d'engins de traction SNTF a une moyenne d'âge de 25 ans avec un taux de disponibilité de 45 % tandis que le parc du matériel voyageur dont l'acquisition remonte aux années 1985, la moitié a été radiée de circulation.

Nombre de travailleurs : 300 travailleurs.

Nombre de pays partenaires principales: Allemand, Iraq, Gabon, France, Chine.

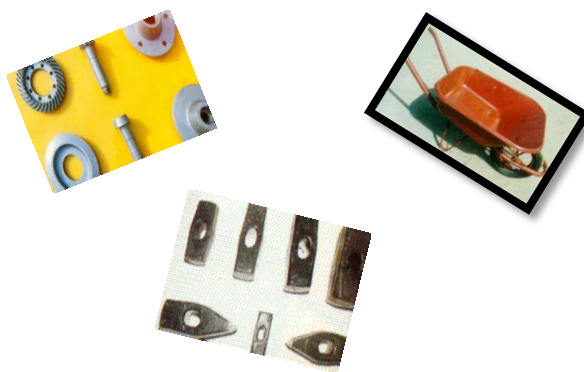
Capacités installées :

Wagons : 600 par Année.

Matériels T.P : 3000 bétonnières par Année.

Containers : 1000 par Année.

Produits forgés : 3000 Tonnes par Année.



**I.1.3 Les objectifs de l'entreprise** Figure I.3 : Multiples des produits forgés.

L'entreprise a pour objet : les études, la recherche et le développement, la production, la commercialisation de (matériels et équipement ferroviaires ; wagnage de tous types, locomotives de manœuvre, appareils de voie, voiture voyageur et métro, matériels de travaux publics « bétonnière, centrale à béton, brouette, container maritime, produits de diversification et de sous traitance (mécanique, métallique) », produits forgés (quincaillerie : pelle, pioche, houe, serre-joint, pièces de sous traitance)).

**I.1.4 Technologies utilisées**

Fabrication mécanique	Fabrication métallique	Forgeage
Tournage	Cisailage	Refoilage
Fraisage	Pliage	Matricage
Perçage	Oxycoupage	Découpage
...	Soudage	Traitement thermique

Tableau I.1 : Les différents types de technologies utilisées dans l'usine.

## I.2. L'organigramme général de l'entreprise Ferroviol

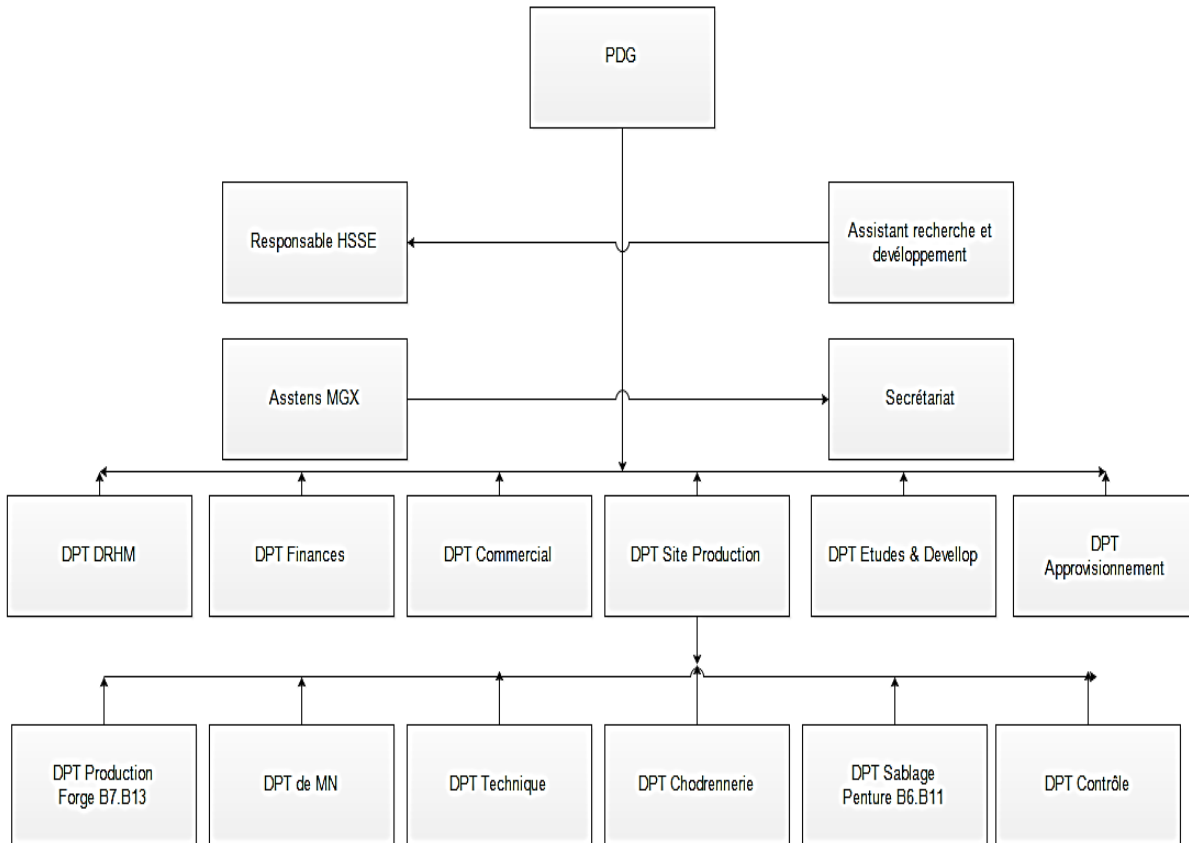


Figure I.4 : Organigramme générale de l'entreprise Ferroviol.

### I-2.1 Le rôle du département Maintenance :

Le département maintenance veille aux bons fonctionnements des différents ateliers, il se compose du service méthodes et service entretien qui veillent à l'entretien des équipements et installations et dispose d'une bonne composante humaine qui lui permet de surmonter toutes les difficultés.

### I-2.2 La position de l'ingénieur de Maintenance dans l'unité

Cet ingénieur occupe une place importante au sein de l'entreprise, son effectif est de 116 agents, qui représentent 8% de l'effectif.

Il assure la maintenance de toutes les installations de l'unité dans les domaines suivants : Mécaniques, électriques, régulation, etc...

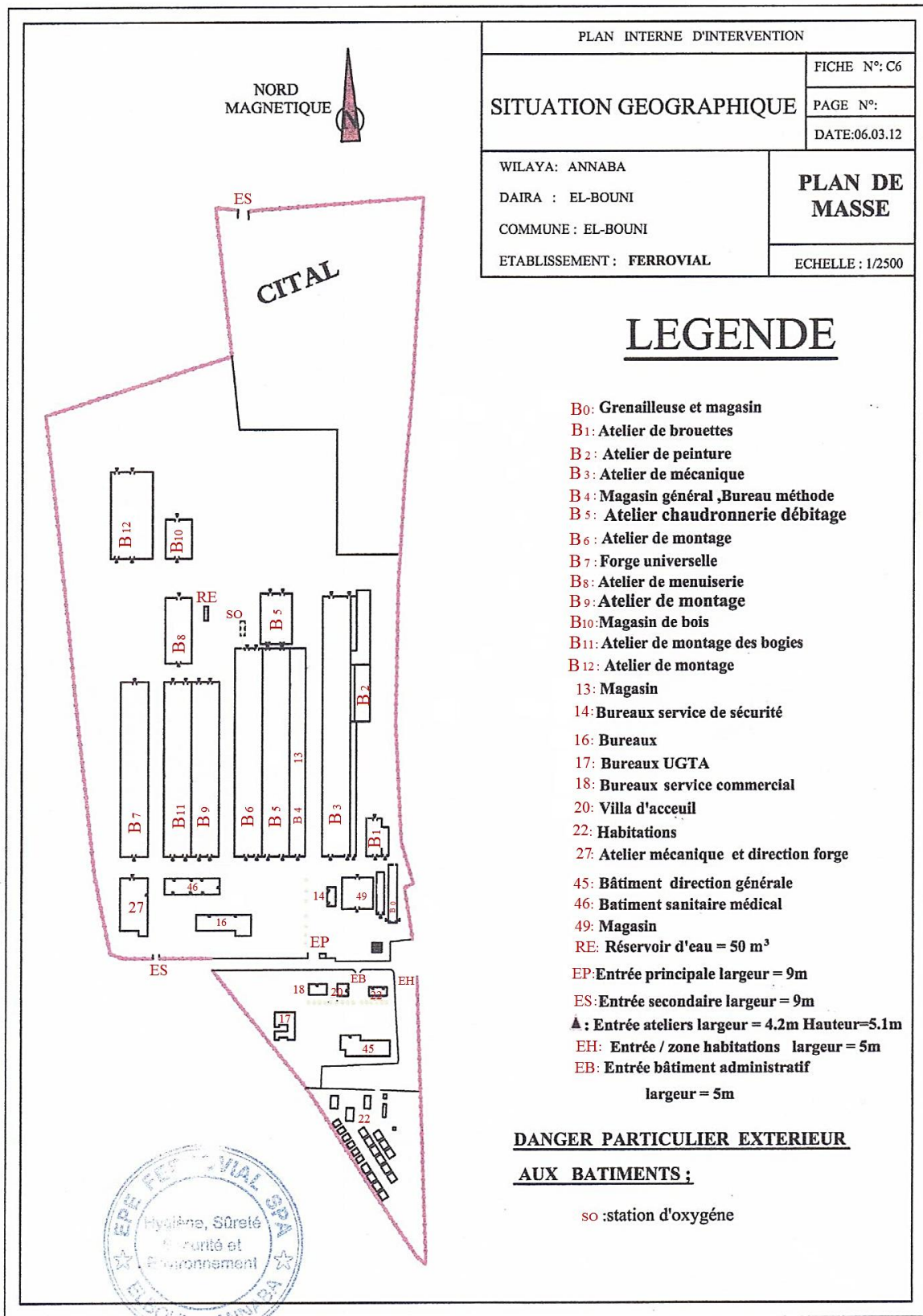


Figure I.5 : Plan de masse de l'entreprise.



L'une d'entre elles est l'usinage, c'est-à-dire un enlèvement de matière par un outil coupant.

L'usinage d'une pièce se décompose en une succession d'opérations, définie par la gamme d'usinage établie par le bureau des méthodes à partir du dessin de définition issu du bureau d'études.

L'usinage traditionnel s'effectue, en respectant les règles de la coupe des métaux, sur des machines-outils classiques ou automatisées.

## **I.5 Différentes machines-outils utilisées dans l'usine**

### **I.5.1 Procédés d'usinage de ces machines**

L'usinage s'effectue dans le but de donner aux pièces brutes la forme, les dimensions et la précision nécessaire demandée par le concepteur dans son dessin de définition, par enlèvement de copeau (surépaisseur) sur des machines-outils appropriées.

En fonction de la forme à donner à la surface et du type de la machine-outil, on distingue les opérations de coupe suivantes : le tournage, le perçage, la rectification, le fraisage, le rabotage, ... etc.

D'après l'atelier d'usinage qu'on a travaillé dedans ; on distingue plusieurs machines et procédés disponibles, on cite quelque procédés d'usinage utilisées et on montre quelques photos des équipements responsables pour chaque opération d'usinage.

#### **a) Le fraisage**

Le fraisage est un procédé de fabrication où l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : la rotation de l'outil de coupe, d'une part, et l'avancée de la pièce à usiner d'autre part.

Le fraisage s'effectue sur des machines à fraiser appelées fraiseuses, (voir figure I.7).





**Figure I.7: Fraiseuse AB0305 dans l'atelier B03.**

### **b) Perçage**

Pendant le perçage, la pièce est fixe tandis que l'outil est animé de deux mouvements continus simultanés, le mouvement de coupe et le mouvement d'avance suivant l'axe de l'outil. Le perçage s'effectue sur des machines à percer appelées perceuses, (voir figure I.8).



**Figure I.8 : Perceuse dans l'atelier B03.**

Les perceuses les plus fréquemment rencontrées dans la société sont :

- Perceuses sensibles
- Perceuses à colonne
- Perceuses radiales
- Perceuses horizontales
- Perceuses multibroches
- Perceuses C.N.C.

### **c) Rectification**

Au cours de la rectification, l'outil de coupe appelé meule est animé d'un mouvement de rotation (figure I.9), la pièce se déplace en translation (rectification plane) ou tourne autour de son axe tout en se déplaçant en translation le long de son axe (rectification cylindrique).

La rectification se fait sur des rectifieuses planes et cylindriques.

Dans l'atelier d'usinage, on trouve plusieurs types de rectifieuses, sont :

- les rectifieuses planes,
- les rectifieuses cylindriques,
- les rectifieuses sans centres,
- les machines de super finition,
- les affûteuses.



Figure I.9 : Rectifieuse AB0501 dans l'atelier B03.

#### d) Rabotage

Lors du rabotage, le mouvement rectiligne intéresse soit la pièce, soit l'outil.

Sur une raboteuse, on met en mouvement de la pièce tout en déplaçant latéralement l'outil d'une certaine quantité, (voir figure I.10).

Sur un étau limeur, c'est l'outil qui effectue un mouvement rectiligne en revenant à l'origine à la suite de chaque course de travail, tandis que la pièce se déplace latéralement d'une quantité égale à l'avance désirée.

Le rabotage s'effectue sur des machines-outils appelées raboteuses ou étaux limeurs.



Figure I.10 : Raboteuse dans l'atelier B03

#### e) Mortaisage :

Le mortaisage est une opération analogue au rabotage, seulement le mouvement de l'outil se fait verticalement, et ce mode d'usinage s'intéresse généralement au travail des surfaces intérieures, (voir figure I.11).





**Figure I.11 : Mortaiseuse dans l'atelier B03**

**f) Tournage :**

Pendant le tournage, la pièce tourne autour de son axe, tandis que l'outil s'engage dans sa surface à une profondeur déterminée.

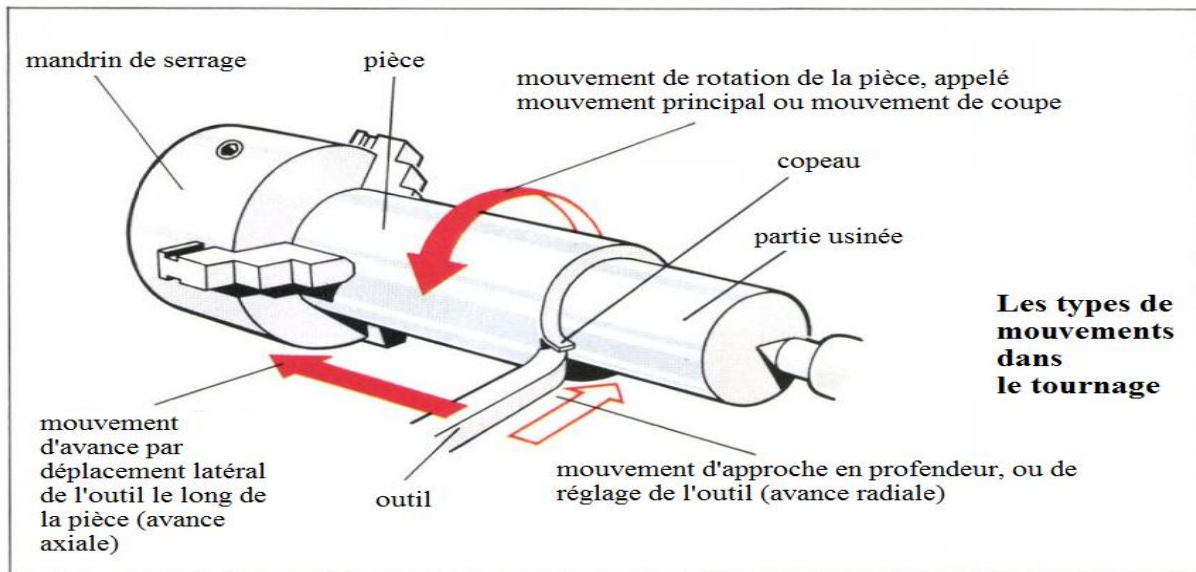
L'outil est animé d'un mouvement d'avance continu parallèle ou perpendiculaire à l'axe de la pièce.

Le tournage s'effectue sur machine dite tour, (voir figure I.12).



**Figure I.12 : Tour dans l'atelier B03.**

En tournage, le mouvement de coupe est obtenu par rotation de la pièce serrée entre les mors d'un mandrin ou dans une pince spécifique, tandis que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacement de l'outil coupant. La combinaison de ces deux mouvements permet l'enlèvement de matière sous forme de copeaux., (voir la figure I.13).



**Fig I.13 : Mouvement de coupe et d'avance.**

Les mouvements relatifs outil-pièce en tournage sont :

Le mouvement de coupe  $M_c$ .

Le mouvement d'avance  $M_f$ .

Le mouvement de position  $M_p$ .

- Le mouvement de coupe circulaire est donné à la pièce, pour une pièce de diamètre  $d$ , l'outil parcourt selon la circonférence un chemin égal à la circonférence  $\pi d$ .

Si la fréquence de rotation est notée  $N$ , la vitesse de coupe vaut donc :

$$V_c = N\pi d \quad [1]$$

$d$  : est exprimé en mm

$N$  : en tr/min

$V_c$  : mm/min

- Le mécanisme d'avance automatique, sur toutes les machines classiques (non à commande numérique) est établi de telle sorte qu'à un tour de la pièce corresponde un déplacement donné  $f$  de l'outil.

Cette longueur est appelée avance par tour et bien souvent, tout simplement avance.

La lettre  $f$  correspond au fait qu'en anglais, avance ce dit feed.

A l'aide d'une boîte de vitesses dite boîte d'avances, on peut choisir un grand nombre d'avances étagées selon une série Renard.

Il n'est pas rare de trouver des machines offrant 27 valeurs de l'avance qui se sélectionnent sur la boîte d'avances à l'aide de trois leviers ayant chacun 3 positions.

La vitesse d'avance est la vitesse avec laquelle l'outil se déplace.

On la note assez logiquement  $V_f$  pour la distinguer de la vitesse de coupe.

Puisqu'à chaque tour correspond une avance  $f$ , il est clair que :

$$V_f = Nf \quad [2]$$

### I.5.2 Classification des tours

Les machines-outils les plus courantes utilisées pour le tournage sont :

#### a) Les tours parallèles à charioter et à fileter

Ces machines sont utilisées pour les travaux unitaires ou de petites et moyennes séries sur des pièces très simples.

Ces tours sont peu flexibles.

Seules les surfaces dont les génératrices sont parallèles ou perpendiculaires à l'axe de la broche sont réalisables en travail d'enveloppe.

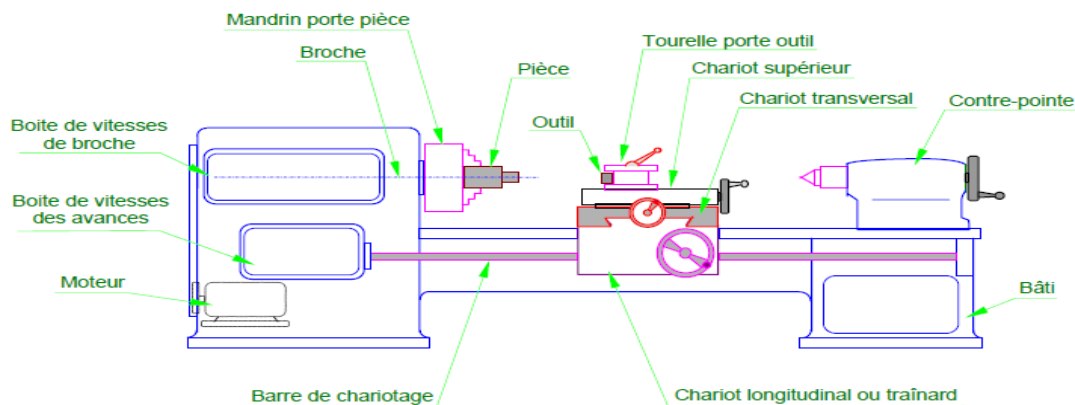


Figure I.14 : Terminologie des organes principaux du tour.

#### b) Les tours à copier

Ils permettent l'usinage de pièces par reproduction, à partir d'un gabarit, grâce à un système de copiage hydraulique qui pilote le déplacement du chariot transversal.

C'est une machine assez flexible qui peut convenir pour des travaux de petites à grandes séries.

La génératrice des surfaces de révolution peut être quelconque.

### c) Les tours semi-automatiques

Ce sont des tours équipés d'un trainard semblable à celui d'un tour parallèle avec une tourelle Hexagonale indexable munie de 6 postes d'outils animée d'un mouvement longitudinal contrôlé par des butées.

Les outillages spécialement conçus pour la machine permettent des opérations simples et précises.

La commande de ces tours peut être manuelle ou en partie automatique.

La flexibilité de ces machines est très limitée.

On les utilisera pour des travaux de moyenne série.

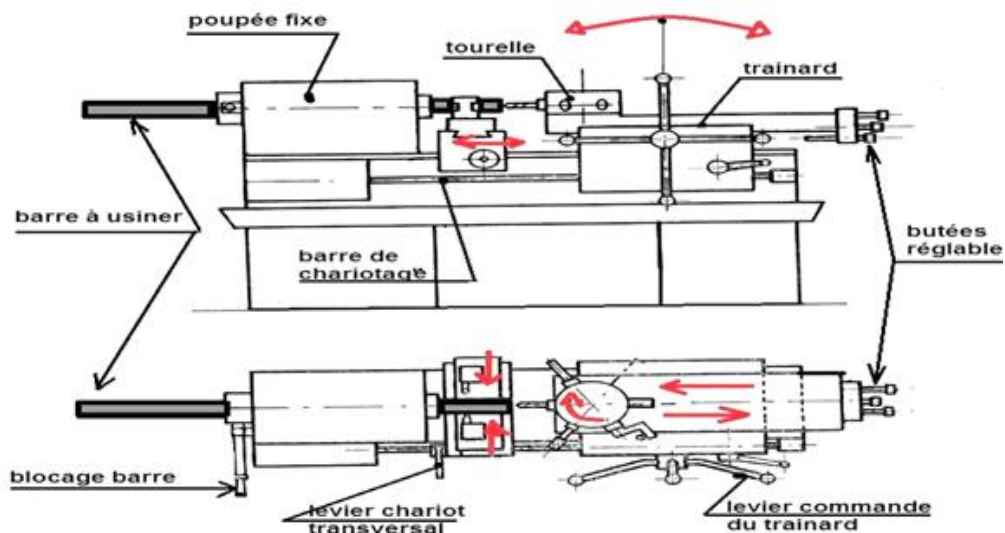


Figure I.15 : Schéma d'un tour revolver.

### d) Les tours automatiques

Plusieurs outils sont montés tangentiellement à la pièce.

Les mouvements sont obtenus par des cames qui donnent la vitesse d'avance et la course de chaque outil.

Une came est spécifique à une opération et à une pièce.

Ces tours sont entièrement automatiques.

Ces machines n'ont aucune flexibilité.

Elles conviennent pour les très grandes séries.



Figure I.16 : Tour C80 automatique ciblée dans l'atelier d'usinage.

### e) Les tours automatiques multibroches

Ce type de tour comportera par exemple huit broches.

Huit outils soit un par broche travaillent en même temps et effectuent une opération différente.

Ce sont les broches qui tournent d'un huitième de tour pour présenter la pièce devant l'outil suivant.

Lorsque les broches ont effectuées un tour complet la pièce est terminée.  
Il est possible de travailler dans la barre.

Sur ce type de tour les réglages sont longs et le temps de passage d'une série à l'autre immobilise la machine.

Ce tour sera réservé pour les grandes et très grandes séries à des pièces de dimensions réduites à cause de l'espacement entre les broches.

### f) Les tours à commande numérique

Comme en copiage la génératrice de la pièce peut être quelconque mais ici la trajectoire de l'outil est obtenue par le déplacement simultané de deux axes dont les positions successives sont données par un calculateur travaillant à partir d'un programme propre à la pièce.



Ces tours sont équipés d'un magasin d'outils et éventuellement d'un système de chargement des pièces.

La flexibilité de ces machines est très grande et particulièrement bien adapté pour le travail unitaire ou les petites séries répétitives.



Figure I.17 : Tours HES 32 à commande numérique dans l'atelier d'usinage.

### I.5.3 Caractéristiques des outils

Un outil coupant est donc caractérisé par la forme et la position de ses arêtes et par la position de ses faces.

La théorie de la coupe a mis en évidence l'importance de la direction résultante de coupe du point considéré de l'arête et de la direction d'avance.

La direction résultante de coupe est la vitesse en un point considéré de l'outil par rapport à la pièce :

$$\vec{v}(p, \text{outil} / \text{pièce}) = \vec{v}(p, \text{outil} / \text{machine}) + \vec{v}(p, \text{machine} / \text{pièce}) [3]$$

$$\vec{v}_{\text{effective}}(p, \text{outil} / \text{pièce}) = \vec{v}_f(p, \text{outil} / \text{machine}) + \vec{v}_c(p, \text{machine} / \text{pièce}) [4]$$

La direction d'avance est définie à partir du mouvement qu'aurait le point considéré de l'arête par rapport à la machine, si le mouvement de coupe était arrêté.

### a) Outil à droite et outil à gauche

L'outil est dit à droite si son arête principale est orientée vers la droite d'un observateur faisant face à la face de coupe et regardant vers l'arrière de l'outil, c'est -à dire dans la direction s'éloignant de la partie de la pièce taillée par l'outil.

Il est dit à gauche dans le cas contraire.

### b) Matériaux utilisés pour les outils

- L'acier rapide (HSS - High Speed Steel), qui est un acier fortement allié, est très employé pour la production d'outils de coupe.

Les caractéristiques qui le rendent intéressant sont sa dureté d'environ 65 HRc et sa ténacité qui lui confère une bonne longévité.

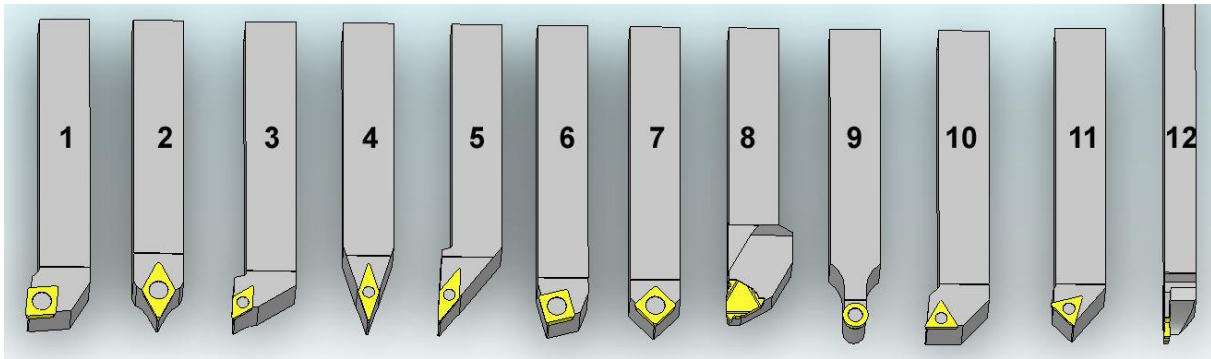
- Les carbures métalliques. Rentrent dans cette catégorie les alliages composés de tungstène (60-90 %), titane et tantale (1-35 %) et de cobalt ou nickel (5-15 %), ainsi que d'autre matières en plus faibles quantités comme le molybdène ou le vanadium.

La fabrication du métal dur est réalisée par frittage, on en fait généralement des plaquettes que l'on fixe sur le corps de l'outil par brasage, avec une vis ou aussi par bridage.

Certains outils de petites dimensions sont fabriqués entièrement en métal dur.

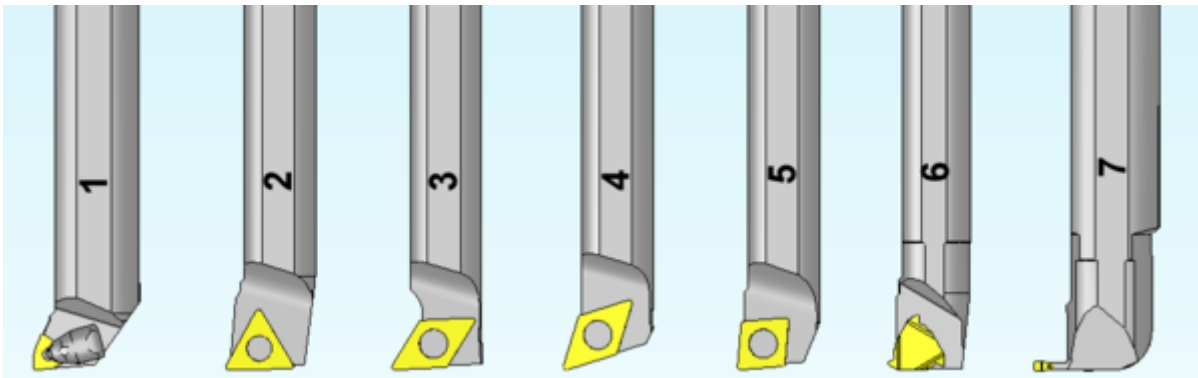
### c) Les différentes formes des outils

**Figure I.18 : Différents types d'outils extérieurs.**



- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1- A charioter dresser  | 8- A fileter                |
| 2- A gorge ou a fileter | 9- A gorge ou à ronder      |
| 3- A charioter          | 10- A dressé                |
| 4- A gorge ou a fileter | 11- A chanfreiné            |
| 5- A charioter          | 12- A gorge ou à tronçonner |
| 6- A charioter          |                             |
| 7- A chanfreiner        |                             |

**Figure I.19 : Différents types d'outils intérieurs.**



- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1- A dresser aléser | 5- A dresser aléser   |
| 2- A aléser         | 6- A taraudé          |
| 3- A dresser aléser | 7- A gorge intérieure |
| 4- A dresser aléser |                       |

## I.6 Conclusion :

Nous avons présentés dans ce chapitre une revue générale sur l'entreprise et les machines Outils, dont le but de montrer les différents organes et techniques de chaque 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.



### II.1 Introduction

Les tours automatiques du type « C80 » offrent les mêmes avantages que les tours parallèles, mais plusieurs outils peuvent travailler simultanément.

Outre la poupée et la contre-poupée (ou contre-pointe), ils possèdent deux chariots (un à l'avant et un à l'arrière) qui peuvent recevoir plusieurs outils.

Généralement, un des chariots travail en translation (parallèle à l'axe de la pièce) et l'autre perpendiculairement à cet axe.

Ces tours « COMBIMAT » sont destinées au tournage des barres très variées d'acier, de laiton, et des métaux non ferreux particulièrement avec de 5 outils pour la production des Bagues séparées et en série.

Elles permettent l'usinage de longue pièce sans avoir à ravitailler plusieurs fois.

Les opérations simultanées (dressage, chanfreinage, chariotage, alésage, tronçonnage) seront possibles grâce au porte-outil axial fixé sur le peigne.

Les tours françaises de type « C80 » peuvent être utilisées dans les petites à grandes séries, pièces très ouvragées, complexes et usinées sur une seule machine et sans reprise.

Le rendement de notre tour est maximum à l'usinage des pièces par la méthode de tournage rapide grâce à la vitesse augmentée (jusqu'à 1328 tr/min).

#### II.1.1 L'importance de la machine ciblée dans la société

La machine ciblée est l'un des machines les plus importantes dans l'atelier d'usinage mécanique, elle joue un rôle très influent dans l'évolution de la société dans des différents domaines stratégiques (économiquement et politiquement).

C'est la machine la plus efficace dans l'usinage des longues barres, elle sert donc à usiner des barres de matières différentes pour retrouver avec des bagues de différents diamètres.

Elle peut produire 32 bagues d'une seule barre pour chaque wagon et elle ne s'arrête pas à produire afin de respecter les commandes demandées des fournisseurs.

L'ensemble des bagues terminées seront à plusieurs chiffres d'affaire, et cela revient à l'efficacité de la machine et son rôle précieux d'augmenter la production des pièces usinées (bagues) dans un temps record.

Et avec sa grande précision d'usinage, les barres seront usinées dans les meilleures conditions en respectant les normes mondiales posées, et le besoin du client proposé.

Le tour C80 est un morceau indispensable de l'atelier de l'usinage mécanique, si les caractéristiques principales des barres sont respectées, ils seront directement usinés avec les 5 outils adaptés par cette machine.



**Figure II.1 : Photo du tour automatique COMBIMAT 80.**

Les tours à décolleter se déclinent en plusieurs variantes dont les plus courantes sont :

- ☞ Les tours automatiques monobroche, à poupée fixe ou à poupées mobiles et à commande numérique ou à commande par cames (conventionnel) tel de notre Tour.
- ☞ Les tours automatiques multibroches à commande numérique ou à commande par cames (conventionnel).
- ☞ Les machines transfert.
- ☞ Les tours à torches.

## II.2 Caractéristiques techniques de la machine (LIVRET TECHNIQUE)

### Caractéristiques principales

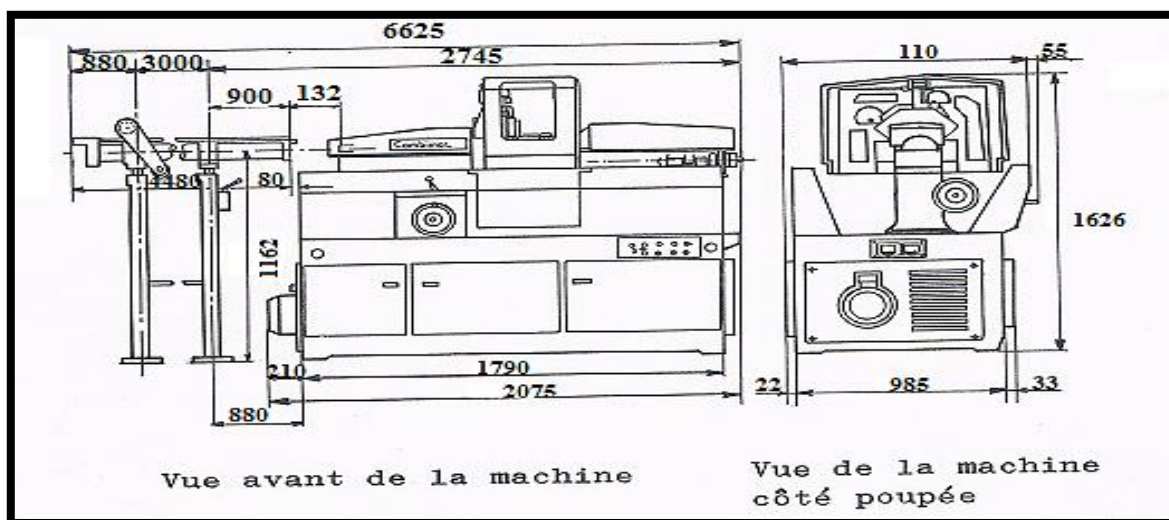
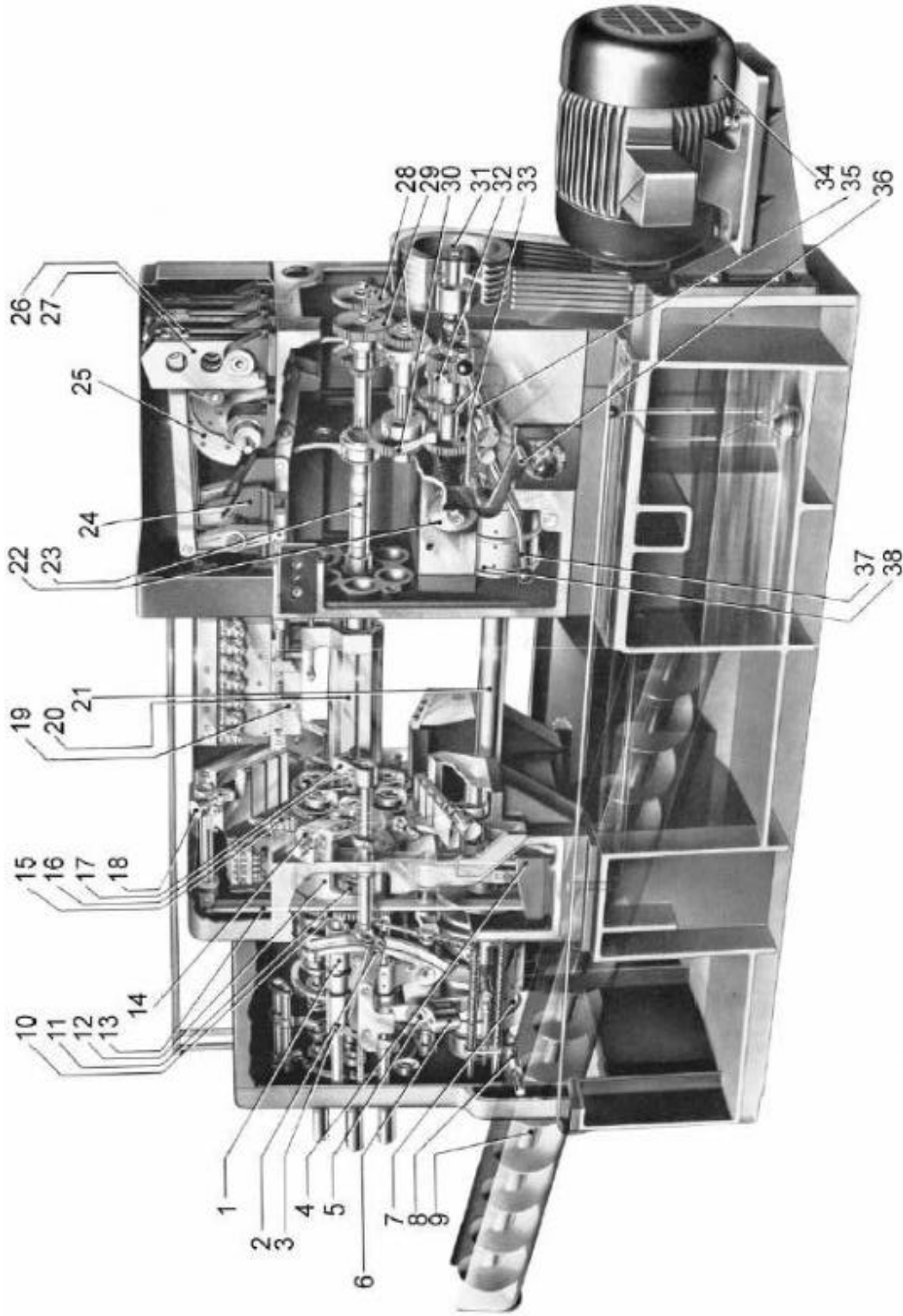


Figure II.2 : Dimensions d'encombrement du tour COMBIMAT 80.

Capacité	Unité	Valeur
Diamètre maxi des barres	mm	80
Longueur de ravit	mm	90
Longueur maxi de chariotage :		
- Chariot AV et AR	mm	75
- Course transversale		40
Capacité, filetage, taraud :		
- Acier R.50 Kg		M 16
- Laiton		M 22
Course maxi de filetage	mm	75
- Puissance du moteur	(ch)	7,5
Vitesse de broche :		
- mini	(t/min)	109
- maxi		1328
La stabilisation thermique en mm : 42	°C	(42° à 47°)
Barre ronde maxi	mm	80
Barre hexagonale s/plats maxi	mm	70
Barre carrée s/plats maxi	mm	57
Avance-barre par poussette et contre-poids tube réversible pour passage de barre :		
Diamètre maxi	mm	80
Diamètre mini	mm	42

Tableau II.1 : Caractéristiques principales de la machine.





**Figure II.3 :Nomenclature de notre Tour C 80 (Tour automatique COMBIMAT).**

La liste des organes constitutifs de la machine est donnée dans le tableau :

Repère	Désignation	Repère	Désignation
De la Fig I			
1	douille de serrage du coulisseau	20	Arbre de sortie centrale pour conduire le trainard
2	Levier de réglage du quadrant de l'avance de la barre	21	Arbre principale de la came
3	Arbre d'avance du coulisseau	22	Pignon d'engagement manuel
4	Levier du coulisseau transversal de la came	23	Arbre centrale
5	Levier du collet d'exploitation	24	Section du mécanisme du chariotage dans les arbres de sortie
6	Disposition de la douille de serrage de l'exploitation	25	Section de réglage de la course de l'outil
7	Tambour de la came portant le collet et la came d'avance de la barre	26	Levier de fonctionnement de l'arbre de sortie
8	Indice du Levier d'embrayage	27	Arbre de la came supérieure et

			disques de la came
9	Convoyeur de copeau	28	Pignons de déclenchement du pic d'avance machine
10	Pignon de division de l'arbre du tambour	29	Pignons de déclenchement du pic de la vitesse
11	Pignon entraînant l'arbre	30	Amplitude de chariotage du changement des pignons entraînés
12	Arbre de tambour	31	Arbre de vitesse constante
13	Fonctionnement de la pièce de liaison jusqu'à la croix du coulisseau	32	Mouvement rapide de la chute d'embrayage
14	Croix du coulisseau de la sixième station	33	Changer d'amplitude conductrice des pignons
15	Butée hors tension de la croix du coulisseau	34	Moteur
16	Entraîneur centrale	35	Levier d'engagement du mouvement rapide
17	Butée de la barre	36	Cambrage manuel
18	Ajusteur du micromètre de la croix du coulisseau	37	Levier d'engagement de l'alimentation
19	Arbre de sortie avant conduite du trainard	38	Tambour pour fixation des cames

Tableau II.2 : Compositions de l'équipement.

Nomenclature des portes outils de notre Tour C 80

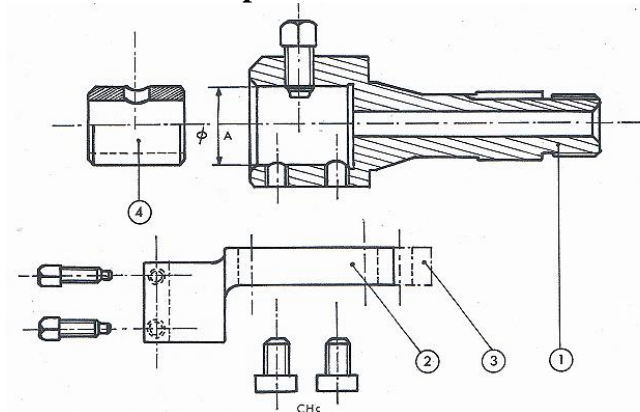


Figure II.4 : Dessin du porte-foret.

Rep	Désignation	PP
	Combimat	80
	Ensemble référence	341 482
1	Porte-Foret combiné simple	330 852
2	Porte-outil court sur porte-foret	341 467
3	Porte-outil long sur porte-	

	foret	
4	Ø A dia	Ø 25 dia

Tableau II.3 : Compositions du porte-foret.

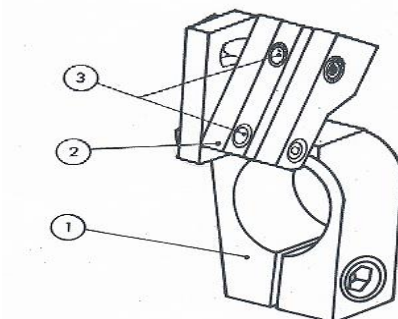


Figure II.5 : Dessin du porte-outil sur broches de perçage.

Rep	Désignation	PP
	Combimat	80
	Ensemble référence	330863
1	Support	330 852
2	Porte-outil	341 474
3	Goujon	341 475
4	Section de l'outil	10 x 10

Tableau II.4 :  
outil sur broches de

Compositions du porte-  
perçage.

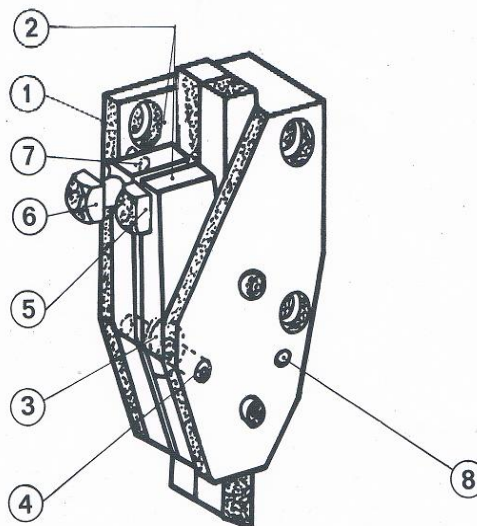


Figure II.6 : Dessin du porte-outil superieurs doubles.

Rep	Combimat 80	
	Ensemble référence	330835
	Bloc porte outil	330 834

2	Bride de serrage	340 567
3	Rondelle entretoise	341 444
4	Axe	341 443
5	Vis de serrage	341 452
6	Vis de serrage	340 566
7	Pied de centrage	341 445
8	Pied de centrage	341 445
	Section de l'outil	14 x 14

Tableau II.5 : Compositions du Porte-outils superieurs doubles.

Rep	Combiat 80	
	Ensemble référence	
1	Porte-outil	330386
2	Bride de serrage	340567
3	Axe de la bride	340 563
4	Vis blocage outil	340 566
5	Pied de centrage	340 565
6	Pied de centrage	340 564
	Section de l'outil	14 x 14

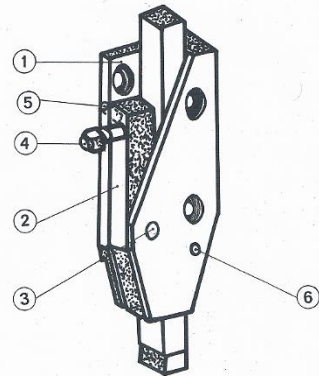


Figure II.7 : Dessin du porte-outil supérieur normal.

Tableau II.6 : Compositions du Porte-outils supérieurs normaux.

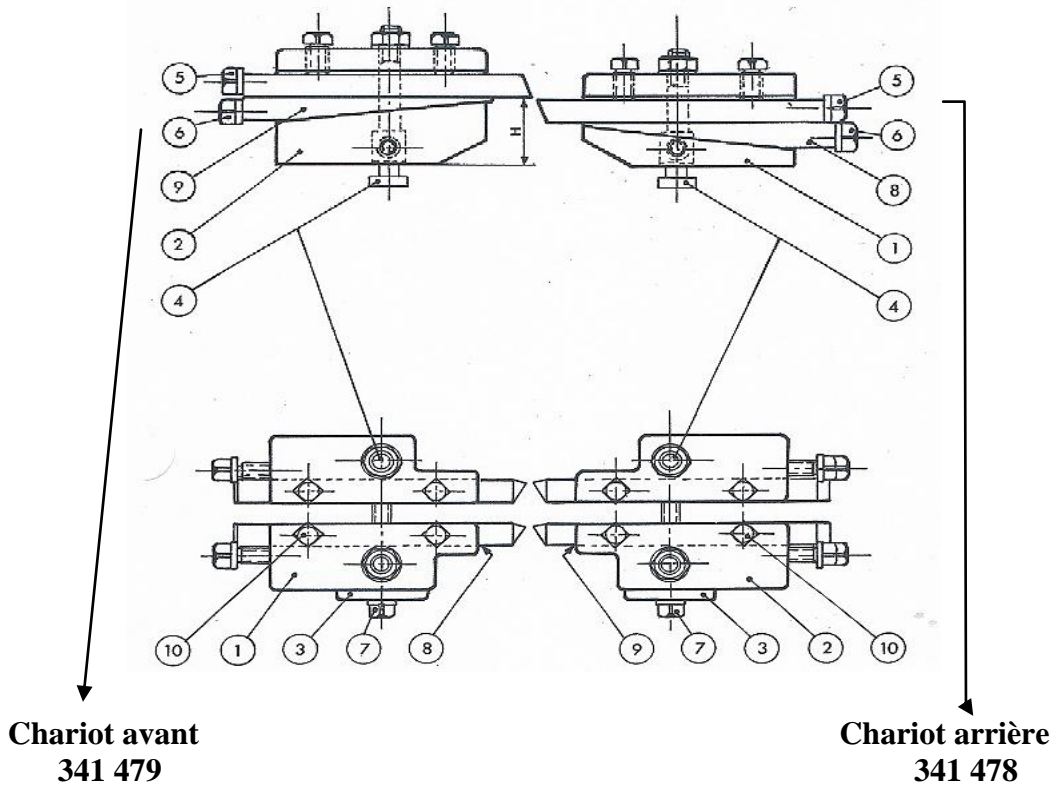
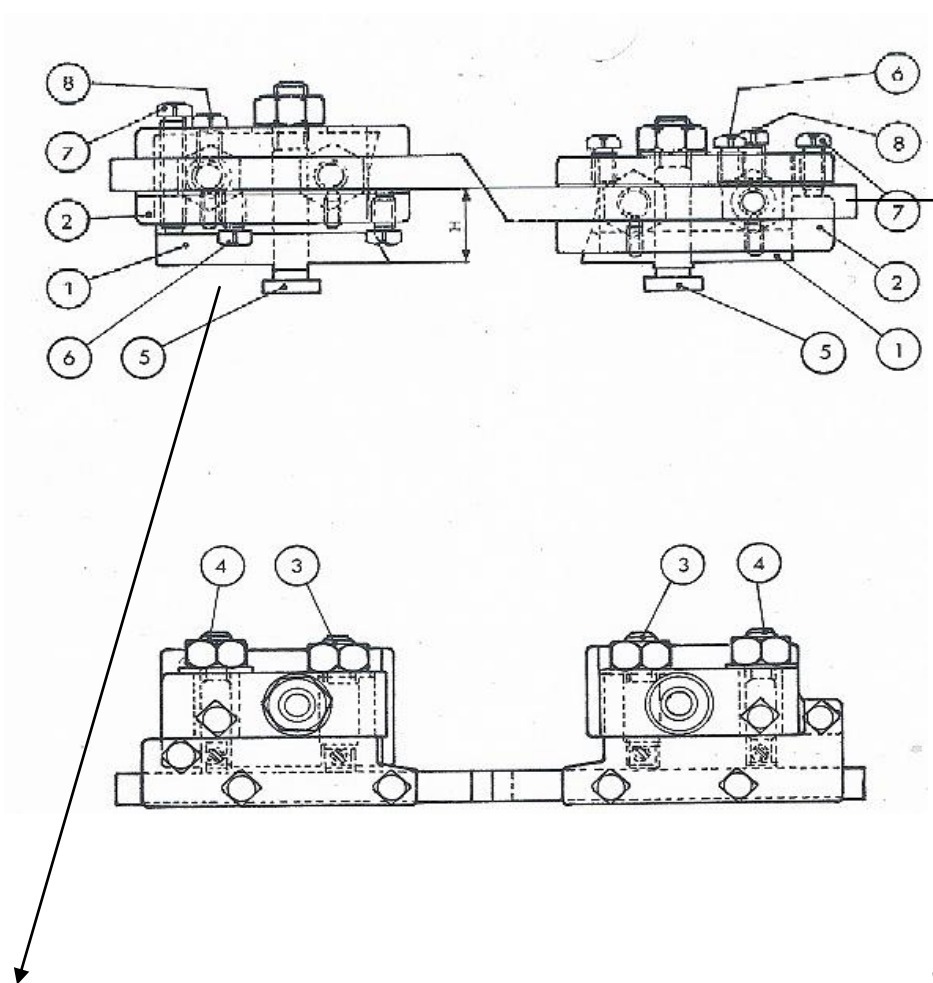


Figure II.8 : Dessin du porte-outil double.



Rep	Désignation	Char.AV	Char.AR
	Combimat	80	80
	Ensemble référence	320 465	320 464
1	Socle	331199	331197
2	Porte-outil	331200	331198
3	Pivot	340 556	340 556
4	Axe de blocage	342 603	342 603
5	Boulon de blocage	340 561	340 557
6	Vis de blocage outil	340 558	340 558
7	Vis de réglage	340 562	340 560
8	Vis de blocage	340 559	340 559
	Section de l'outil	14 x 14	14 x 14
H	Socle-axe coupée	32	32

Tableau II.7 : Compositions du porte-outil double.



Chariot avant  
341 479

Chariot arrière

341 478

Figure II.9 : Dessin du porte-outil normal à bascule.

Rep	Désignation	Char.AV	Char.AR
		Combimat	80
	Ensemble référence	320 365	320 353
1	Socle porte-molette	330833	330 830
2	Règle	341432	341432
3	Boulon de bloc socle	341 441	341433
4	Plaquette dentée	330 831	330 831
5	Bague dentée à téton	330 832	330 832
6	Tige de réglage	Ø 5 x 40 dia	Ø 5 x 40 dia
6 a	Tige de réglage	Ø 5 x 70 dia	Ø 5 x 70 dia
7	Vis régl.orientation	Hc. 8 x 40	Hc. 8 x 40
8	Pied de centrage	Ø 4 x 12 dia	Ø 4 x 12 dia
H	Socle-axe molette	27	37

Tableau II.8 : Compositions du porte-outil normal à bascule.



Symboles	Signification
D	Roue de rechange –boîte de vitesses broche-
G1	Chariot croisée arrière N1
H2	Chariot croisée avant N2
I3 – I5	Chariots supérieurs N° 3-4 et
J3 – J5	Broches de perçage fixes du PP
L	Tambour porte-becs d'accélération
M	Tambour porte-becs de serrage
N	Came de la butée
P	Cames de la commande des mouvements transversaux (perçage) des chariots croisées AV et AR
Q	Cames de commande des mouvements transversaux des chariots supérieurs
R	Rapport des leviers et rapport constant des trains d'engrenage
S	Came de commande des mouvements longitudinaux des chariots croisés avant et arrière
Sa	Cames de commande des broches de l'appareil PPT ou PP
T	Vitesses de rotation constante en tours/minute
U-V	Cames de commande de l'oscillation (nombrage) de l'appareil en bout PPT ou PP
a-f	Roues de rechange-boîte de vitesses de l'arbre à cames
I	Course longitudinale des chariots croisées AV et AR
m	Course transversale des chariots AV et AR
n	Course transversale des chariots supérieurs
o	Course des broches de l'appareil en bout
r-s	Sens de desserrage et de serrage
u-v	Embrayage de la marche normale (u) et de la marche accélérée de l'arbre à cames

Tableau II.9 : Légende du schéma cinématique COMBIMAT 80 PP.

- **Données principales**

❖ **Commande broche**

❖ **Moteur à une vitesse**

- ❖ Puissance moteur en ch et KW : 7,5-5,5
- ❖ Vitesse du moteur en charge : 1430 Tr/min
- ❖ Vitesse de broche en tr/min –maxi- : 1328
- ❖ Vitesse de broche en tr/min –mini- : 96
- ❖ Nombre de vitesses : 50

❖ **Boîte de vitesse production**

- ❖ Nombre de vitesses : 99
- ❖ Temps maxi pour un tour de l'arbre à cames : 513,7 sec
- ❖ Temps mini pour un tour de l'arbre à cames : 3,7 sec

❖ **Moteur deux vitesses 1500-3000 tr/min**

- ❖ Puissance à 1500 tr/min en Ch et KW : 8,5-6,2
- ❖ Puissance à 3000 tr/min en Ch et KW : 6-4,4

❖ **Moteur :vitesse 1500 tr/min**

- ❖ Vitesse de broche en tr/min –mini- : 96
- ❖ Vitesse de broche en tr/min –maxi- : 1328

❖ **Moteur :vitesse 3000 tr/min**

- ❖ Vitesse de broche en tr/min –mini- : 192
- ❖ Vitesse de broche en tr/min –maxi- : 1318

❖ **Boîte de vitesse production**

- ❖ Nombre de vitesses pour chaque
  - ❖ Vitesse du moteur : 99
  - ❖ Vitesse sélectionnée : 69
  - ❖ Temps mini pour un tour de l'arbre à cames avec vitesse 1500 tr/min. sec : 7,4
  - ❖ Temps maxi pour un tour de l'arbre à cames avec vitesse 1500 tr/min. sec : 1027,4
  - ❖ Les temps mini et maxi sont réduits de la moitié avec la vitesse moteur 3000 tr/min.

❖ **Caractéristiques techniques**

**Appareils en bout**

**P.PT et P.P.P**

- ❖ Course des broches de perçage et taraudage en mm : 75
- ❖ Longueur maxi de filetage en mm : 75
- ❖ Diamètre maxi de filetage ou taraudage en mm : 75
- ❖ ISO (ac.décolletage) P.P.T en mm : 75
- ❖ ISO (laiton décolletage) P.P.T en mm : 75

❖ **P.P**

- ❖ Course des broches de perçage en mm : 75
- ❖ Diamètre de perçage maxi en mm : 36

❖ **Encombrement de la machine**

- ❖ Longueur en mm : 2075
- ❖ Largeur en mm : 1165
- ❖ Hauteur en mm : 1625

❖ **Cubage**

- ❖ Tour emballé en m<sup>3</sup> : 6,9
- ❖ Poids de la machine en Kg : 2126
- ❖ Poids de l'armoire électrique en Kg : 54
- ❖ Avance-barre par contre-poids en Kg : 54
- ❖ Avance-barre électrique en Kg : 348
- ❖ Poids total en Kg : 2528 Kg

## II.3 Composant du tour « C 80 »

### 1) Le moteur principal

Le moteur électrique principal est fixé sur une plaque coulissante.

Il est situé dans la cuvette.

Deux poulies sont montées sur l'arbre en bout du moteur.

- 1) Une poulie pour courroie Poly-V commandant la boîte de vitesses de la broche poupée.

La tension de cette courroie est obtenue par l'intermédiaire d'un axe fileté, fixé dans la cuvette.

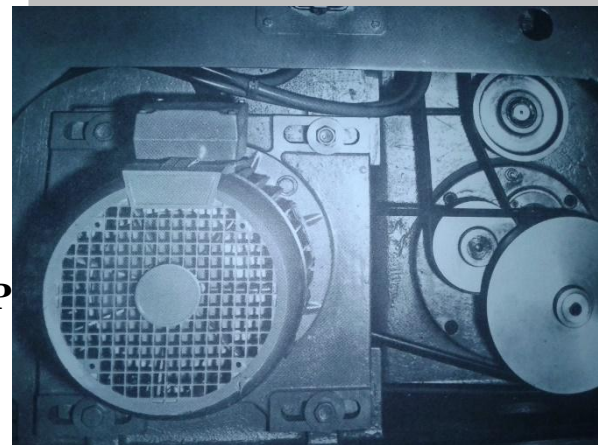
- 2) Une poulie pour courroie trapézoïdale, commandant la boîte de production.



Un tendeur réglable assure la tension de cette courroie.



Figure II.11 : Désignation du Console support moteur et tendeur.



2) Pinces de serrage

On distingue 2 types de pinces :

- Simple cône
- Double cône

### Pinces Double-Cône Type DC

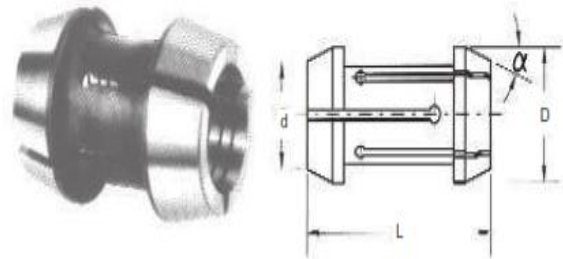


Figure II.12 : Les 2 types de modèle de pinces de serrage utilisées dans la machine.

Tel que :

d : le diamètre du pince antérieure.

L : la longueur de la pince.

D : le diamètre de la pince postérieure.

$\alpha$  : Angle de rotation du pince.

L'ouverture et la fermeture des pinces de serrage sont réalisées par l'intermédiaire de :

- ❖ Un taquet amovible {monté sur le tambour de l'arbre à cames avant gauche et qui déclenche le mouvement de rotation de l'arbre rapide}
- ❖ La came de serrage montée sur l'arbre rapide
- ❖ Le levier de serrage

- ❖ La noix de serrage
- ❖ Les chiens de serrage
- ❖ Le tube de serrage
- ❖ La douille de serrage de la pince

Le réglage du serrage s'effectue en agissant sur l'écrou monté sur la broche de poupée à gauche de la noix de serrage.

### 3) Broche de poupée COMBIMAT 80

La broche est logée dans le corps de poupée, est guidée par deux roulements à rouleaux conique « TIMKEN ».

L'entraînement de la broche poupée est assuré par :

- ❖ Un moteur électrique
- ❖ La boîte de vitesse broche-poupée
- ❖ Une courroie Poly-V
- ❖ Une poulie montée sur la broche-poupée

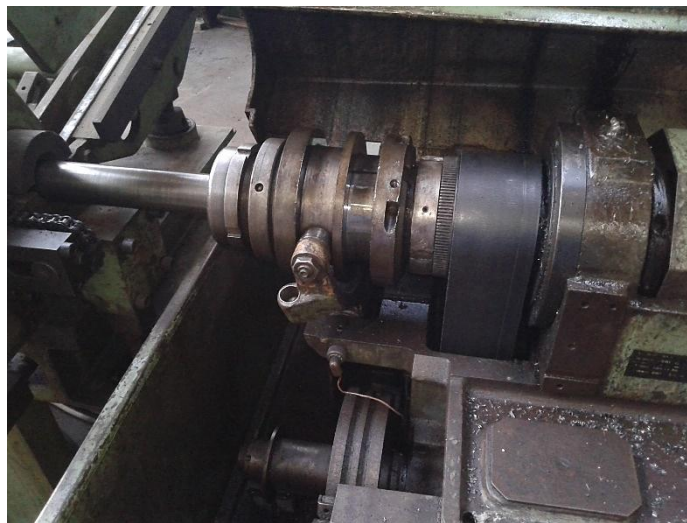


Figure II.13 : Broche de poupée COMBIMAT 80.

### 1) Boîte de production

La boîte de production qui commande l'arbre à cames est monté à l'arrière de la machine. Deux embrayages électromagnétiques baignant dans l'huile permettent deux vitesses : Une vitesse lente et une vitesse rapide. Ces embrayages ne nécessitent ni entretien ni réglage.



Les deux fins de course de commande d'embrayages sont montées à gauche sur le bâti. Le graissage des pignons de la boîte de production est assuré par 2 barboteurs d'huile, tournant à une vitesse constante.



Figure II.14 : désignations d'une boîte de production.

### a) La vitesse constante

On distingue 2 niveaux de vitesse, créés par les deux embrayages qui sont logés dans la boîte de production mentionnés ci-dessus :

Une vitesse rapide et constante dite accélération et une vitesse lente correspondant au temps de production calculé et obtenue par les pignons.

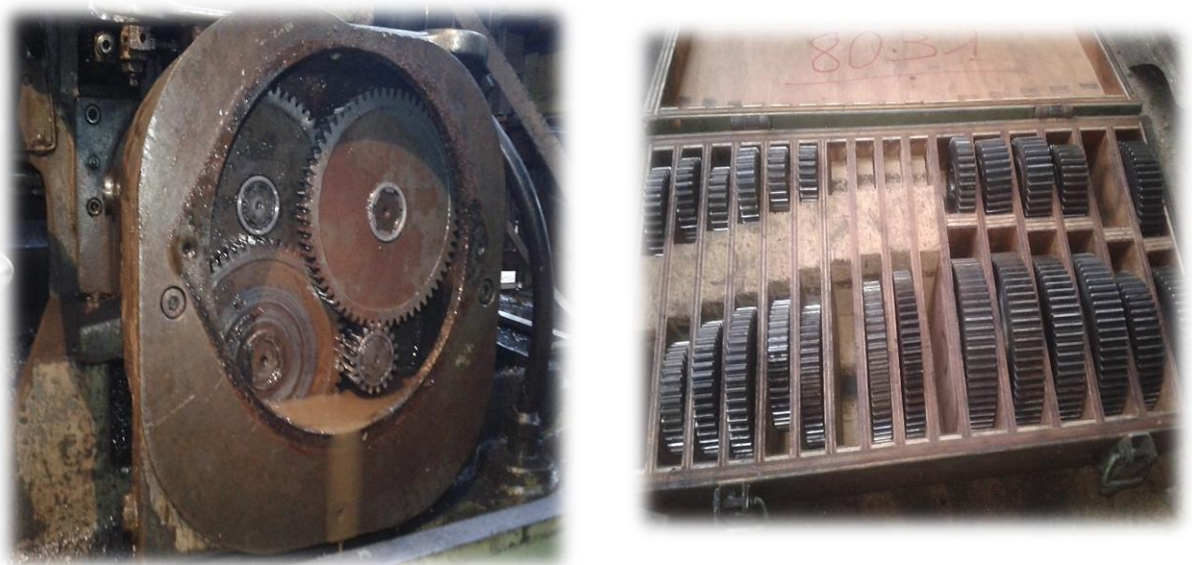


Figure II.15 : Pignons de la boîte de production.

La fin de course fixée sur le bâti de la machine droit commande la vitesse rapide, et celui de gauche la vitesse lente, ou temps de production calculé.

Cette technologie permet d'accélérer ou d'obtenir une vitesse lente d'une valeur angulaire de 5° minimum.

### 1) Boîte de vitesses – Broche poupée

La boîte de vitesse broche poupée est montée à gauche dans la cuvette de la machine.

Sa rotation est obtenue par le moteur principal, par l'intermédiaire d'un jeu de poulies et d'une courroie Poly-V.

Deux jeux de deux pignons interchangeables permettent à la broche poupée l'obtention de la vitesse de rotation prévue par la gamme d'usinage.

Le nombre de dents d'un couple de pignons est toujours de 101 dents.  
Une palette est fixée sur l'arbre de commande et assure un graissage par barbotage avec une vitesse constante.

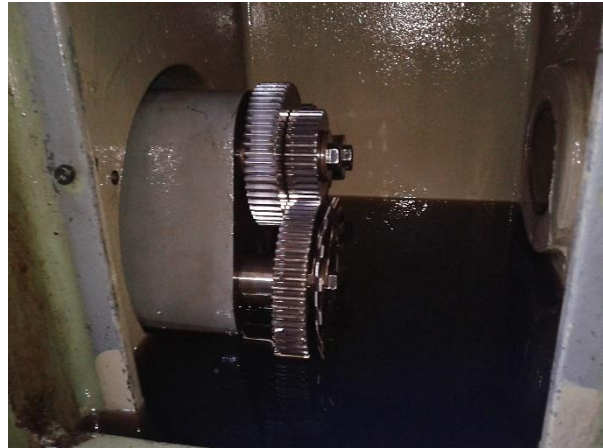


Figure II.16 : Les pignons interchangeables.

### 1) Arbre de renvoi

L'arbre de renvoi est monté dans la cuvette de la machine et guidé dans deux paliers, il est accouplé par un manchon à la boîte de vitesse de la broche-poupée.

A l'extrême droite de l'arbre de renvoi, sont montées les poulies de commande, de l'appareil en bout.

L'entraînement des poulies de l'appareil en bout est assuré par des courroies Poly-V est obtenue par un tendeur réglable.

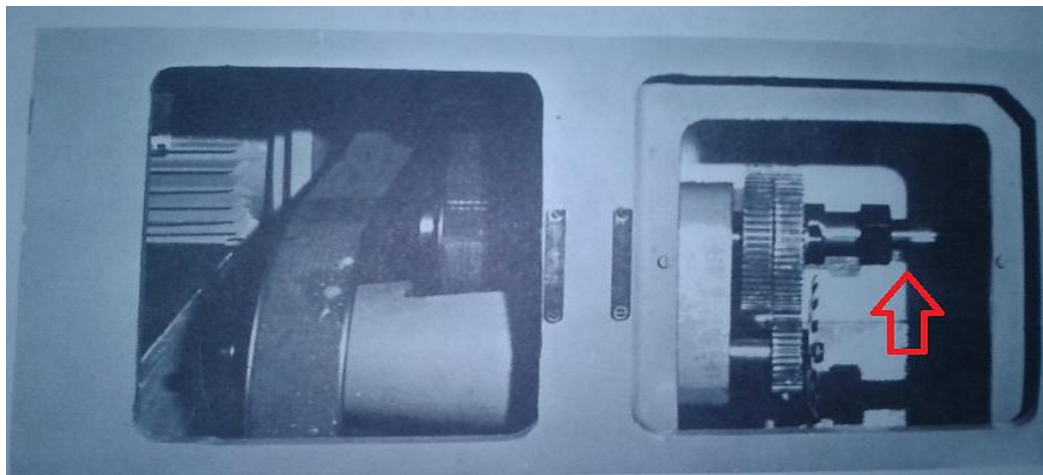


Figure II.17. : Position de l'arbre de renvoi dans une boîte de vitesse.

### 4) Arbre à cames

L'ensemble des arbres à cames du Tour COMBIMAT 80 se compose de trois éléments distincts :

- ❖ L'arbre à cames avant gauche
- ❖ L'arbre à cames avant droit
- ❖ L'arbre à cames transversal

### 7.1) L'arbre à cames avant gauche

L'arbre à cames avant gauche est commandé par la vis sans fin qui transmet son mouvement à la roue tangente montée sur l'arbre à cames.

#### Fonctions

Il commande :

- a) La vitesse déterminant le temps de production.
- b) La vitesse rapide dite accélération.
- c) L'ouverture et la fermeture de la pince de serrage.
- d) L'enclenchement et le déclenchement de l'appareil à fileter.
- e) Le mouvement de pivotement de la butée de longueur de pièce.

### 7.2) L'arbre à cames avant droit

L'arbre à cames avant droit est entraîné par l'arbre à cames avant gauche par l'intermédiaire d'un accouplement polygonal monté dans un palier mobile.

#### Fonctions

Il commande :

- a) Les mouvements de pivotements de l'appareil en bout.
- b) L'enclenchement des broches tournantes.
- c) La sécurité de la broche de taraudage.

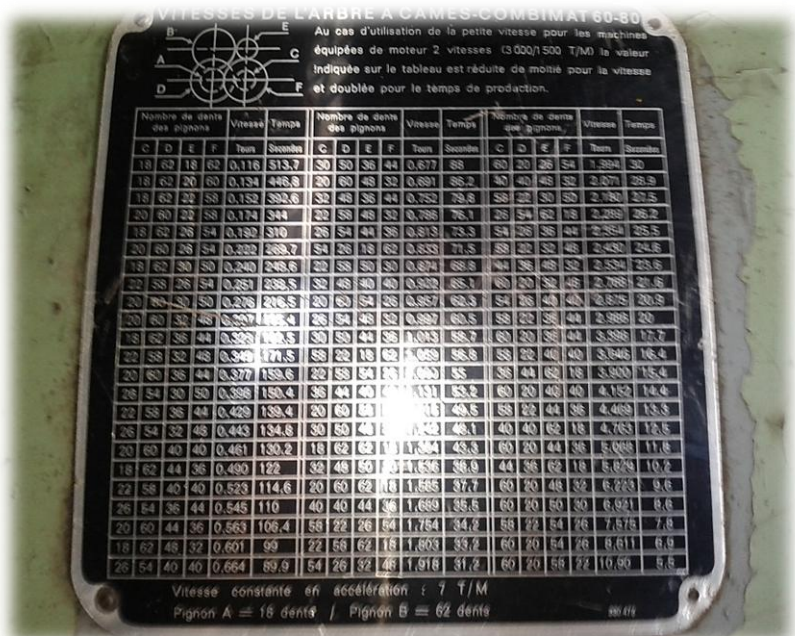
### 7.3) Arbre à cames transversal

L'arbre à cames transversal est entraîné par l'arbre à cames avant droit par l'intermédiaire d'un couple de pignons Spiro-coniques « GLEASON ».

#### Fonctions

Il commande :

- a) Le mouvement longitudinal des broches de l'appareil en bout.
- b) Le mouvement longitudinal des chariots croisés N° 1 et 2.



a) Plaque indicatrice des vitesses de l'arbre à cames



Vitesse constante en accélération :

7 T/M

\* Pignon A = 16 dents

\*Pignon B = 62 dents

Figure II.18 : Plaque indicatrice des vitesses de l'arbre à cames C80.

## b) Manipulation des arbres à cames

### Manuellement

En poussant le volant pour une commande manuelle et en tourne dans le sens des aiguilles d'une montre par l'intermédiaire de la poignée à main.

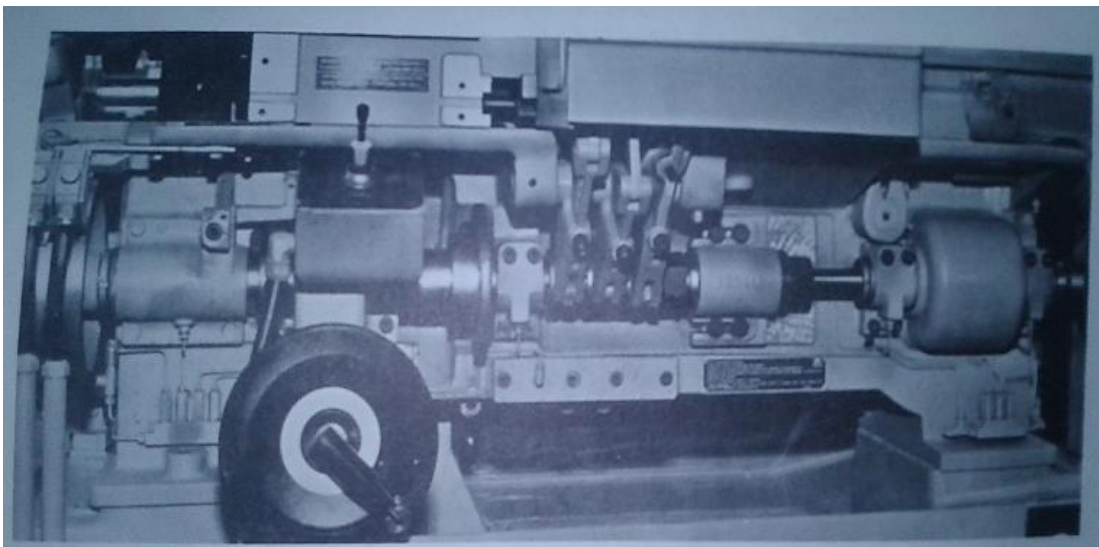


Figure II.19 : Arbres à cames.

**Automatique :** (quand le moteur principal est en marche)

#### ❖ En vitesse lente

En déverrouillant le levier de manipulation, en pousse vers le bas et en le maintien.

#### ❖ En vitesse rapide

En déverrouillent le levier de manipulation, en pousse vers la droite et en le maintien.

### ❖ Cycle automatique

En déverrouillent le levier de manipulation, en pousse vers le haut.

Dans cette position seulement le levier reste verrouillé.

Figure montre un arbre à cames



Figure II.20 : Tableau de commande du fonctionnement de la machine.

Symbole	Désignation
h1	Lampe sous tension
b1	Arrêt d'urgence
b2	Bouton marche
b3	Bouton arrêt
b4	Commutateur commande pompe arrosage
b5	Bouton bouchée sans fonctions
b6	Bouton bouchée sans fonctions
b7	Bouton bouchée sans fonctions
b8	Bouton bouchée sans fonctions

Tableau II.10 : Désignation des symboles des boutons.



Figure II.21 : Levier de réglage de vitesse.





Manuel	Vitesse maxi	Vitesse mini	Automatique
			

Tableau II.11 : Désignation des signes du levier.

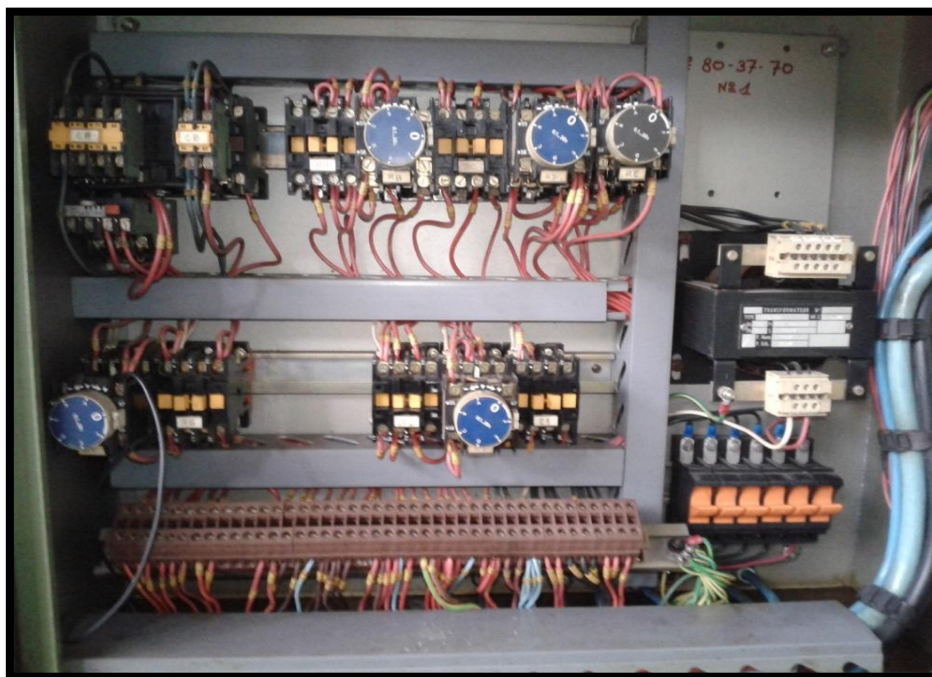


Figure II.22 : Armoire électrique.

Le câblage de l'armoire est standard pour les types de tours et de machines. Pour le raccordement entre la machine et l'embarreur, on doit consulter le schéma électrique spécifique à l'utilisateur qu'on va le montrer à la page suivante.

### Schéma électrique

Le schéma électrique principal est composé de deux schémas secondaires.

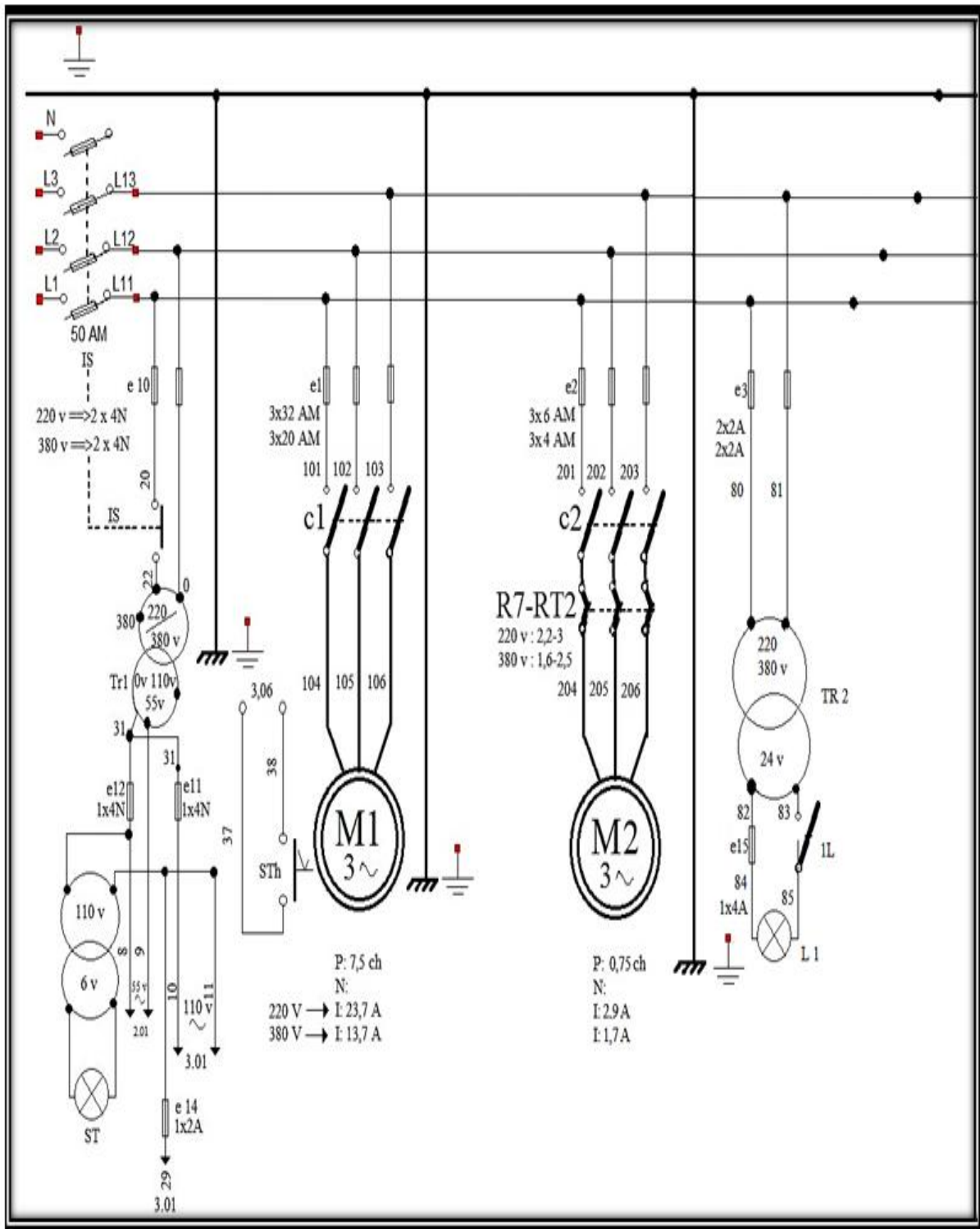


Figure II.23 : Schéma secondaire de puissance.

Symboles	Signification
C1	Contacteur M1
C2	Contacteur M2

e1	Fusible circuit M1
e2	Fusible circuit M2
e10	Protection primaire transfo
e11	Protection commande 110 V ~
e12	Protection commande V~
e13	Protection circuit cte et continu
EA	Bobine embrayage A
EB	Bobine embrayage B
E 14	Fusible MECAFLUID
f1	Commande r4
f2	Commande t4
IS	Sélectionneur
M1	Moteur de broche
M2	Moteur de pompe
M4	Moteur avance barre
IRCO	Moteur ventilateur broche
PPT	FC sécurité taraudeur
r1	Permet le réanclanchement de C1
r2	Commande EA
r3	Commande EB
r4	Commande le cycle en automatique
r5	Permet le déclanchement de C1
R7	Relais stoptherme
RT2	Relais thermique protection M2 Non différentiel
Sth	Stoptherme
TR	Transformateur
USF	FC vis sans fin Minuterie
mM	Micro moteur
Mc	Mano contact

Tableau II.12 : Légende du schéma de puissance.



Figure II.24 : Transformateur de courant dans l'armoire électrique.

Bien vérifient le voltage inscrit sur la plaque constructeur.



Ce schéma est composé de deux autres schémas de commande de la broche.

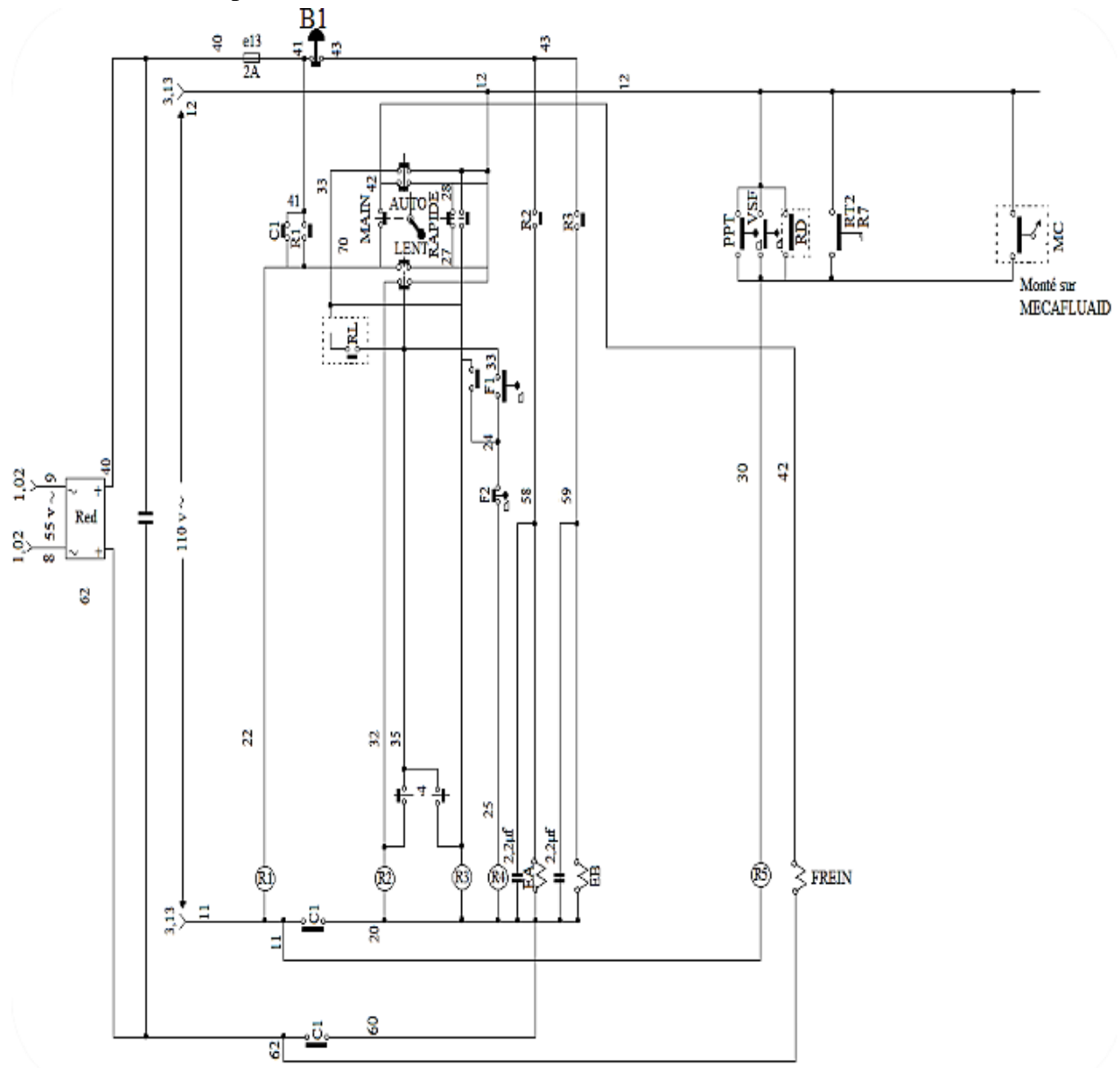
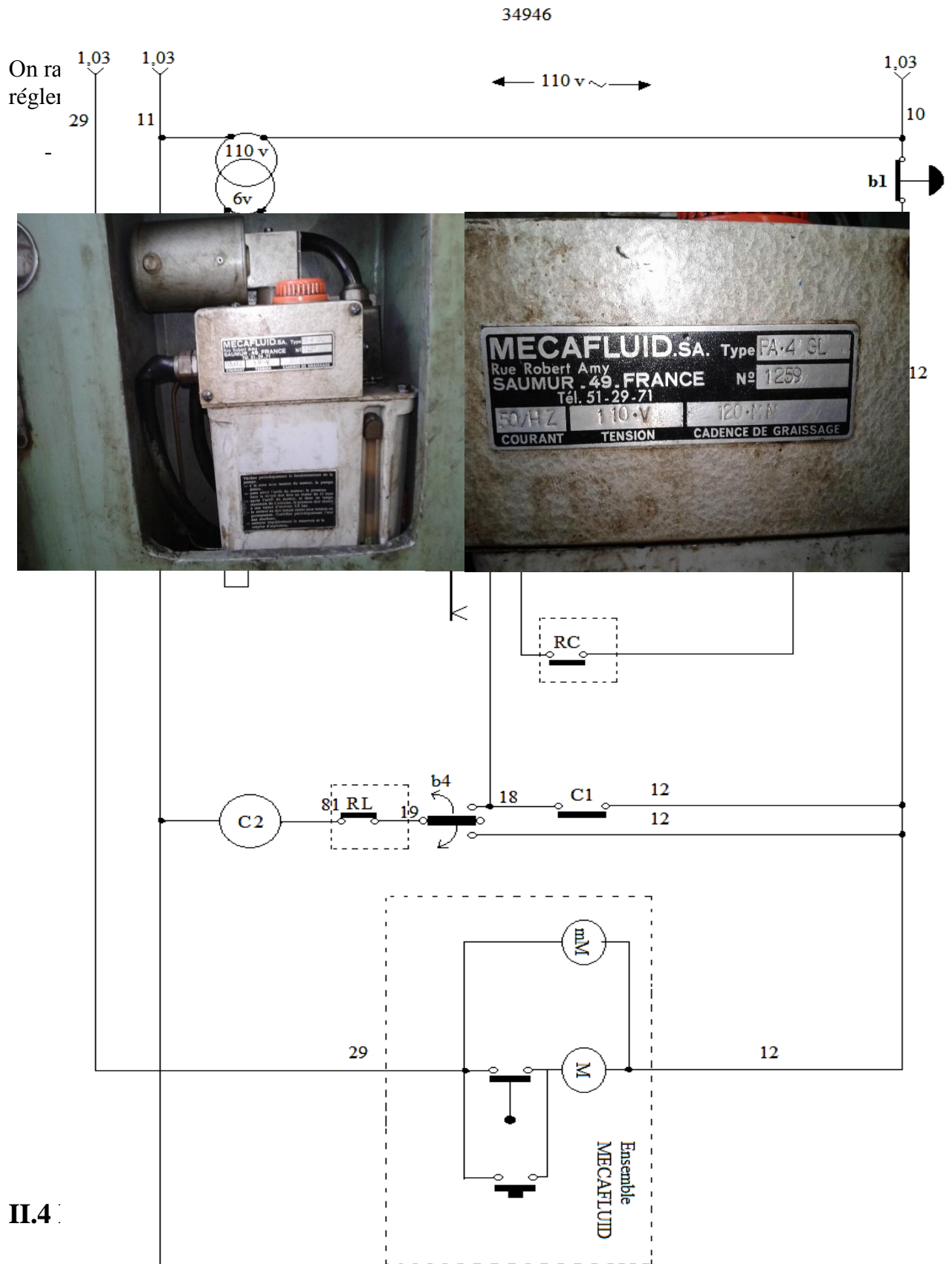


Figure II.25 : Schéma secondaire de commande de la broche 1.



II.4

II.4.1 principe de fonctionnement de la machine

Du moteur électrique, le mouvement démarre quand l'arbre de renvoi de son bout tourne les 2 poulies.

la 1<sup>er</sup> poulie pour courroie Poly-V commandant la boîte de vitesses de la broche poupée, qui fait transmettre l'action du mouvement par courroie, La tension de ce dernier est obtenue par l'intermédiaire d'un axe fileté, fixé dans la cuvette, cette action passe vers les pignons de la boîte de vitesse créent un mouvement de rotation qui a une relation directe avec la Broche poupée à l'aide de l'accouplement de l'arbre de renvoi avec le manchon.

Et la 2<sup>ème</sup> poulie pour courroie trapézoïdale de commande, commandant la boîte de production, qui fait transmettre l'action du mouvement du chariot par une autre courroie, la tension de ce dernier est obtenue d'un tendeur réglable.

Par l'intermédiaire d'un jeu de poulies et d'une courroie Poly-V la Broche poupée obtient de la vitesse de rotation prévue par la gamme d'usinage, et la transmission du mouvement à la boîte d'avance du chariot.

Automatiquement ou manuellement la barre de 6m avance prés en compte d'un système pneumatique, et donc les outils font leurs opérations d'usinage à l'aide du mouvement de rotation des cames (6772.B et 6771.B), et sa entre dans le type de bague à produire et la matière à utiliser, par exemple : les bagues à jiji de la matière XC 55 sera produit avec les 7 outils nécessaires.

### **II.5 Description et l'étude de l'embarreur (type AES)**

#### **II.5.1 Généralités**

L'embarreur automatique AES possède les particularités suivantes :

1°/ Emploi d'un recentreur de barres.

Cette lunette à éclipsage automatique, a été conçue pour éviter le flottement des barres dans le tube.

Il en résulte une facilité de défilement pendant l'alimentation et la diminution, très sensible, du niveau sonore de l'embarreur.

2°/ Adaptation très rapide de l'embarreur au Ø de passage désiré par la simple interchangeabilité de la coquille et du poussoir.



**Figure II.28 : Photo de l'embarreur AES.**

### **II.5.2 Mise en place – Mise en service**

Il est indispensable que l'axe du canal guide-barre soit parfaitement aligné avec l'axe de la broche de la machine.

Pour ce, les pieds de l'embarreur sont réglables en hauteur (vissant ou dévissant la vis inférieure du pied) afin d'établir un niveau identique à celui du tour.

#### **Note important**

Dans le cas particulier de l'adaptation d'un embarreur sur un tour usinant, exclusivement, du tube, on aura intérêt à donner une pente de l'ensemble Embarreur-Tour afin d'éviter le retour du liquide d'arrosage, par l'arrière de la broche et du tube en usinage.

Cette pente (point bas vers le Tour) sera d'environ 1cm par mètre





Figure II.29 : La relation directe entre l'embarreur AES et le tour C80.

- Accessoires spéciaux

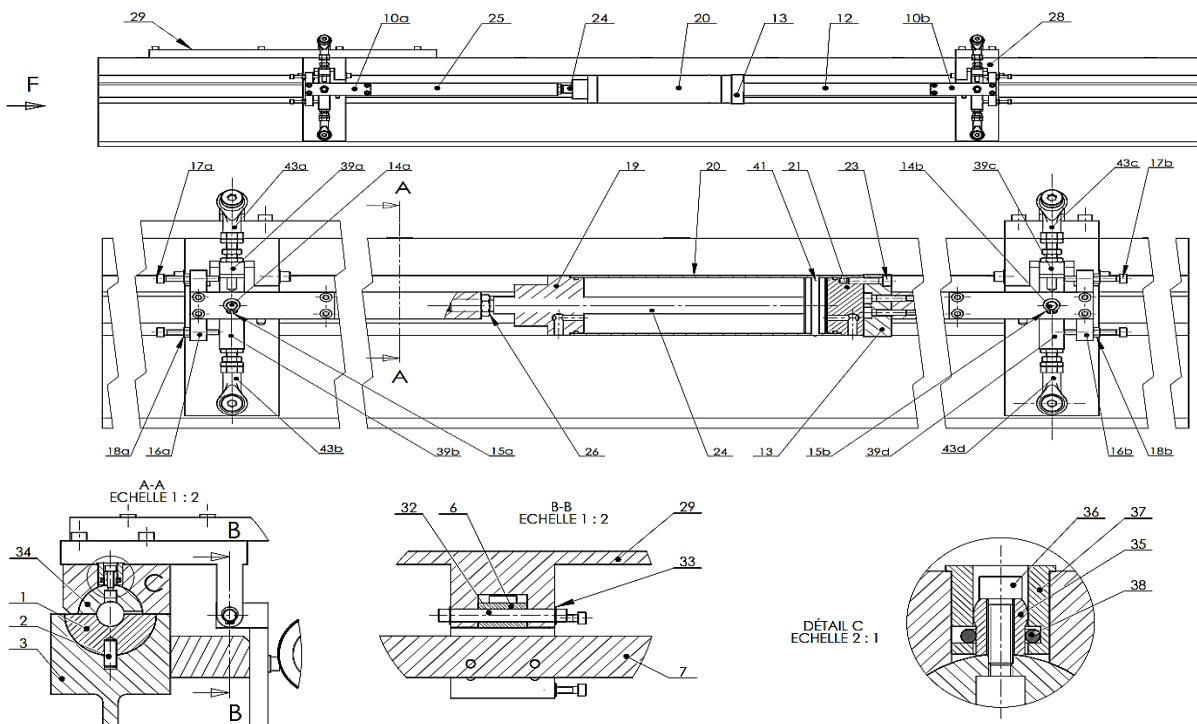
Suivant la marque, le type ou l'âge de la machine, on peut être amené à installer sur celle-ci des vérins remplissant les fonctions suivantes :

- 1°/ Débrayage/ embrayage de l'arbre à cames
- 2°/ Freinage de l'arbre à cames
- 3°/ Sécurité de taraudage à la 1<sup>er</sup> pièce



Figure II.30 : vérin pneumatique.

Ils sont raccordés pneumatiquement aux électro valves correspondant installés sur la platine.



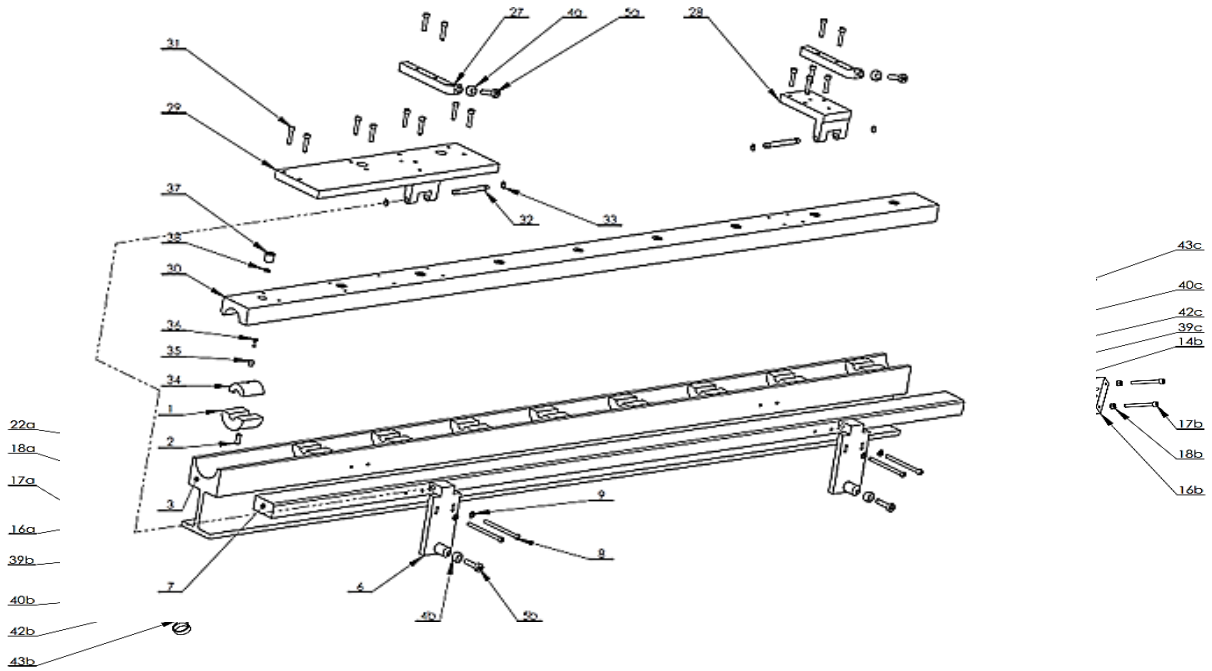


Figure II.31 : Nomenclature de l'embarreur AES.

Rep	Nbre	Désignation
1	4	Support rotule
2	8	Contre écrou
3	4	Joint torique
4	4	Vis réglage
5	4	Biellette
6	9	Clips
7	9	Support clips
8	9	Vis ISO 4762 M4 x 12
9	9	Goupille sphérique
10	9	Coquille supérieure
11	4	Anneau élastique pour arbre
12	2	Axe
13	16	Vis ISO 4762 M6 x 30
14	1	Support coquille mobile
15	1	Pivot Gauche
16	1	Pivot droit
17	2	Levier
18	1	Ecrou hexagonal ISO 4035 - M12
19	1	Biellette
20	1	Tige vérin

21	5	Vis ISO 4762 M6 x 25
22	8	Vis ISO 4762 M5 x 35
23	1	Flasque arrière
24	1	Corps vérin
25	1	Flasque avant
26	4	Ecrou hexagonal ISO 4034 - M5
27	4	Vis ISO 4762 M5 x 40
28	2	Butée
29	4	Anneau élastique
30	2	Axe
31	1	Embout vérin
32	1	Tige fixe vérin
33	2	Pièce support taraudée
34	2	Pièce support percée
35	4	Rondelle M6
36	4	Vis ISO 4762 M6 x 90
37	1	Support bâti
38	2	Bâti
39	4	Axe rotule
40	4	Rotule
41	1	Support coquille fixe
42	9	Goupille
43	9	Coquille inférieure

**Tableau II.13 : Compositions de l'embarreur AES.**





A la mise en route, sur présentation d'une chute devant le détecteur de proximité SI on obtient :

- Le basculement de la goulotte guide-barre qui provoque en fin de course la sélection d'une barre, en agissant sur les cames.
- Après l'introduction de la barre, la goulotte revient en position initiale, contrôlée par le microinterrupteur (S2) qui :

- a) Commande la rotation de la broche
- b) Présente la butée de contrôle d'affranchissement de début de barre
- c) Actionne le vérin de couplage afin d'obtenir la poussée maxi sur la barre



**Figure II.33 : Tableau de commande de l'embarreur.**

- d) Provoque l'avance rapide du poussoir (après temporisation) permettant l'introduction de la barre dans la pince d'extraction lorsque cette dernière entre en contact avec la butée.
- Après temporisation :
  - Eclipsage de la butée
  - Blocage du pignon du chariot de mesurage afin de rendre solidaire de la chaîne.
  - Avance lente du poussoir entraînant ainsi le chariot.

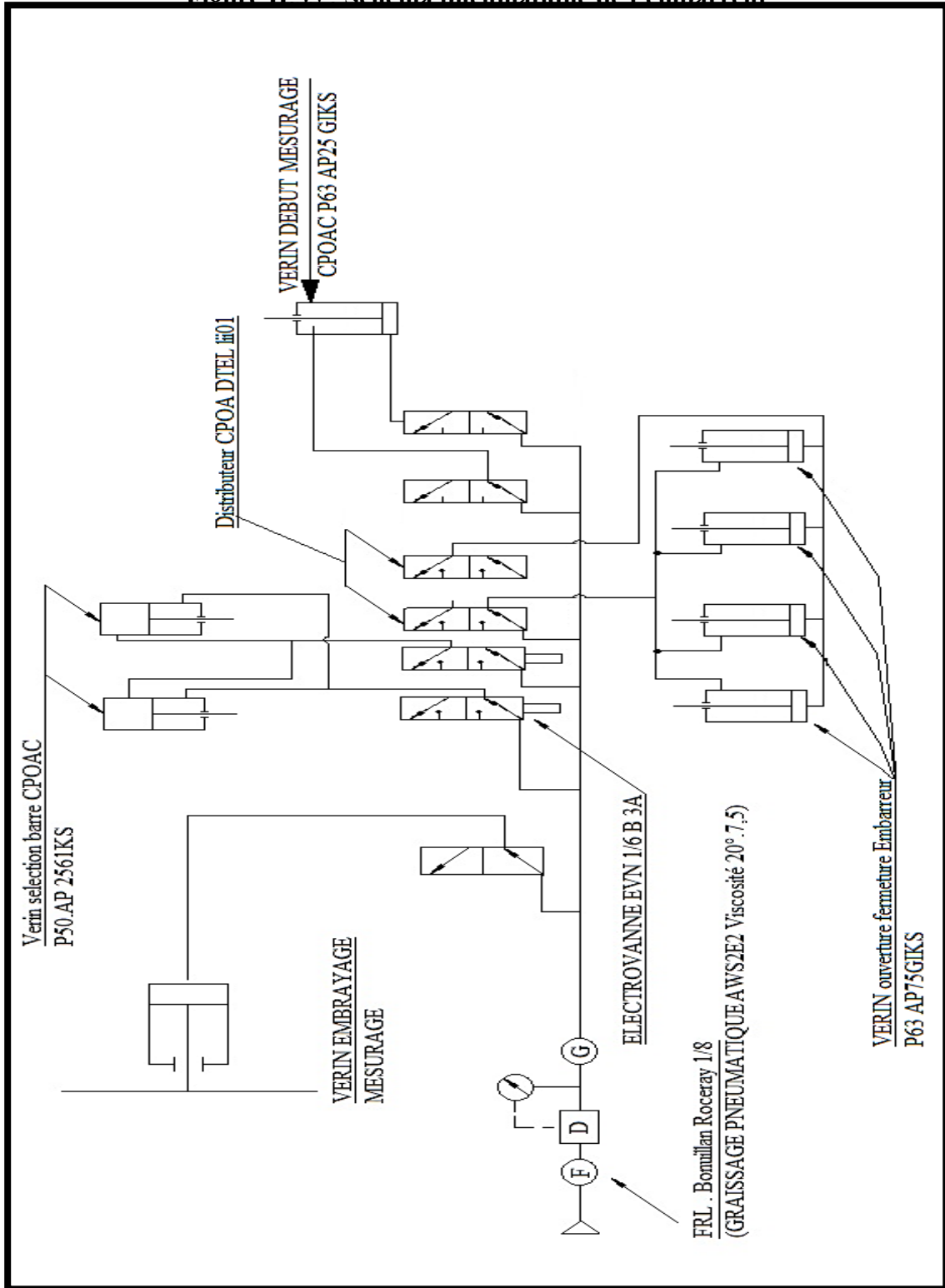
En fin de course de mesurage, il contactera le microinterrupteur réglage (S4) afin d'obtenir :

- a. L'arrêt du moteur frein de poussée (l'extrémité de la barre se trouve à ce moment devant l'outil de coupe aux fins d'affranchissement).
- b. L'embrayage de l'arbre à cames
- c. La présentation du recentreur de barre
- d. Le démarrage de la pompe



**Figure II.34 : Ensemble de transmission de mouvement (distributeurs + pompes).**

Figure II 35 • Schéma pneumatique de l'embarreur



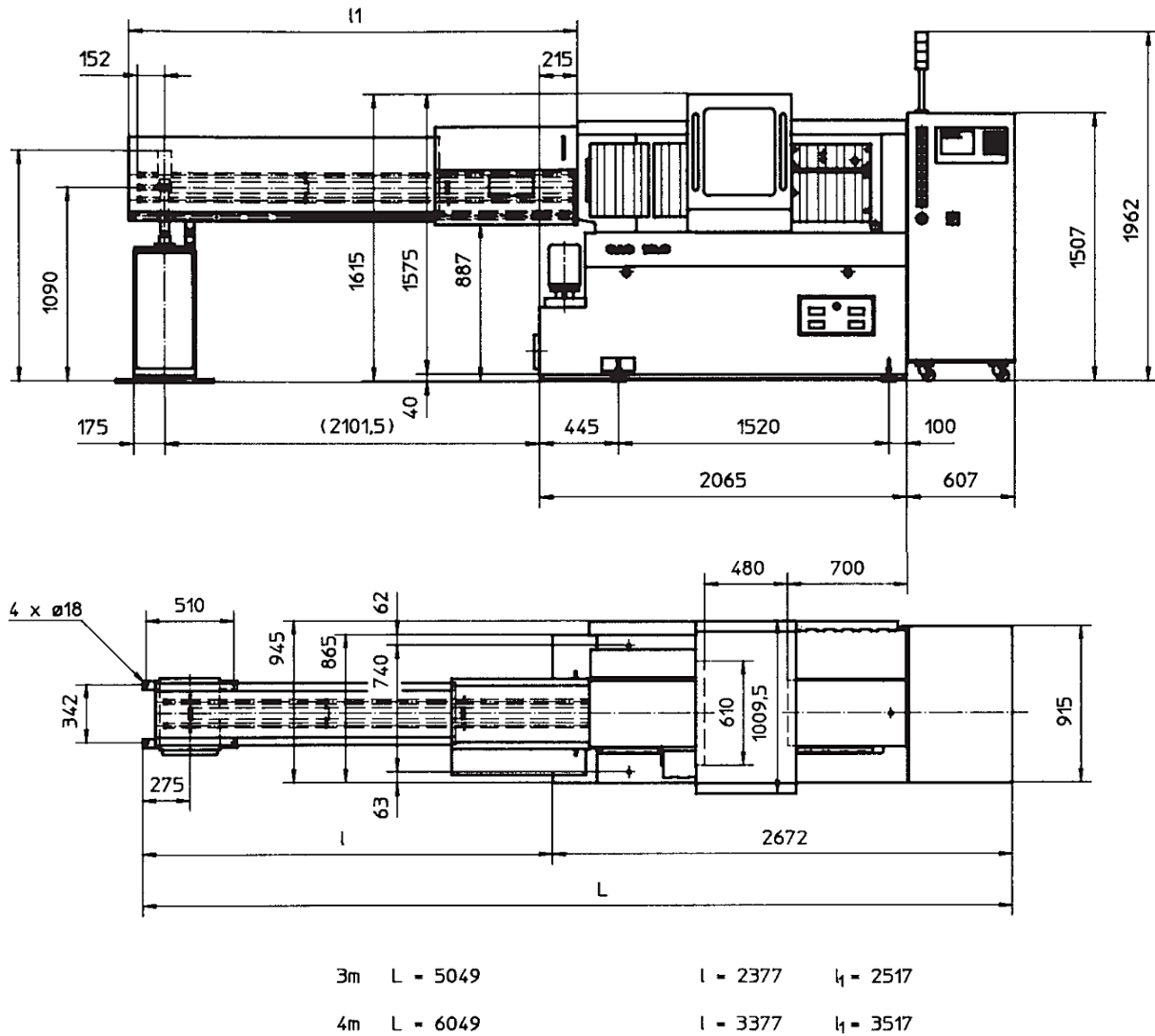


Figure II.36 :Spécifications de l'ensemble (Embarreur AES + Tour C80).

## II.6 Utilisation de la machine et mode opératoire

En fin d'une barre usinée, une impulsion sur le bouton B3, provoque l'ouverture de la ½ coquille supérieure qui permettant ainsi l'alimentation d'une autre barre dans l'axe de l'embarreur.

Simultanément on commande également la présentation de la butée de début de barre et la mise en mémoire du processus de mesurage.

A la fermeture de la ½ coquille, une impulsion sur le micro rupteur m1 commande la rotation de la broche du tour.

Le contacteur de cette dernière (c1) autorise ainsi l'avance du poussoir.

La barre vient en contact avec la butée favorisant ainsi son introduction dans la pince d'extraction.

Le dégagement de la butée permet l'avancement de la barre et le mesurage car le vérin du coupleur a été appelé.

Lorsque le micro rupteur m4 est excité par la came du mesureur on appelle le relais RX qui stoppe l'avance du poussoir, commande l'embrayage de l'arbre à cames et la rotation du groupe d'arrosage du tour.

Le poussoir avancera de nouveau à chaque ouverture de pince du tour par impulsion sur le micro rupteur m5.

En fin de barre le poussoir actionne le micro rupteur m3 qui agit par l'intermédiaire du relais RG, sélectionne une nouvelle barre et commande le recul du poussoir par le relais temporisé Rd.

En fin de course arrière arrêt du poussoir par le micro rupteur m2.

En fin de course la chute a été éjectée permettant ainsi un nouveau cycle d'embarrage.

Sur ce tour MANURHIN C80 un vérin appelé en début d'embarrage et pendant le premier tour d'arbre à cames, interdit l'embrayage du taraudeur évitant ainsi l'arrêt de la machine.

Le pupitre de commande comporter 3 éléments :

-1°/ Un bouton tournant auto-manu.

En position auto la barre avance à chaque ouverture de pince

-2°/ Un bouton cycle (cycle d'embarrage automatique)

-3°/ Un bouton tournant poussée qui commande l'avance ou le recul manuel du poussoir

### **II.7 Les cinématiques de notre machine-outil**

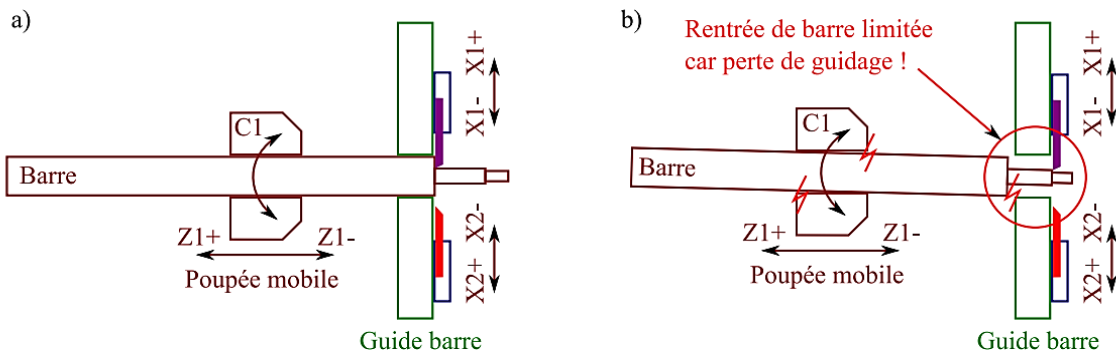
Depuis l'apparition de la machine à plateau (tour monobroche), toute une panoplie de machines-outils a été créée, chacune dédiée à un certain type d'opération et de morphologie de pièce.

Parmi les plus courantes, on trouve bien évidemment les tours à décolleter (aussi appelé décolleteuse) permettant de réaliser des pièces de révolution à partir d'une barre.

La majorité des pièces produites a un diamètre inférieur à environ 60 mm et une longueur inférieure à 150 mm.

- Le tour automatique monobroche COMBIMAT 80, Comme son nom l'indique, est composé d'une seule broche principale qui permet d'usiner une pièce à la fois à partir d'une barre.
- Cependant, de nos jours, la plupart des tours automatiques monobroche sont aussi équipés d'une broche de reprise, qui permet de réaliser des opérations supplémentaires en temps masqué, pendant que la pièce suivante est usinée sur la broche principale.

- Les tours automatiques monobroche de notre modèle se scindent de la famille d'une poupée mobile, qui a une cinématique particulière.
- la barre est mobile pendant l'usinage de la pièce, tandis que les outils sont fixes.



**Figure II.37 : Cinématique monobroche poupée mobile.**

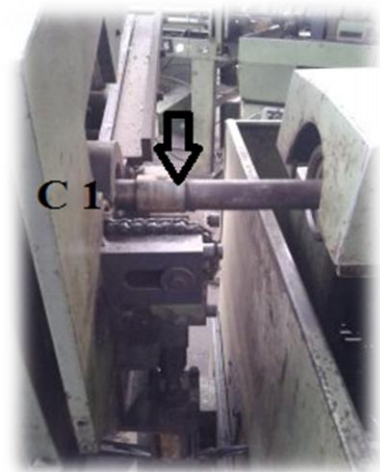
**Remarque :** Sur la figure II.35, les axes machines sont représentés par des flèches, correspondants à des translations ou à des rotations outil/pièce.

Les poupées mobiles imposent une contrainte supplémentaire à la fabrication qui est que la barre doit être usinée au fur et à mesure de sa sortie du guide barre.

Si par inadvertance la rentrée de barre dépasse la course permise, cette dernière n'est plus maintenue en rotation par le guide barre.

Ceci peut fortement dégrader les machines et entraîner la casse d'outils.

La figure II montre la position des outils qui sont montés très proches du guide barre pour éviter la flexion de la barre au cours de l'usinage.



La figure III montre une partie des axes machine. Cette partie peut gérer en tout jusqu'à 12 axes simultanément. C1 correspond à la rotation de la broche principale.

Notre tour automatique multi broches comme son nom l'indique à plusieurs broches, généralement 6 ou 8, ce qui lui permet d'usiner simultanément la même barre.

Son rendement est donc nettement plus grand que le tour automatique monobroche.

Une broche de reprise permet, comme pour les tours monobroche, de récupérer la pièce lors du tronçonnage et d'effectuer des contre-opérations.

**Figure II.38 : Mouvement de rotation de la broche principale.**

Le barillet représenté à la figure II.37 maintient et entraîne à la même vitesse de rotation la barre.

Ce barillet est lui-même entraîné en rotation puis indexé de façon à faire défiler les pièces devant les différents chariots croisés sur lesquels sont fixés les outils.

Lorsqu'une barre a fini son parcours, la broche de reprise vient maintenir la pièce pendant l'opération de tronçonnage.

Durant cette opération, la barre est maintenue simultanément et de façon hyperstatique, à la fois par la broche principale et par la broche de reprise.

Le tronçonnage terminé, la broche de reprise effectue les opérations de reprise, tandis que la barre est à nouveau ravitaillée.



Figure II.39 : Barillet 5 outils.

### II.8 Mesures de sécurité

#### II.8.1 Sécurité

Un slogan admis par tous fait passer la sécurité avant tout.

La sécurité doit être la première préoccupation avant, et pendant toute activité, toute action.

Elle ne s'accommode jamais de négligence.

La sécurité est une obligation réglementaire, il faut se reporter au code du travail pour les textes de références.

En maintenance, la sécurité a pour objet de protéger les hommes contre tout danger afin de leur permettre de travailler sans risque.

Elle a aussi le souci de protéger les machines elles-mêmes contre les vices induits par le travail.

Pour être réelle, effective, la sécurité impose la réflexion, et elle ne peut pas être improvisée.

Elle s'inscrit dans une démarche qui supprime et verrouille les sources de danger parmi lesquels on trouve : tension électrique, température excessive (chaud ou froid), fluides sous pression, atmosphère explosive, produits dangereux, gaz toxique ou asphyxiants, éboulements, masses susceptibles de mouvement et beaucoup d'autres...

Les opérations effectuées pour assurer la sécurité s'appellent une **consignation**.

La consignation est écrite, et elle définit sans ambiguïté possible :

- Le matériel concerné.



- Le travail à effectuer.
- La personne responsable habilitée qui fait effectivement la consignation (toujours une personne de la fabrication) et qui signe le document.
- La date et l'heure de mise à disposition de la maintenance du matériel consigné.
- La liste des appareils condamnés qui verrouillent les sources de danger.
- La délimitation de la zone hors danger.
- Les précautions spéciales à prendre avant d'entreprendre les travaux et pendant les travaux (permis de feu, ..., surveillance particulière).
- Les protections à utiliser par le personnel de maintenance.
- Toutes les informations complémentaires nécessaires pour garantir la sécurité.

Une fois la consignation réalisée, le chef des travaux maintenance, nommément désigné, signe le document.

Il est alors en charge du matériel consigné, la fabrication n'a plus de responsabilité sur ce matériel autre que celle de la garantie de sécurité, et les travaux peuvent commencer.

Une consignation écrite est obligatoire avant tout travail, petit ou important.

Ce n'est pas l'importance du travail qui définit le risque, mais le danger, et lui seul, mais une consignation peut être limitée aux plus simples précautions, sans avoir à développer une stratégie lourde, si le danger est faible et facilement maîtrisé.

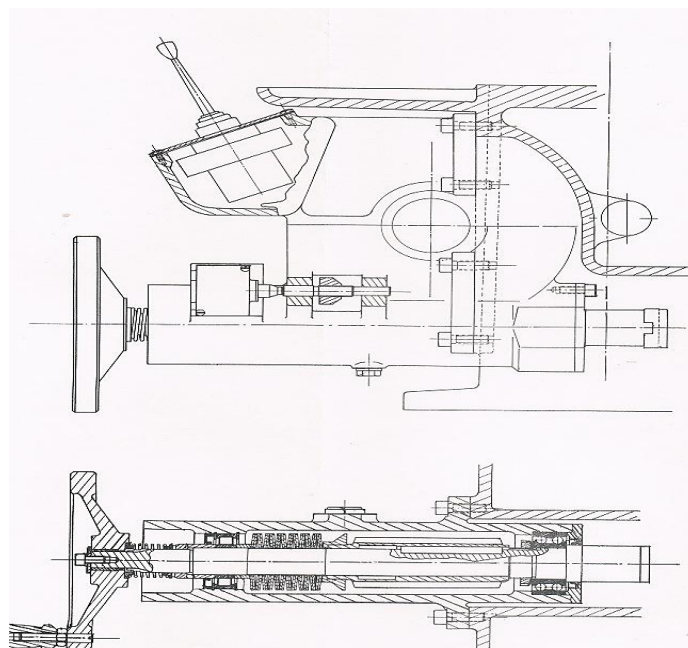
Ce qui impératif c'est la démarche, elle doit être systématique pour ne pas être négligée, ou mésestimée.

Une fois les travaux terminés, la remise en action des sources de danger doit se faire à son tour sans risque.

Pour annuler la consignation on procède à une **déconsignation**.

Le chef des travaux signale, sur la consignation.

### II.8.2 Par couple avec contraintes



**limitation de rondelle-pré-**

**Figure II.40 : Dessin de l'arbre à came.**

(Voir figure.II.40).

Dans l'éventualité d'une surcharge accidentelle, l'arbre à cames ainsi que la roue tangente subissent une contrainte.

Il en résulte un arrêt de la boîte de vitesses production provoqué par le déplacement de la vis sans fin agissant sur une fin de courses par intermédiaire de rondelles coniques et axes de contact.

Remarque

- a) La fin de course de sécurité est fixée à droite derrière le volant sur le boîtier de la vis sans fin.
- b) La course de fin de course de sécurité doit être réglée à 0,6 mm.  
Une course trop petite provoque vibrations aux contacteurs ce qui empêche une mise en marche du moteur principal.
- c) Une course trop petite provoque des vibrations aux contacteurs ce qui empêche une mise en marche du moteur principal.
- d) Après localisation et dépannage de l'incident, on doit effectuer un cycle à vide par l'intermédiaire du volant pour commande manuelle, afin de libérer la fin de course de sécurité.

(On doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre).

### **II.8.3 Par remplissage du réservoir d'huile**



Si le réservoir d'huile atteint la cote minimum, le moteur principal de la machine est hors tension.

On doit remettre la machine sous tension après le remplissage du réservoir.

### II.8.4 Mesures de sécurité lors du travail sur la machine

Il n'est permis de travailler sur la machine qu'aux personnes reçu des instructions complètes sur la sécurité du travail et ayant bien étudié la conduite de la machine et la notice de son utilisation.

Lors du travail il est nécessaire d'observer les régies suivantes :

- Vérifier soigneusement la fixation de la barre à usinée.
- Avant de faire l'ordre et de nettoyer la machine, il convient de la mettre hors tension.
- Ne pas évacuer les copeaux au cours du fonctionnement de la machine.
- Ne mesurer pas la bague usinée qu'à l'arrêt de l'opération d'usinage.
- Ne pas travailler sur la machine, dont l'équipement électrique est en panne et ne réaliser aucune opération, si la machine est mise sous tension.
- Ne pas laisser d'objets étrangers au passage de l'avancement de la barre.
- En s'éloignant de la machine, ne pas la laisser sous tension
- Au cours de l'ajustage et du réglage de la machine on doit être attentif et prudent en travaillant avec les mécanismes (chariot, cames, outils, embrayeur).

### II.8.5 Mesures de sécurité lors du mesurage des paramètres de la machine

Lors du mesurage des paramètres de la machine il est nécessaire de respecter les prescriptions techniques générales en ce qui concerne la sécurité de l'exploitation des machines-outils.

Lors du mesurage des paramètres il est nécessaire de mettre la machine hors tension.

### II.8.6 Mesures de sécurité lors du dépannage de la machine

Après avoir localisé un dérangement que dans la machine mise, il convient de l'arrêter. Pour le dépannage, en premier lieu, mettre la machine hors tension, puis trouver la cause et éliminer le défaut, avec cela est nécessaire de respecter les prescriptions techniques générales concernant la sécurité de l'exploitation des machines-outils.

## II.9 Généralité sur la maintenance

Selon la définition de l'AFNOR, la maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé.

### II.9.1 Types de maintenance

Il y a deux types de maintenance :

- Celle que l'on fait après la panne, pour réparer,
- Et celle que l'on fait pour éviter la panne.

La première s'appelle la maintenance corrective. C'est une maintenance destinée à rendre la santé aux machines qui l'on perdue. C'est une maintenance peu efficace pour les machines vitales de production mais qui trouve son application bien adaptée à certains matériels peu coûteux, et hors production, comme les appareils domestiques de confort, par exemple.

La seconde s'appelle la maintenance préventive. Elle a pour mission de conserver les machines en bonne santé. Son coût direct, parfois élevé, oblige à considérer deux modes d'application :

- Le mode préventif systématique,
- Et le mode préventif conditionnel.

Le mode préventif systématique consiste à opérer des remplacements systématiques de composants, à intervalles réguliers, même si les pièces déposées sont encore en assez bon état. C'est un moyen sûr d'avoir des machines fiables. Mais c'est un moyen coûteux qui ne se justifie que lorsque la machine est vitale dans l'entreprise, qu'elle est inaccessible en cours de fabrication, que la fabrication ne peut être arrêtée sans dégradations majeurs et que le coût des pièces remplacées est faible au regard de ceux des investissements et de la production. Par exemple en métallurgie, en chimie lourde, en raffinerie, en usine à risque...

Le mode préventif conditionnel consiste à n'intervenir pour remplacer les composants, ou faire des opérations de remise à l'état initial, qu'après avoir constaté des dégradations significatives et autant que possible une fabrication en marche. L'idéal est que la machine puisse fonctionner le plus longtemps possible pour n'être arrêtée que juste avant que la panne ne survienne, ou que des pertes de fabrication n'apparaissent. Cela implique une surveillance constante et complète, avec des systèmes étalonnés pour déclencher l'alerte quand les limites sont atteintes.

Ces systèmes d'alerte peuvent être manuels ou automatiques, extrêmement simples ou très sophistiqués.

Ceci implique que l'on maîtrise parfaitement la connaissance des limites à approcher, que l'on ne doit jamais dépasser. Ce qui oblige, le plus souvent, à une longue expérience de vie avec la machine.

Le matériel géré en maintenance préventive conditionnelle est fiable. Les pannes tendent à disparaître, les coûts directs d'intervention sont raisonnables et bien maîtrisés, les imprévus sont rares, c'est un bon mode de gestion applicable à toutes industries, et à tous les types de machines de production. Mais il a un inconvénient : quand l'alerte est donnée, elle fait apparaître une urgence. Cela peut gêner la fabrication, qui doit concéder l'arrêt. Ce qui peut compromettre une campagne de fabrication en cours.

Un pas de plus est à franchir, celui du préventif prévisionnel. Ce mode de préventif s'appuie sur la connaissance exacte et rigoureuse des processus de dégradation. En suivant leur évolution on se situe en permanence par rapport à l'échéance fatale. Cela permet de prévoir avec certitude et confiance la date exacte de la défaillance.

## II.9.2 Définitions normalisées en maintenance (extrait de la norme AFNOR NF X-60-010)

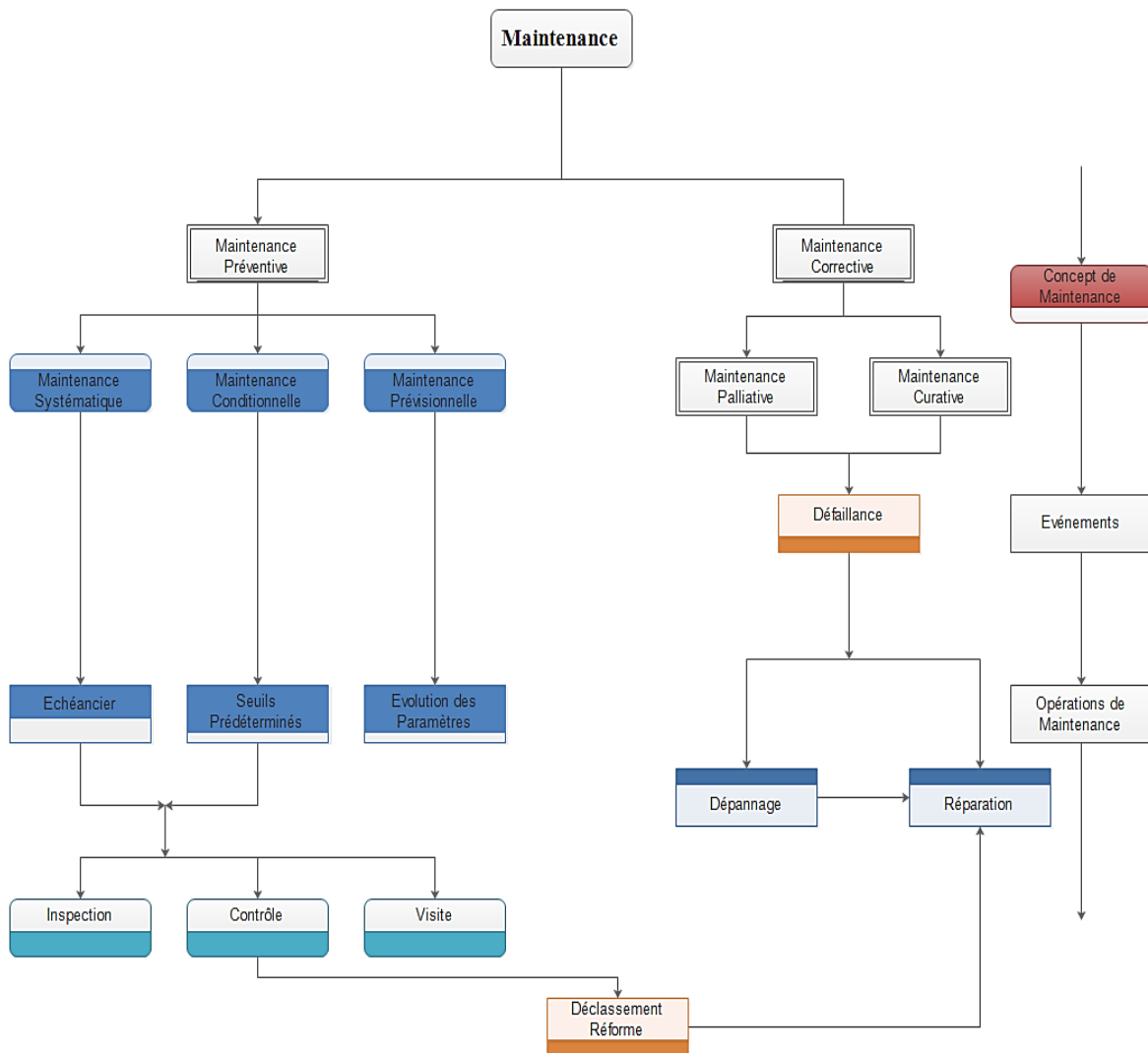


Figure II.41: Organigramme générale du concept de la maintenance.

## II.10 Maintenance du tour« C 80 »

### a) Premier objectif

Rétablir un bien, en état de dysfonctionnement et le rendre en état de fonctionnement, donc de reproduire à nouveau.

**b) Deuxième objectif**

Maintenir ce bien, par une suite d'actions préventives et planifiées, en état parfait de fonctionnement, donc de contrôler pour éviter d'une apparition d'une panne soudaine.

Ces 2 objectifs sont en relation avec des niveaux de maintenance de notre machine étudiant qui sont :

Niveaux	Actions	Exemples
1 <sup>er</sup> niveau	- Des réglages simples prévus par le constructeur ou le service maintenance.	- Echange d'élément consommable tels que : fusibles, chien de serrage...etc.
2 <sup>ème</sup> niveau	- Dépannage par échanges standard des éléments prévus à cet effet d'opérations mineures de maintenance préventive.	- Graissage de la machine - contrôle de bon fonctionnement de la poupée porte broche.
3 <sup>ème</sup> niveau	- échange des constituants - réparations mécaniques mineures. - réglage et réétalonnage générale des mesures.	- Remplacement d'une clavette cisailée nécessitant l'ajustage de la nouvelle clavette
4 <sup>ème</sup> niveau	- Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.	- Révision générale d'une Boîte de vitesse ; - Démontage, Réparation, Réglage des cames
5 <sup>ème</sup> niveau	-Tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier centrale de maintenance ou à une entreprise extérieure prestataire de service.	- Révision générale de la Machine de l'atelier B03. - Réparation d'un moteur électrique.

**Tableau II.14 : Relation entre les niveaux de maintenance et les objectifs ciblés.**

Un chercheur russe a trouvé qu'il existait des structures types pour de nombreuses industries par exemple :

- a) Industrie lourde : **GIPIPIPIG.**
- b) Industrie automobile : **GIPIPIPIPIPIPIPIG.**
- c) Industrie de machine-outil : **GIPIPIPIPIPIPIPIPIPIPIG.**

Appelant :

**I** : inspection.

**P** : vérification ou petite révision.

**M** : échange standard d'un ou plusieurs organes ou une révision moyenne.

**G** : révision générale.

Nous on prend donc la dernière structure type pour l'industrie ferroviaire est donc pour l'usinage mécanique.

D'autres chercheurs ont déterminé des formules, permettant de déterminer la structure des cycles d'entretien pour les divers machines et industries.

Avant de faire les calculs nécessaires pour déterminer la structure des cycles d'entretien pour notre machine (tour automatique) il est indispensable de donner la définition des constituants de la structure (inspection, petite révision,...etc.).

### 1) Inspection

Inspecter consiste non seulement à déterminer l'état dans lequel se trouve une machine-outil, mais à ajuster, réparer ou changer les pièces usées, c'est-à-dire :

- Corriger les situations pouvant conduire à des pannes ou à de graves détériorations.
- Eviter que la machine se trouve dans une telle situation.
- Les inspections peuvent être accompagnées de petites révisions.

### 2) Petite révision

Changement de pièces, réglage d'organes, nettoyage de distributeurs d'huile, suppression de coups sur les glissières, examen des paliers et portées.

Réglage de tension des courroies, entretien des freins...etc.

Le cout doit être inférieur à 10% de la valeur de la machine.

### 3) Révision moyenne

Cout inférieur à 30% du prix de la machine :

Grattage des coulisses, changement de broche, de vis de manœuvre ou de leurs écrous, roulements,... etc.

On peut compter une révision moyenne pour deux petites.

### 4) Révision générale

Tout est démonté et examiné : c'est une remise à neuf, les appareillages électriques et des groupes d'organes peuvent être remplacés.

Le cout doit être inférieur à 70% de prix d'une nouvelle machine.

## II.11 Définition des lois et modèles utilisées dans la maintenance industrielle

### II.11.1 Le diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance.

Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite.

Une ligne de cumul indique l'importance relative des colonnes.

La popularité des diagrammes de Pareto provient d'une part par ce que de nombreux phénomènes observés obéissent à la loi des 20/80, et que d'autre part si 20% des causes produisent 80% des effets, il suffit de travailler sur ces 20% là pour influencer fortement le phénomène.

En ce sens le diagramme de Pareto est un outil efficace de prise de décision.

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont quasi innombrables.

On pourrait même améliorer indéfiniment, tout et n'importe quoi.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que l'amélioration coûte et par conséquent il faut en contrepartie une création de valeur ajoutée, ou une suppression de gaspillage.

Les illustrations de l'utilisation des diagrammes de **Pareto** sont aussi nombreuses que variées, citons à titre d'exemples :

- Pour aider à la décision et déterminer les priorités dans des actions,
- Classer les articles à stocker et en détermine le mode de gestion (il est courant de s'apercevoir que seuls 20% des articles contribuent à 80% du chiffre d'affaires)
- Les suivis qualité ; 20% des causes représentent 80% de l'ensemble des défauts
- Analyse d'un processus : seuls 20% des opérations accumulent 80% de la valeur ajoutée.

Pour déterminer les priorités et la pertinence d'une action, les recours à des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tels que les **diagrammes de Pareto**.

#### a) Construction d'un diagramme de Pareto

A partir de données recueillies, on définit les catégories, puis :

1. Répartir les données dans les catégories,
2. Les catégories sont classées dans l'ordre décroissant,
3. Faire le total des données,
4. Calculer les pourcentages pour chaque catégorie : fréquence/ total
5. Calculer le pourcentage cumulé
6. Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique,

7. Placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche,
8. Lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés.

### b) La méthode ABC de Pareto

En vue de l'importance primordiale de la notion de « criticité de l'équipement » dans l'activité de la maintenance, qu'elle joue un rôle très puissant dans la détermination des priorités en termes de politique de maintenance, puisque une intention spéciale sera accordée aux équipements dits « critiques ».

Disposant de plusieurs outils, pour la détermination de la criticité d'un équipement, il est important de rappeler qu'ils partent tous de même point : à savoir « l'historique de maintenance ».

La méthode ABC de Pareto est un de ces outils ; indispensable, car il permet de localiser rapidement les organes qui tombent souvent en panne.

La méthode ABC est une méthode consistant à classer un référentiel par ordre décroissant des sorties.

On se base sur l'idée communément admise qu'environ 20% des références représentent 80% des ventes ! Lors d'une analyse il est donc primordial de s'attaquer en priorité à ces références (le groupe A).

Cette méthode permet de connaître les références qui méritent une attention particulière.

Le classement peut également être effectué pour constituer des groupes en fonction d'autres critères tels que les volumes, les achats, les CA, etc...

### II.11.2. La distribution du modèle WEIBULL

En théorie des probabilités, la loi de Weibull, nommée d'après Waloddi Weibull, est une loi de probabilité continue.

La loi de Weibull permet de couvrir les cas où les taux de défaillance qui est variable.

Elle permet aussi d'ajuster les différentes périodes (jeunesse à obsolescence).  
Le paramètre  $x$  est ici le temps, noté  $t$ .

On utilise trois paramètres :

$\beta$  : paramètre de forme ( $\beta > 0$ ).

$\eta$  : paramètre d'échelle ( $\eta > 0$ ).

$\gamma$  : paramètre de position ( $-\infty > \gamma > +\infty$ ).

- on définit parfois le paramètre d'échelle « vrai »  $\eta = \alpha^{1/\beta} = \lambda^{1/k}$  ; parfois, on utilise  $\eta$  pour noter le paramètre d'échelle « classique » ( $\eta = \alpha = \lambda$ ).

Les différentes formules utilisées pour la distribution de Weibull sont :

❖ **La fonction de fiabilité :**

On définit la fiabilité :

$$R(t) = e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta}\right]^\beta} \quad [5]$$

**R (t)** : Probabilité de non-défaillance dans l'intervalle de temps [0, t] c'est-à-dire la probabilité de défaillance au-delà du temps (t), c'est la fonction complémentaire de la fonction de répartition.

❖ **Le taux d'avarie :**

**λ(t)** : Probabilité d'avarie au temps (t + Δ) d'un dispositif qui était en bon fonctionnement au début de l'unité de temps (t).

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad [6]$$

❖ **La densité de probabilité :**

**f(t)** : Probabilité d'avarie au temps (t), (probabilité d'avoir une seule avarie au temps (t)).

$$f(t) = \lambda(t) \cdot R(t) [7]$$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta}\right]^\beta} \quad [8]$$

❖ **La fonction de répartition :**

**F(t)** : Probabilité d'avarie cumulée au temps de 0 à t.

$$F(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta}\right]^\beta} \quad [9]$$

On peut donc déterminer graphiquement les paramètres de la loi de Weibull :

1. On collecte les données : durée de vie *t* d'un appareil.



2. On détermine les probabilités cumulées  $F(t)$ .
3. On place les points  $F(t)$  sur un diagramme « log log/log », appelé « papier Weibull » ou « papier Allen Plait ».
4. Si l'on peut faire passer une droite par régression, alors  $\theta = 0$  ; on peut déterminer  $\lambda$  à partir de l'ordonnée à l'origine, et  $k$  à partir de la pente.

Pour être plus précis : lorsque  $t = \lambda$ , on a

$$F = 1 - e^{-1} \approx 0,632, R(\lambda) = e^{-1} \text{ et donc } \ln(-\ln R(\lambda)) = \ln(1) = 0$$

Le paramètre d'échelle  $\lambda$  est donc l'abscisse  $t$  à laquelle la droite de régression coupe la droite horizontale  $F = 0,632$  (axe  $y = 0$  du diagramme log log/log).

La distribution de Weibull est souvent utilisée dans le domaine d'analyse de la durée de vie, Grâce à sa flexibilité : comme dit précédemment, elle permet de représenter au moins approximativement une infinité de lois de probabilité.

### II.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentés la description générale de l'ensemble (tour C80 + l'embarreur AES)(composants, caractéristiques et le mode de fonctionnement), ainsi que les Interventions nécessaires pour notre machine-outil, et en finissant par leslois nécessaires utilisées pour le contrôle de notre machine-outil.

### III.1 Historique des pannes

Dans notre étude les différents problèmes et pannes (électriques, mécaniques...) qui peuvent endommager la machine C 80 qui subissent l'endommagement et l'arrêt du tour, sont obtenus à l'aide de l'historique des pannes qu'on a pu rassembler, on peut citer :

Date	Cause	Intervention	Nombre d'intervenants	Durée de l'arrêt (h)
29/02/2004	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :00 :00
05/03/2004	Panne mécanique	Réglage de la butée et ces cames	2	3 :30 :00
01/04 /2004	Panne mécanique	Changement d'un roulement défectueux du chariot porte poupée	Groupe de MN	3 :00 :00
		Circlips extérieure		
07/06/2005	Panne mécanique	Réglage fin de course	3	7 :30 :00
		Modification sur la pompe (joint spi)		
		Changement d'un chien serrage		
08/06/2005	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1:00 :00
10/06/2005	Panne électrique	Déblocage du microcontact du niveau d'huile de graissage	1	3:00 :00
17/06/2005	Panne mécanique	Modification sur la pompe (joint spi)	2	3:00 :00
14/10/2005	Panne électrique	Changement d'un microcontact	1	2:00 :00
21/10/2005	Panne	Changement de	1	1 :30 :00

	mécanique	la poulie		
27/10/2005	Panne mécanique	Démontage de l'arbre à cannes des chariots de travail	1	7 :15 :00
		Réglage de la vis sans fin de sécurité		
		Nettoyage et remontage		
2/11/2005	Panne mécanique	Démontage et nettoyage de la poussette	4	5 :30 :00
		Serrage de l'écrou de maintien du fourneau		
23/11/2005	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
02/12/2005	Panne mécanique	Changement du patin	1	1 :15 :00
18/12/2005	Panne mécanique	Démontage du pignon de la boîte de vitesse	2	1 :50 :00
24/01/2006	Panne mécanique	Changement du pignon de la boîte de vitesse	1	2 :00 :00
07/09/2006	Panne mécanique	Réparation de la poussette	2	3 :25 :00
		Changement du roulement défectueux du chariot porte poupée		
09/09/2006	Panne mécanique	Réparation de la poussette	1	2 :45 :00
02/11/2006	Panne mécanique	Réglage de la butée et ces cames	2	3 :45 :00
		Réglage de la tension de la chaîne		
		Changement du roulement défectueux du chariot porte		

		poupée		
05/01/2007	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
05/02/2007	Panne mécanique	Confection d'une poulie	2	6 :00 :00
		Changement d'une clavette		
20/03/2007	Panne mécanique	Intervention sur la boîte de vitesse et changement des pignons	2	6 :15 :00
15/04/2007	Panne mécanique	Réglage de la butée et de ces cames	2	4 :00 :00
		Réglage de la tension de la chaîne de poussette		
18/04/2007	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :00 :00
16/01/2008	Panne mécanique	Confection d'une poulie	2	6 :40 :00
31/01/2008	Panne mécanique	Changement de 2 vis BT.R sur la came de butés	2	5 :15 :00
		Réglage		
12/02/2008	Panne mécanique	Changement d'une clavette	1	1 :00 :00
27/03/2008	Panne électrique	Pompe d'arrosage grillé	1	1 :00 :00
01/04/2008	Panne mécanique	Montage de la pompe d'arrosage	2	16 :30 :00
13/04/2008	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :45 :00
02/01/2009	Panne mécanique	Réglage du système de freinage du chariot	2	6 :30 :00
	Panne	Dressage de		

27/01/2009	mécanique	fourneau de la poussette	1	2 :00 :00
22/05/2009	Panne mécanique	Changement après rupture d'un arbre	1	8 :30 :00
21/07/2009	Panne électrique	Changement d'un disjoncteur grillé	2	4 :30 :00
22/09/2009	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
16/01/2010	Panne mécanique	Régler un défaut de freinage	2	3 :00 :00
15/03/2010	Panne mécanique	Changement après rupture d'un arbre	1	7 :00 :00
09/06/2010	Panne mécanique	Changement d'un Pignon usé	2	7 :30 :00
07/12/2010	Panne mécanique	Réparation de la Pompe d'arrosage	2	2 :30 :00
04/02/2011	Panne mécanique	Intervention sur la Boite de vitesse bloquée	3	6 :00 :00
25/10/2011	Panne mécanique	Intervention sur la Boite des avances bloquées	3	4 :00 :00
28/10/2011	Panne mécanique	Changement après rupture d'un arbre	1	10 :30 :00
22/11/2011	Panne mécanique	Réglage après Décalage des courroies	1	6 :30 :00
29/12/2011	Panne mécanique	Changement d'une bague usée	1	4 :00 :00
26/01/2012	Panne mécanique	Démontage de la pompe d'arrosage	3	24 :30 :00
		Changement des joints		
		Remontage		
15/03/2012	Panne mécanique	Changement après rupture D'un arbre	1	10 :30 :00
16/03/2012	Panne	Réglage des fins	1	2 :15 :00

	électrique	de courses		
26/03/2012	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
08/04/2012	Panne mécanique	Changement d'un chien serrage	1	2 :30 :00
19/04/2013	Panne mécanique	Changement après rupture d'un arbre	1	5 :30 :00
21/06/2013	Panne électrique	Intervention sur le moteur qui est grillé	1	5 :30 :00
06/09/2013	Panne mécanique	Réglage de la tension de la chaîne de poussette	2	4 :45 :00
20/09/2013	Panne mécanique	Intervention sur la boîte de vitesse et changement des pignons	2	6 :50 :00
01/10/2013	Panne mécanique	Confection et changement d'une poulie	2	6 :00 :00
		Changement d'une clavette		
11/11/2013	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :15 :00
26/11/2013	Panne mécanique	Montage de la pompe d'arrosage	1	8 :00 :00
13/12/2013	Panne mécanique	Intervention après un blocage de la broche	1	3 :30 :00
08/01/2014	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
22/01/2014	Panne mécanique	Réglage du système de freinage du chariot	2	6 :30 :00
31/01/2014	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux du chariot porte	1	2 :15 :00
31/01/2014	Panne mécanique	poupée	1	2 :15 :00
	Panne	Changement		

02/05/2014	électrique	d'un disjoncteur grillé	1	8 :30 :00
03/07/2014	Panne mécanique	Changement après rupture d'un arbre	1	5 :00 :00
28/02/2015	Panne mécanique	Changement des Galets T A 19486	2	3 :15 :00
18/05/2015	Panne mécanique	Changement de la poussette	1	1 :15 :00
6/10/2015	Panne mécanique	Pompe à l'huile surchauffée	2	4 :30 :00
		Intervention sur la Boite de vitesse qui est bloquée		
10/11/2015	Panne mécanique	Changement du roulement défectueux de la boîte de vitesse	1	1 :30 :00
04/01/2016	Panne électrique	Pompe d'arrosage grillé	1	1 :15 :00

**Tableau III.1 Historique des pannes.**

On peut ainsi classer ces différentes pannes et arrêts survenues sur notre équipement (Le Tour C 80), et aussi calculer les temps d'arrêts engendrés :

Nature des pannes	Durée des arrêts (h)	% des arrêts
Mécanique	1 :00 :00	89 ,57%
Mécanique	3 :30 :00	
Mécanique	3 :00 :00	
Mécanique	7 :30 :00	
Mécanique	1 :00 :00	
Mécanique	3 :00 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	7 :15 :00	
Mécanique	5 :30 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	2 :00 :00	
Mécanique	3 :25 :00	
Mécanique	2 :45 :30	
Mécanique	3 :45 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	6 :00 :00	
Mécanique	6 :15 :00	
Mécanique	4 :00 :00	



Mécanique	1 :00 :00	
Mécanique	6 :40 :00	
Mécanique	5 :15 :00	
Mécanique	1 :00 :00	
Mécanique	16 :30 :00	
Mécanique	1 :45 :00	
Mécanique	6 :30 :00	
Mécanique	2 :00 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	24 :30 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	2 :30 :00	
Mécanique	4 :45 :00	
Mécanique	6 :50 :00	
Mécanique	6 :00 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	8 :00 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	6 :30 :00	
Mécanique	2 :15 :00	
Mécanique	3 :15 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Mécanique	2:00 :00	
Mécanique	3 :00 :00	
Mécanique	2 :00 :00	
Mécanique	1 :00 :00	
Mécanique	2 :15 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	6 :30 :00	
Mécanique	2 :15 :00	
Mécanique	5 :00 :00	
Mécanique	3 :15 :00	
Mécanique	1 :15 :00	
Mécanique	4 :30 :00	
Mécanique	1 :30 :00	
Electrique	3 :00 :00	
Electrique	2 :00 :00	
Electrique	1 :00 :00	
Electrique	4 :30 :00	10,43%
Electrique	2 :15 :00	
Electrique	5 :30 :00	
Electrique	8 :30 :00	
Electrique	1 :15 :00	

Tableau III.2 : Pourcentage du nombre d'arrêts par type des pannes.

### III.2 Généralité sur les problèmes engendrent la machine

- On sait que tous les roulements sont des organes très indispensables dans le montage des ensembles mécaniques, c'est pourquoi ils sont très utilisés aujourd'hui dans le domaine de la construction mécanique.
- Les roulements sont des organes qui s'use donc, ils ont une certaine durée de

vie, après cette période le roulement doit être changé parce qu'il serait incapable d'accomplir la mission qui lui est destinée, mais en plus un roulement détérioré peut causer la détérioration de tout l'ensemble où il est monté, ex : cassure des dents des roues dentées d'une boîte de vitesse par suite d'un contact avec les billes d'un roulement détérioré monté dans la même boîte ou d'un roulement du chariot.

- Et les pignons aussi sont indispensables dans le fonctionnement de la machine est donc la création du mouvement dans la chaîne cinématique, ils ont été fabriqués dans la même société pour s'assurer la disponibilité de ces derniers dans le moindre temps.
- Les pignons sont des pièces mécaniques, on l'appelle aussi des roues dentées utilisées pour la transmission de puissance à travers un mécanisme.
- Ainsi que les cames sont en relation directe avec la précision d'usinage et donc la réussite de la production, le réglage nécessaire et correct entre dans la fonction d'étude du positionnement de la came.
- Les cames sont des organes mécaniques permettant de piloter le déplacement d'une pièce.
- Il s'agit d'une pièce roulant (ou glissant) sur une autre pièce ; c'est donc une déclinaison du plan incliné (machine simple).
- La came permet de générer des mouvements alternatifs.
- Parlant aussi d'une amélioration qu'on va l'ajouter à l'équipement après l'observation du mode de production pertinent, si pour ça à la place d'une barre on a recommandé de mettre plusieurs barres dans l'embrayeur en joignant l'équipement par un système automatique qui fait entrer les barres dans la passerelle d'usinage au moins d'une, en gagnant un avantage d'augmentation d'une production des bagues dans un temps record.

### III.3 Calcule fiabiliste du tour C80

#### III.3.1 Introduction

La fiabilité est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation et pour une période de temps déterminés (norme AFNOR X 06501).

« **Fonction requise** » exige la définition d'un seuil d'admissibilité en deçà duquel la fonction n'est plus remplie.

« **Conditions d'utilisation** » doivent être bien définies, car le même matériel placé dans deux contextes de fonctionnement différents n'aura pas la même fiabilité.

« **Période de temps** » doit être définie en unités d'usage (temps de fonctionnement, Km parcourus, tonnage produit, etc.).

Les principales lois de probabilité utilisées en fiabilité sont :

- ⇒ **Les lois discrètes** : (lois binomiale, lois de poisson, loi normale).
- ⇒ **Les lois continues** : (Loi exponentielle, lois hyper géométrie, loi de Weibull).

Pour mesurer la fiabilité l'utilisation des éléments suivants est nécessaire :

- ⇒ La variable aléatoire.
- ⇒ La probabilité instantanée de défaillance ou la probabilité de défaillance juste au temps « t ».
- ⇒ La probabilité cumulée de défaillance entre 0 et 1.

La fiabilité R (t) qui est la probabilité de suivi ou de non défaillance au-delà du temps.

### III.3.2 Indicateurs de la fiabilité

**λ : représente le taux de défaillance ou le taux d'avarie**

Il caractérise la vitesse de variation de la fiabilité au cours du temps pour une période de travail donnée, et pour une durée total en service actif.

$$\lambda = \frac{\text{Le nombre total de défaillance pendant le service}}{\text{La durée totale de bon fonctionnement}} [10]$$

En pratique, le taux de panne λ peut-être constant, mais aussi croissant ou décroissant au cours du temps, avec un changement graduel, sans discontinuité.

Pour la majorité des produits industriels, les variations de λ (t) au cours du temps est selon une courbe appelée « la courbe en baignoire » présente trois zones types.

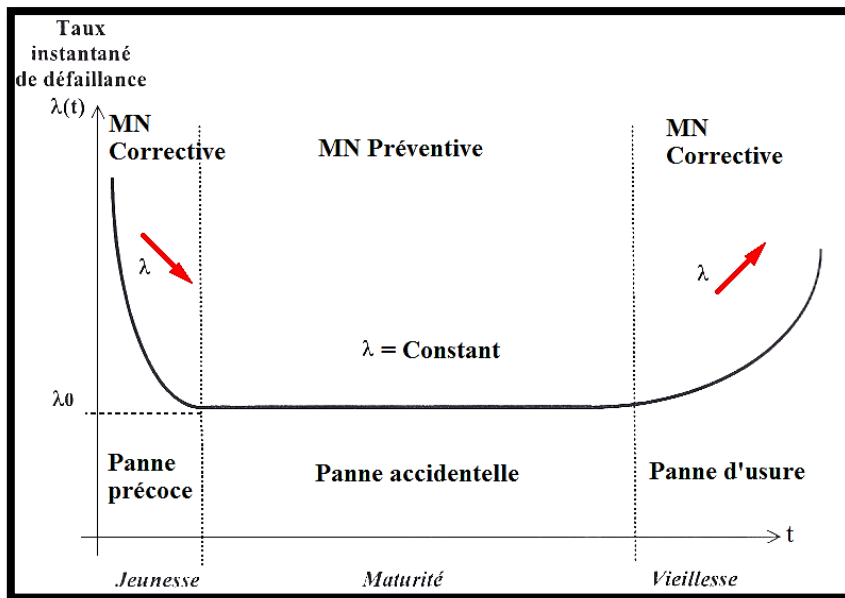


Figure III.1 : La courbe en baignoire.

#### Zone 1 : Période de jeunesse :

C'est le début de la vie de l'équipement et les défaillances sont dites de jeunesse.

Le taux de défaillance λ décroît rapidement au cours du temps, et les préventions sont possibles : rodage, contrôles et testes renforcés avant livraison, etc.

La loi de Weibull (avec β < 1) est utilisable pour décrire ce type de défaillance.

#### Zone 2 : Période de maturité :

C'est la zone pour laquelle le taux de défaillance λ est sensiblement constant.

C'est également le domaine des défaillances imprévisibles qui se produisant de façon aléatoire.

En étude de probabilité, la loi de fiabilité adaptée à cette zone ( $\lambda = \lambda(t) = \text{constant}$ ) est la distribution exponentielle.

**Zone 3 : Période de vieillesse :**

C'est la période de fin de vie de l'équipement qui est caractérisée par des défaillances dues à l'âge ou à l'usure des composants.

$\lambda$  Croit rapidement avec le temps, du fait de la dégradation du matériel (usures mécaniques, phénomène de fatigue et dérive des composants électriques).

Les lois de fiabilité adaptées à cette zone sont :

Les lois normales, gamma, log normal ou Weibull (avec  $\beta > 1$ ).

**III.3.3 Type de fiabilité**

- ⇒ **Fiabilité explicite :** Elle est basée sur des modèles mathématiques, cette probabilité est devenue un trait d'union entre la technique et l'économie.
- ⇒ **Fiabilité implicite :** C'est la fiabilité estimée par le service de la maintenance compte tenu d'une certaine expérience.
- ⇒ **Fiabilité intrinsèque :** Il s'agit de la fiabilité propre à la machine qui est liée à la conception et à la réalisation.
- ⇒ **Fiabilité extrinsèque :** Elle est liée aux conditions de travail et à l'environnement.

**III.3.4 L'histogramme de Pareto et la courbe ABC**

- **Analyse globale**
- On a près les défaillances les plus remarquées et les plus répétitives, par rapporte à les autres pannes qu'on les voir souvent.

Nature de l'avarie	n	% cumulé des effectifs	Zone
Roulements défectueux	15	45,45%	
Rupture d'arbre de la broche	6	63,64%	

Pignons cassés ou usés	5	78,79%	A
Réparation de la poussette	4	90,91%	B
Blocage dans la boîte de vitesse	3	100%	C
Somme	33		/

Tableau III.3: Tableau des fréquences d'apparition des grandes familles des défaillances.

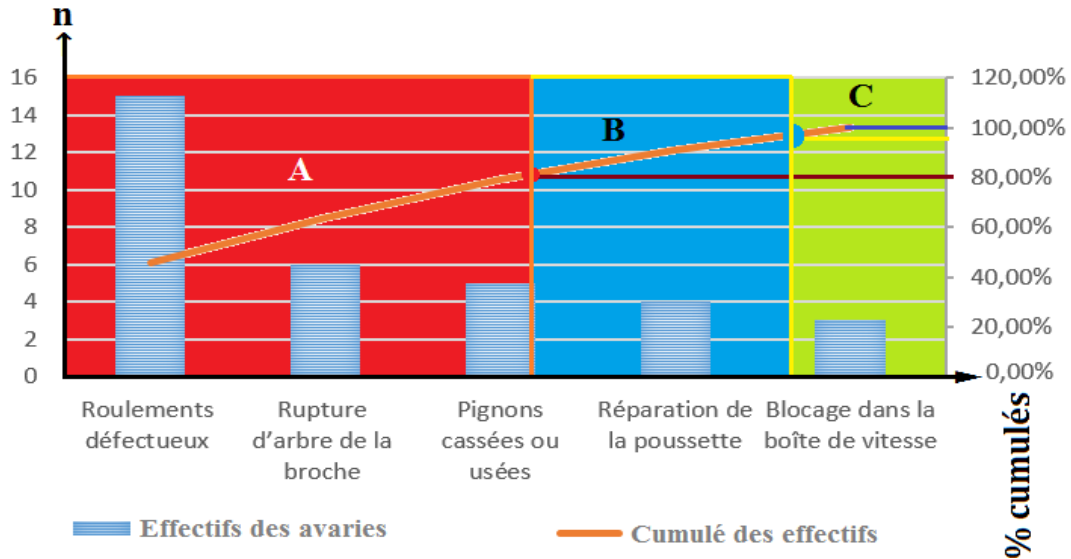


Figure III.2 : Diagramme de Pareto et la courbe ABC.

On divise donc la courbe ABC en trois groupes :

Le **groupe A** est composé des références constituant presque 80% des défaillances les plus répétées et qui engendrent des problèmes permanentes.

Le **groupe B** est composé des références constituant 15% des sorties défaillances qu'on peut les négliger dans l'étude à cause de leurs effets normaux.

Et le **groupe C** est composé des références constituant 5% des défaillances faible à apparaître dans la machine.

La courbe ABC montre que les défaillances du retardement de changement de roulements dans la boîte de vitesse et du chariot, totalisent plus de 40% du nombre totale des défaillances.

### III.3.5 Calcul du temps de bon fonctionnement

Après l'exploitation du dossier historique des pannes du tour automatique C80, on peut calculer les temps de bon fonctionnement (TBF<sub>i</sub>) de la manière suivante :

**TIF** : Time to first failure (temps de fonctionnement avant la première défaillance).

**TBF** : Time between failures (temps de fonctionnement entre défaillance ou temps de bon fonctionnement).

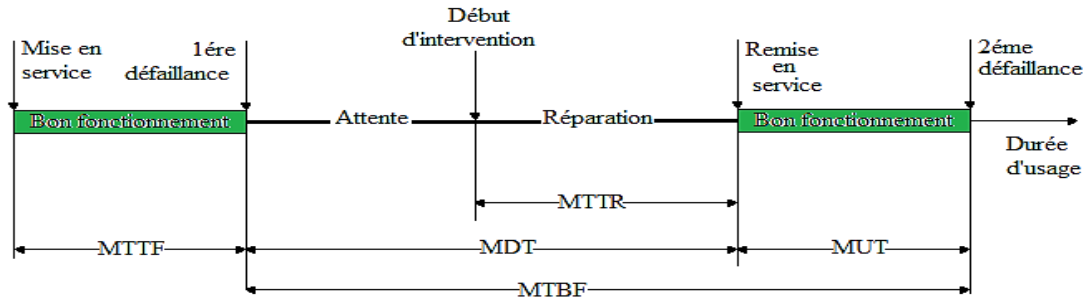


Figure III.3 : Représentation de la disposition réparable.

L'**MTBF** : est souvent traduit comme étant la moyenne des temps de bon fonctionnement mais représente la moyenne des temps entre deux défaillances :

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N} \text{ N : nombre de pannes} \quad [11]$$

#### MDT : (Temps Moyen De Disponibilité)

Durée de bon fonctionnement après réparation.

#### MUT : (Mean Up Time)

Durée moyenne de fonctionnement après réparation et avant la défaillance consécutives de l'entité, elle est calculée par la relation suivante :

$$MTBF = MUT + MDT \quad [12]$$

- On a utilisé Excel pour calculer les valeurs de TBF, qui sont affichées dans le tableau ci-dessous :

Date de début de la panne	Date de fin de la panne	TBF (h)
29/02/2004 15:30	29/02/2004 16:30	114,5
05/03/2004 10:00	05/03/2004:30:00	646
01/04/2004 08:00	01/04/2004 11:00	10373,5
07/06/2005 13:30	07/06/2005 21:00	25,5
08/06/2005 15:00	08/06/2005 16:00	48
10/06/2005 15:00	10/06/2005 18:00	161

17/06/2005 08:00	17/06/2005 11 :00	2862,16667
14/10/2005 14:10	14/10/2005 16:10	168,333333
21/10/2005 14:30	21/10/2005 16:00	137,5
27/10/2005 08:00	27/10/2005 15:15	152
02/11/2005 16:00	02/11/2005 21:30	503,5
23/11/2005 15:30	23/11/2005 17:00	209,5
02/12/2005 09:00	02/12/2005 10:15	385
18/12/2005 10:00	18/12/2005 11:50	890
24/01/2006 12:00	24/01/2006 14:00	5422
07/09/2006 10:00	07/09/2006 12:45	49
09/09/2006 11:00	09/09/2006 14:45	1301,5
02/11/2006 16:30	02/11/2006 18:00	1527,5
05/01/2007 08:00	05/01/2007 14:00	752
05/02/2007 16:00	05/02/2007 22:15	1032
20/03/2007 16:00	20/03/2007 20:00	627
15/04/2007 19:00	15/04/2007 20:00	68
18/04/2007 15:00	18/04/2007 21:00	6549
16/01/2008 12:00	16/01/2008 17:00	360
31/01/2008 12:00	31/01/2008 13:00	1345
27/03/2008 13:00	27/03/2008 17:30	121
01/04/2008 14:00	01/04/2008 15:45	282
13/04/2008 08:00	13/04/2008 14:30	6343
02/01/2009 15:00	02/01/2009 17:00	598,25
27/01/2009 13:15	27/01/2009 21:45	2756,75
22/05/2009 10:00	22/05/2009 14:30	1447
21/07/2009 08:00	21/07/2009 18:30	1509
22/09/2009 14:00	22/09/2009 17:00	2782
16/01/2010 12:00	16/01/2010 19:00	1392
15/03/2010 12:00	15/03/2010 14:30	2069
09/06/2010 17:00	09/06/2010 23:00	4342,5
07/12/2010 15:30	07/12/2010 19:30	1413,16667
04/02/2011 12:40	04/02/2011 23:10	6315,33333
25/10/2011 16:00	25/10/2011 22:30	71,75
28/10/2011 15:45	28/10/2011 19:45	599,583333
22/11/2011 15:20	22/11/2011 23:30	889,666667
29/12/2011 17:00	29/12/2011 03:30	662
26/01/2012 07:00	26/01/2012 09:15	1185,25
15/03/2012 16:15	15/03/2012 19:10	20,75
16/03/2012 13:00	16/03/2013 18:30	9005,33333
26/03/2013 18:20	21/06/2012 22:50	8448,33333
08/04/2012 18:00	08/04/2012 22:45	9012,83333
19/04/2013 06:50	19/04/2013 13:40	1518,16667
21/06/2013 13:00	21/06/2013 19:00	1846,5
06/09/2013 11:30	06/19/2013 16:10	329,5
20/09/2013 05:00	20/09/2013 11:50	1260,08333
01/10/2013 05:00	01/10/2013 11:00	1349
11/11/2013 17:05	11/11/2013 18:20	352,916667
26/11/2013 10:00	26/11/2013 18:00	409,083333



13/12/2013 11:05	13/12/2013 14:35	628,083333
08/01/2014 15:10	08/01/2014 16:40	334,833333
22/01/2014 14:00	22/01/2014 20:30	219,833333
31/01/2014 17:50	31/01/2014 19:05	2171,16667
02/05/2014 05:00	02/05/2014 13:30	1495
03/07/2014 12:00	03/07/2014 17:00	5762,33333
28/02/2015 14:20	28/02/2015 17:35	1903,91667
18/05/2015 22:15	18/05/2015 23:30	3379,08333
06/10/2015 17:20	04/01/2015 21:50	829,666667
10/11/2015 07:00	10/11/2015 08:30	1329,5
04/01/2016 16:30	04/01/2016 17:45	-

**Tableau III.4 : Les temps de bon fonctionnement.**

Parmi les lois utilisées pour la mesure de la fiabilité on choisit la loi de Weibull, c'est un modèle mathématique particulièrement bien adapté à l'étude statistiques des défaillances, il couvre le cas où le taux de défaillance est variable, la loi de Weibull, loi classique de vieillissement et usure.

### III.3.6 Application du modèle Weibull

- 1) On classe par ordre croissant les temps de bon fonctionnement.
- 2) On calcule la fonction de répartition cumulée :

$n = 64 > 20$  dans ce cas on utilise la méthode des **Rangs moyens**, la fonction de répartition cumulée est égale :

$$F(t_i) = \sum \frac{n_i}{N+1}$$

$$F(t_i) = \sum \frac{n_i}{N+1} \times 100$$

[13]

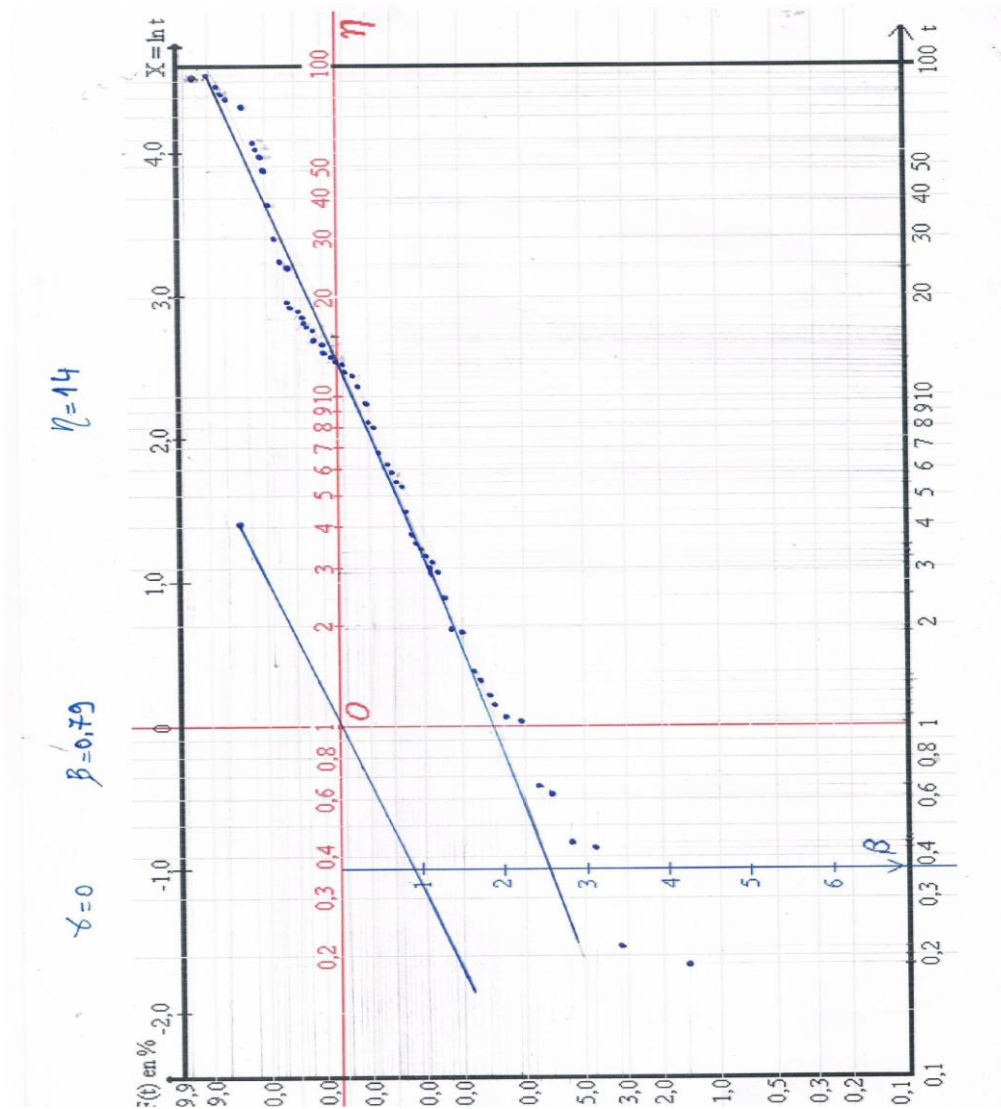


Figure III.4 : Graphe du modèle de Weibull sur lepapier Allan Plait.

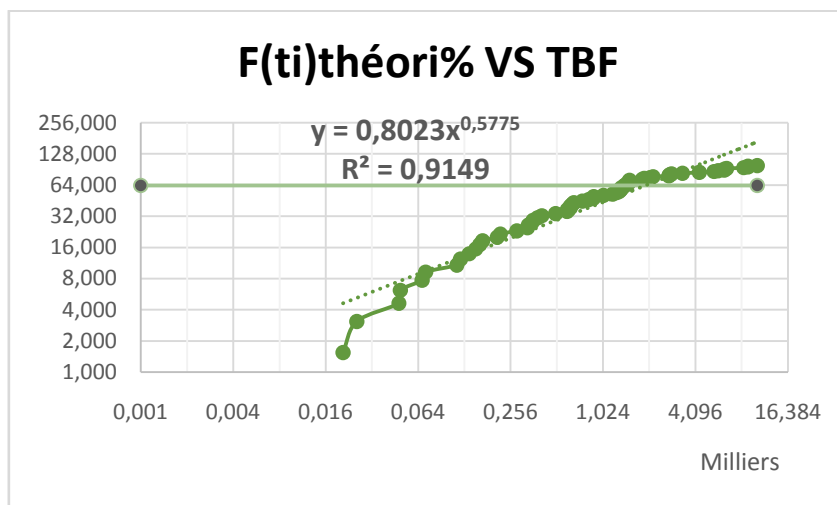


Figure III.5 : Graphe du modèle de Weibull sur Excel.

a) Classement de TBF et calcul de F (ti)

N°	TBFi Croissant	TBF pour Papier Weibull	n	$\sum ni$	$F(t) = \frac{\sum ni}{n+1}$	% F (ti)
1	20,75	0,189	1	1	0,015	1,538
2	25,5	0,232	1	2	0,031	3,077
3	48	0,436	1	3	0,046	4,615
4	49	0,445	1	4	0,062	6,154
5	68	0,618	1	5	0,077	7,692
6	71,75	0,652	1	6	0,092	9,231
7	114,5	1,041	1	7	0,108	10,769
8	121	1,100	1	8	0,123	12,308
9	137,5	1,250	1	9	0,138	13,846
10	152	1,382	1	10	0,154	15,385
11	161	1,464	1	11	0,169	16,923
12	168,33333	1,530	1	12	0,185	18,462
13	209,5	1,905	1	13	0,200	20,000
14	219,83333	1,998	1	14	0,215	21,538
15	282	2,564	1	15	0,231	23,077
16	329,5	2,995	1	16	0,246	24,615
17	334,83333	3,044	1	17	0,262	26,154
18	352,91667	3,208	1	18	0,277	27,692
19	360	3,273	1	19	0,292	29,231
20	385	3,500	1	20	0,308	30,769
21	409,08333	3,719	1	21	0,323	32,308
22	503,5	4,577	1	22	0,338	33,846
23	598,25	5,439	1	23	0,354	35,385
24	599,58333	5,451	1	24	0,369	36,923
25	627	5,700	1	25	0,385	38,462
26	628,08333	5,710	1	26	0,400	40,000
27	646	5,837	1	27	0,415	41,538
28	662	6,018	1	28	0,431	43,077
29	752	6,836	1	29	0,446	44,615
30	829,66667	7,542	1	30	0,462	46,154
31	889,66667	8,088	1	31	0,477	47,692
32	890	8,091	1	32	0,492	49,231
33	1032	9,832	1	33	0,508	50,769
34	1185,25	10,775	1	34	0,523	52,308
35	1260,08333	11,455	1	35	0,538	53,846
36	1301,5	11,832	1	36	0,554	55,385
37	1329,5	12,086	1	37	0,569	56,923
38	1345	12,227	1	38	0,585	58,462
39	1349	12,264	1	39	0,600	60,000
40	1392	12,655	1	40	0,615	61,538

41	1413,1667	12,847	1	41	0,631	63,077
42	1447	13,155	1	42	0,646	64,615
43	1495	13,591	1	43	0,662	66,154
44	1509	13,718	1	44	0,677	67,692
45	1518,1667	13,802	1	45	0,692	69,231
46	1527,5	13,886	1	46	0,708	70,769
47	1846,5	16,786	1	47	0,723	72,308
48	1903,9167	17,308	1	48	0,738	73,846
49	2069	18,809	1	49	0,754	75,385
50	2171,1667	19,738	1	50	0,769	76,923
51	2756,75	25,061	1	51	0,785	78,462
52	2782	25,291	1	52	0,800	80,000
53	2862,1667	26,020	1	53	0,815	81,538
54	3379,0833	30,719	1	54	0,831	83,077
55	4342,5	39,477	1	55	0,846	84,615
56	5422	49,291	1	56	0,862	86,154
57	5762,3333	52,385	1	57	0,877	87,692
58	6315,3333	57,412	1	58	0,892	89,231
59	6343	57,664	1	59	0,908	90,769
60	6549	59,536	1	60	0,923	92,308
61	8448,3333	76,803	1	61	0,938	93,846
62	9005,3333	81,867	1	62	0,954	95,385
63	9012,8333	81,935	1	63	0,969	96,923
64	10373,5	94,305	1	64	0,985	98,462

Tableau III.5 : cumules des TBF et calcul de la fonction de répartition.

**b) Détermination des paramètres de Weibull**

Equation de la courbe F (ti) théorique en %	$y = 0,8023 x^{0,5775}$
Paramètre d'échelle	1922,62
Paramètre de forme	0,79
Paramètre de position	0
A	0,8023
B	0,5775
Moyenne des temps de bon fonctionnement MTBF	109,013095

Tableau III.6 : Valeurs et résultats des paramètres de Weibull.

**III.3.7 Calcul de R(t), F(t), f(t), λ(t) : « t = MTBF = 1908 »**

✓ La fiabilité :

[14]

$$R(t) = e^{-\left[\frac{(t-\gamma)}{\eta}\right]^\beta} \quad R(1534) = e^{-\left[\frac{(1534-0)}{1033,62}\right]^{0,79}} = 37\%$$

Nous avons 37 de chances sur 100 pour que le tour automatique survive de là de 1534 mn.

❖ **Courbe de la fiabilité :**

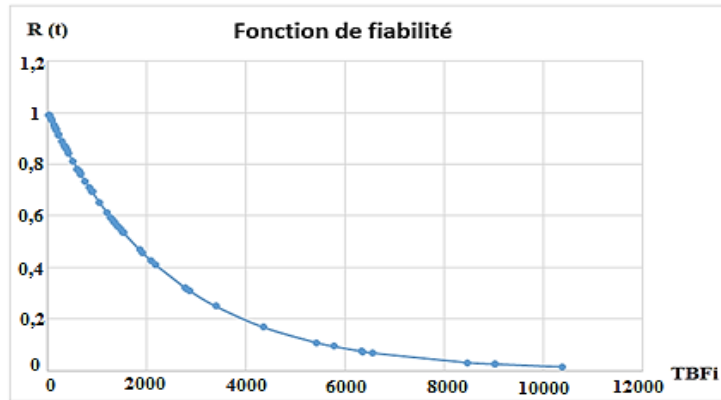


Figure III.6 : Courbe de la fiabilité.

**Commentaire :**

D’après la courbe, nous remarquons que la fiabilité de l’équipement diminue avec la progression du temps, et cette dégradation est plus ou moins rapide surtout entre 4000 et 10000 H.

✓ **La fonction de répartition:[15]**

$$F(t) = 1 - e^{-\left[\frac{(t-\gamma)}{\eta}\right]^\beta} \quad F(1534) = 1 - e^{-\left[\frac{(1534-0)}{1033,62}\right]^{0,79}} = 63\%$$

Nous avons 63 de chance sur 100 pour que le tour vertical tombe en panne entre 0 et 1534mn.

❖ **Courbe de la fonction de répartition :**

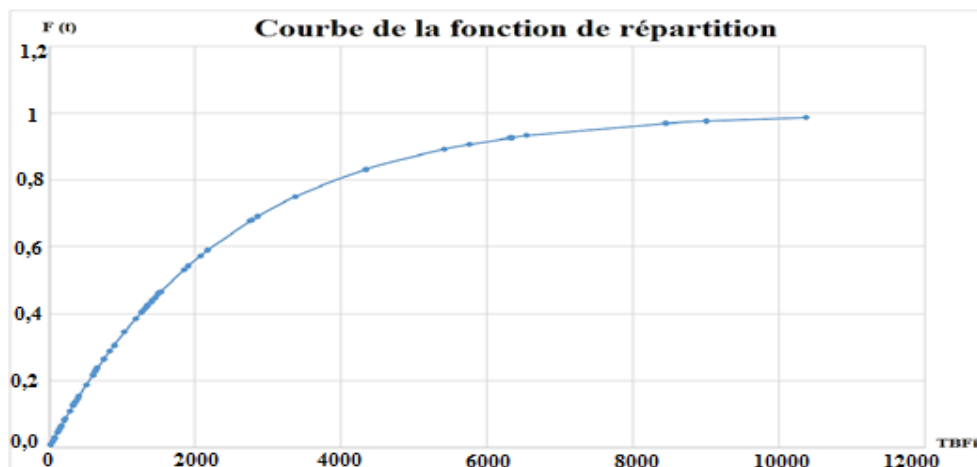


Figure III.7 : Courbe de la fonction de répartition.

**Commentaire :**

La fonction de répartition est le complément de la fonction de la fiabilité, d’après la courbe, on voit que la répartition des défaillances s’élève avec le temps, cela veut dire qu’il est très

probable d'avoir une ou des avaries si le temps d'utilisation augmente, donc il faut prévoir une méthode propre pour éviter les défaillances estimées et par conséquent l'amélioration de la fiabilité.

✓ **Taux de défaillance** :[16]

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot \frac{1}{f(\text{MTBF})} \rightarrow 0,0411\%$$

Nous avons 0,0411 de la chance sur 100 pour que le tour automatique ne tomber en panne à 1534 mn.

❖ **Courbe de la densité de probabilité** :

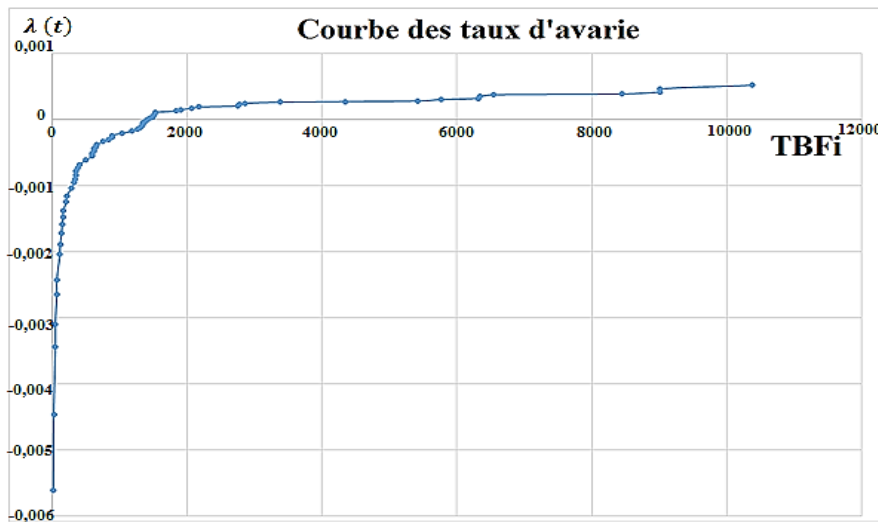


Figure III.8 : Courbe des taux d'avarie.

Commentaire :

En comparant la courbe en baignoire avec les résultats obtenus dans notre application, on constate que le taux de défaillance croît avec le temps ( $\beta < 1$ ) ceci correspond à la fin de la période de jeunesse et l'entrée à la phase de maturité, (voir courbe en baignoire), c'est là qu'il faut préparer à intervenir préventivement.

✓ **Densité de probabilité de défaillance** :[17]

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{(t-\gamma)^\beta}{\eta^\beta}\right]} \cdot \frac{1}{f(\text{MTBF})} \rightarrow 0,0152\%$$

Nous avons 0,0152 de chances sur 100 pour que le tour automatique tombe en panne juste à  $t = 1534$  mn.

❖ **Courbe de la densité de probabilité** :

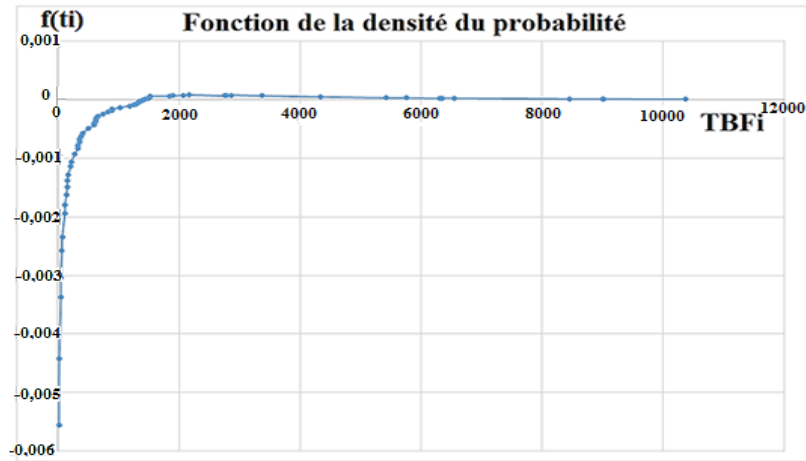


Figure III.9 : Courbe de la densité de probabilité.

Commentaire :

L'intérêt de la fonction  $f(t)$  étant de voir l'allure de la distribution des défaillances enregistrés. C'est la forte probabilité d'avoir une avarie autour de la MTBF.

On peut ajouter aussi comme courbe :

❖ Courbe de répartition des défaillances en fonction de la fiabilité :

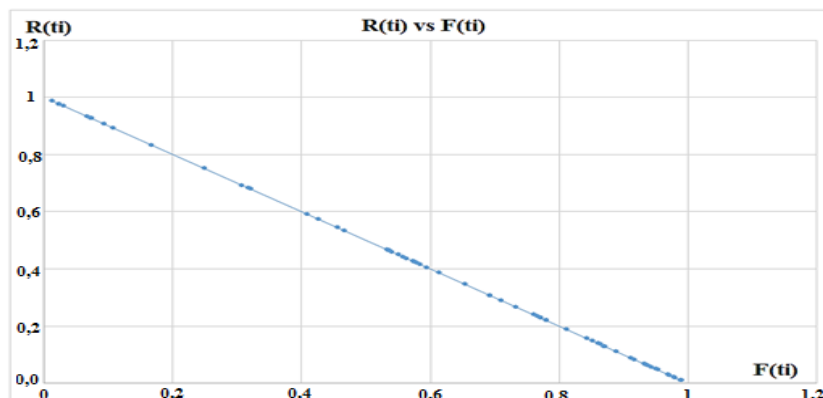


Figure III.10 : Courbe de répartition des défaillances en fonction de la fiabilité.

Commentaire :

De cette courbe, on peut dire que avec la croissance de la probabilité de défaillance  $y$ 'en a toujours une décroissance au niveau de la fiabilité.

### III.4 Test de Kolmogorov-smirnov

Pour valider une loi de fiabilité il est primordial de tester les hypothèses afin de savoir si on accepte ou en rejette le modèle proposé, le test de Kolmogorov Smirnov s'adapte mieux, dans ce cas, ce dernier apporte une information supplémentaire en ce qui concerne l'adéquation des fréquences cumulées étudiées au modèle de Weibull.

#### III.4.1 Vérification du modèle choisi par le test de Kolmogorov-smirnov

On se fixe un seuil de confiance  $\alpha = 1\%$  (0,01) dépendant de la politique exigée.



Il s'agit de calculer l'écart entre la fonction théorique  $F_r(t_i)$  ou  $F_t(t_i)$  et la fonction réelle  $F(t_i)$  et de prendre le maximum de leur différence en valeur absolue :

$$D_{n \max} = |F_t(t_i) - F_r(t_i)| / [18]$$

N°	TBF	ni	ni cumulé	F (ti) théorique	F (ti) réelle	Dni
1	20,75	1	1	0,015384615	0,00848988	0,00689473
2	25,5	1	2	0,030769231	0,01042319	0,02034604
3	48	1	3	0,046153846	0,01952986	0,02662399
4	49	1	4	0,061538462	0,01993265	0,04160581
5	68	1	5	0,076923077	0,0275543	0,04936878
6	71,75	1	6	0,092307692	0,02905155	0,06325614
7	114,5	1	7	0,107692308	0,04595819	0,06173412
8	121	1	8	0,123076923	0,04850287	0,07457405
9	137,5	1	9	0,138461538	0,05493203	0,08352951
10	152	1	10	0,153846154	0,06054602	0,09330014
11	161	1	11	0,169230769	0,06401377	0,105217
12	168,33333	1	12	0,184615385	0,06682989	0,1177855
13	209,5	1	13	0,2	0,08248197	0,11751803
14	219,83333	1	14	0,215384615	0,08636944	0,12901517
15	282	1	15	0,230769231	0,1094118	0,12135743
16	329,5	1	16	0,246153846	0,12662544	0,1195284
17	334,83333	1	17	0,261538462	0,12853731	0,13300115
18	352,91667	1	18	0,276923077	0,13498862	0,14193445
19	360	1	19	0,292307692	0,1375026	0,15480509
20	385	1	20	0,307692308	0,1463172	0,1613751
21	409,08333	1	21	0,323076923	0,1547234	0,16835352
22	503,5	1	22	0,338461538	0,18688844	0,1515731
23	598,25	1	23	0,353846154	0,21793663	0,13590952
24	599,58333	1	24	0,369230769	0,21836498	0,15086579
25	627	1	25	0,384615385	0,22712103	0,15749436
26	628,08333	1	26	0,4	0,22746499	0,17253501
27	646	1	27	0,415384615	0,23313145	0,18225317
28	662	1	28	0,430769231	0,23815658	0,19261265
29	752	1	29	0,446153846	0,26581557	0,18033827
30	829,66667	1	30	0,461538462	0,28887572	0,17266274
31	889,66667	1	31	0,476923077	0,30619333	0,17072975
32	890	1	32	0,492307692	0,30628835	0,18601935
33	1032	1	33	0,507692308	0,34560645	0,16208586
34	1185,25	1	34	0,523076923	0,38554305	0,13753387
35	1260,0833	1	35	0,538461538	0,40414936	0,13431218
36	1301,5	1	36	0,553846154	0,41420376	0,13964239
37	1329,5	1	37	0,569230769	0,4209048	0,14832597
38	1345	1	38	0,584615385	0,42458129	0,16003409
39	1349	1	39	0,6	0,42552627	0,17447373

40	1392	1	40	0,615384615	0,43558727	0,17979735
41	1413,1667	1	41	0,630769231	0,44047487	0,19029436
42	1447	1	42	0,646153846	0,44819959	0,19795426
43	1495	1	43	0,661538462	0,45897617	0,20256229
44	1509	1	44	0,676923077	0,46207951	0,21484356
45	1518,1667	1	45	0,692307692	0,46410181	0,22820588
46	1527,5	1	46	0,707692308	0,46615307	0,24153924
47	1846,5	1	47	0,723076923	0,53173573	0,19134119
48	1903,9167	1	48	0,738461538	0,5426539	0,19580764
49	2069	1	49	0,753846154	0,57264798	0,18119818
50	2171,1667	1	50	0,769230769	0,59021688	0,17901389
51	2756,75	1	51	0,784615385	0,6778513	0,10676408
52	2782	1	52	0,8	0,68117637	0,11882363
53	2862,1667	1	53	0,815384615	0,69150742	0,12387719
54	3379,0833	1	54	0,830769231	0,75054016	0,08022907
55	4342,5	1	55	0,846153846	0,83208929	0,01406455
56	5422	1	56	0,861538462	0,89224412	0,03070565
57	5762,3333	1	57	0,876923077	0,90630675	0,02938367
58	6315,3333	1	58	0,892307692	0,9253508	0,03304311
59	6343	1	59	0,907692308	0,92619462	0,01850231
60	6549	1	60	0,923076923	0,93218478	0,00910785
61	8448,3333	1	61	0,938461538	0,96892651	0,03046497
62	9005,3333	1	62	0,953846154	0,97528315	0,021437
63	9012,8333	1	63	0,969230769	0,9753592	0,00612844
64	10373,5	1	64	0,984615385	0,98591221	0,00129682

Tableau III.7 : Test d'adéquation du modèle.

Détermination de la valeur absolue :  $\alpha$  : niveau significatif

Pour un nombre de panne = 64 (notre cas), le paramètre  $\alpha$  choisie est de 1% (selon la loi de Kolmogorov-Smirnov).

La fréquence maximum  $Dn_{max} = 0,24153924$  et selon le tableau de K-S avec  $n = 64$  et  $\alpha = 0,01$  on a  $Dn_{\alpha} = 0,17$ .

Donc :  $Dn_{max} > Dn_{\alpha}$

Ou :  $0,2415 > 0,20375$

Donc le modèle de Weibull est inacceptable.

On peut dire que R (t) est inacceptable au seuil 1% avec t exprimé en heure.

### III.5 Détermination de la production et calculs des cames

#### III.5.1 Détermination de la production d'un tour automatique pour une pièce donnée

Pour passer à la connaissance de la production il faut d'abord et essentiellement de déterminer dans l'ordre suivant :

1. La vitesse de coupe
2. Le nombre de tours de la broche
3. La décomposition des opérations à effectuer
4. Les courses respectives de chaque outil
5. Les avances à donner aux outils
6. Le nombre de tours de broche pour chaque opération
7. Les temps improductifs
8. Les temps productifs
9. Les temps improductifs passés en accélération
10. La progression des opérations

Bien s'assurer avant d'entreprendre une étude, si l'on se trouve en possession de tous les renseignements relatifs à la pièce à exécuter, contrôle des côtes, tolérance, matière, résistance de la matière, etc.

### 1. Vitesse de coupe

La vitesse de coupe est égale à la circonférence de la barre à usiner multipliée par le nombre de tours de la broche, exprimée en mètre par minute.

Elle dépend de la nature de la matière à usiner.

La choisir dans le tableau III.8.

### 2. Nombre de tours de la broche

Le nombre de tours de la broche dépend du diamètre de la barre et de la vitesse de coupe choisie ; il est égal à la vitesse de coupe divisée par la circonférence de la barre.

Voir tableau III.9.

$$N_b = \frac{V_c}{\pi * D} [19]$$

### 3. Opérations à effectuer

Le régleur de tours automatique doit déterminer la suite des opérations à effectuer ; le problème de l'exécution d'une pièce peut comporter plusieurs solutions.

Son expérience le guidera dans son choix.

Certaines opérations peuvent être faites en plongée ou en chariotage, simultanément ou successivement.

Tout dépendra de la conception de la pièce et des outils dont on dispose.

La question de précision intervient également.

De cette étude dépendra la plus ou moins grande production de la machine pour une pièce donnée.

On portera dans la colonne (2) de la feuille spécialement établie pour le calcul des cames, les opérations retenues pour le calcul ; les opérations qui peuvent être faites en même temps seront portées dans la colonne (3), elles n'intéressent pas pour le calcul de la production, seules les plus longues retenues, portées dans la colonne (2), seront à considérer.

Dans notre tour automatique tous les outils latéraux étant indépendants peuvent travailler simultanément ; toutefois il est à recommander de ne pas utiliser l'outil (4) en même temps que les outils (3) et (5), outils avant et arrière supérieurs.

Les outils en bout peuvent s'avancer successivement à tout moment.

L'expérience entrera donc pour une bonne part dans l'analyse des opérations à effectuer ; nous donnons pour guider le régleur, quelques exemples de pièces exécutées sur notre tour modèle C80.

Les différentes opérations retenues pour le calcul seront numérotées colonne (1)

#### 4. Les courses respectives de chaque outil

Les courses des outils de chaque opération dépendent des dimensions de la pièce à exécuter ; elles sont portées pour chaque opération de travail, dans les colonnes (2) ou (3) de la feuille de calcul des cames.

#### 5. Les avances à donner aux outils

Les avances à donner aux outils dépendent de la matière à usiner et de la précision demandée ; ici également l'expérience entrera en jeu pour une grande part.

Imposée par la section de copeau enlevé par l'outil, elles dépendent également du profil de coupe et de la forme et qualité des outils employées.

On choisira de faibles avances lorsque l'on désirera obtenir une grande précision et un fini parfait ; par contre, pour un travail ordinaire sans précision, on choisira de plus fortes avances : voir tableau 3.

Elles sont à porter respectivement dans les colonnes (2) ou (3) de la feuille de calcul de cames.

#### 6. Nombre de tours de broche pour chaque opération

Le nombre de tours de broche pour chaque opération est déterminé en divisant la course de l'outil par l'avance choisie :  $N = \frac{C}{A} [20]$

Pour le taraudage différentiel, multiplier le nombre de filets par trois pour le laiton et par cinq pour l'acier et ajouter le nombre de filets du taraudage.

Lorsque la broche du taraudeur n'est pas freinée par le détaraudage et que ce dernier est produit par différence de vitesses, le rapport de recul de la broche du taraudeur est de trois tours pour le laiton et de cinq pour l'acier ; multiplier également par une de ces valeurs le nombre de filets et les additionner aux tours nécessaires pour le taraudage.

Le nombre de tours de broche de chaque opération seront portés dans la colonne (8) de la feuille de calcul des cames.

### 7. Les temps improductifs

Ce sont les temps pendant lesquels ont lieu de desserrage de la barre, la butée, le ravitaillement, le serrage de la barre, ainsi que les approches et reculs d'outils.

Ils ont déterminés en degrés et portés dans la colonne (5) de la feuille de calcul des cames.

Pour les déterminer, on doit consulter la feuille spéciale concernant notre modèle du tour sur lequel la pièce sera exécutée.

### 8. Les temps productifs

Par temps productifs, il faut entendre les temps pendant lesquels ont lieu des opérations de travail, par exemple : chariotage, fonçage, filetage, perçage, alésage, moletage, tronçonnage, etc...

Le nombre de tours de broche pour chaque opération productive étant déterminé, il faut ensuite convertir en degrés et les porter sur la feuille, colonne (6).

Les opérations productives simultanées, portées en colonne (3) ne sont pas à considérer.

L'addition des chiffres de la colonne (8) donnera le nombre de tours productifs de la broche.

Le total des degrés productifs s'obtient en soustrayant de  $360^\circ$  les degrés improductifs.

Par une règle de trois on obtiendra le nombre de degrés de chaque opération retenue pour le calcul, à porter dans la colonne (6) comme déjà dit ;

### 9. Les temps improductifs passés en accélération

Certains des temps improductifs peuvent être passés en vitesse accélérée, afin d'éviter des pertes de temps, ce qui a pour résultat une augmentation sensible de la production.

Généralement l'arbre à cames marche en vitesse accélérée pendant le desserrage, le ravitaillement et le serrage.

On a intérêt également quelques fois à faire tourner l'arbre à cames en vitesse accélérée pour des approches et reculs d'outils et principalement pour les changements de position des outils des appareils en bout :

Perceur-taraudeur, perceur à trois positions, etc...

C'est au régleur à juger s'il y a intérêt à donner à l'arbre à cames une vitesse accélérée, c'est-à-dire si le gain de temps est appréciable, les degrés improductifs passés en accélération seront portés dans la colonne (4) de la feuille de calcul des cames ; bien entendu ils figureront également dans la colonne (5) comportant le détail des degrés improductifs.

### 10. La progression des opérations

On portera dans la colonne (7) de la feuille de calcul des cames, le départ en degrés de chaque opération, ces indications étant nécessaires pour le tracé des cames.

### III.5.2 Calcul de la production

Tous les renseignements étant portés sur la feuille de calcul établie spécialement, comme indiqué dans ce qui précède, la production peut être déterminée comme suit :

Il faut d'abord déterminer le nombre de tours productifs en marche lente, colonne (8) puis les tours de broche correspondant aux degrés improductifs à marche lente, soit :  
 Nombre de tours colonne (8) multiplié par, (les degrés productifs colonne (6) + les degrés productifs à marche lente colonne (5)), divisés par les degrés de colonne (6).

Nombre total de tous à marche lente :

$$\frac{Tb*(degrés\ productifs + degrés\ improductifs\ marche\ lente)}{degrés\ productifs} \quad [21]$$

En divisant le nombre de tours de broche adopté par le total du nombre de tours productifs et improductifs à marche lente nécessaires pour exécuter une pièce, on obtiendra la production par minute, ou en 60 secondes .

En divisant 60 secondes par la production en 60 secondes, on obtiendra le temps nécessaire pour exécuter une pièce en secondes S1.

A cette valeur il faut ajouter le temps en secondes nécessaire pour les temps improductifs passés en accélération, ce temps est obtenu comme suit :

$$\frac{Tours\ par\ minute\ de\ l'accélération * 360°}{60\ secondes} = \text{degrés par seconde} [22]$$

Les tours par minute de l'accélération sont constants pour notre modèle de tour, voir la feuille spéciale donnant ces renseignements.

En divisant le total de la colonne (5), c'est-à-dire les degrés accélération par le nombre de degrés par seconde, on obtient le temps passé en accélération en secondes S2.

En additionnant S1 et S2 on obtient le temps total S passé en secondes pour l'exécution d'une pièce.

En divisant 60 secondes par S, on obtient la production théorique par minute.

La production théorique horaire sera obtenue en multipliant cette production par 60 minutes.

La production pratique sera 15 à 20% inférieure, généralement 20% ; on peut donc multiplier par 0,8 la production théorique pour obtenir la production pratique.

Pour la mise en marche du tour, il est nécessaire de connaître le nombre de tours que doit faire l'arbre à cames, sans tenir compte de l'accélération ; on peut l'obtenir comme suit :

$$\frac{Total\ colonne\ (8) * 360°}{Total\ colonne\ (6)} = T3 [23]$$

$$\frac{Nombre\ de\ tours\ de\ broche}{T3} = Production\ par\ minutes\ sans\ accélération [24]$$



Recherche sur la plaque indicatrice des vitesses de l'arbre à cames le nombre de plus approché de cette valeur, de préférence le nombre inférieur, les engrenages correspondants à ce nombre seront montés sur la boîte de production de la machine.

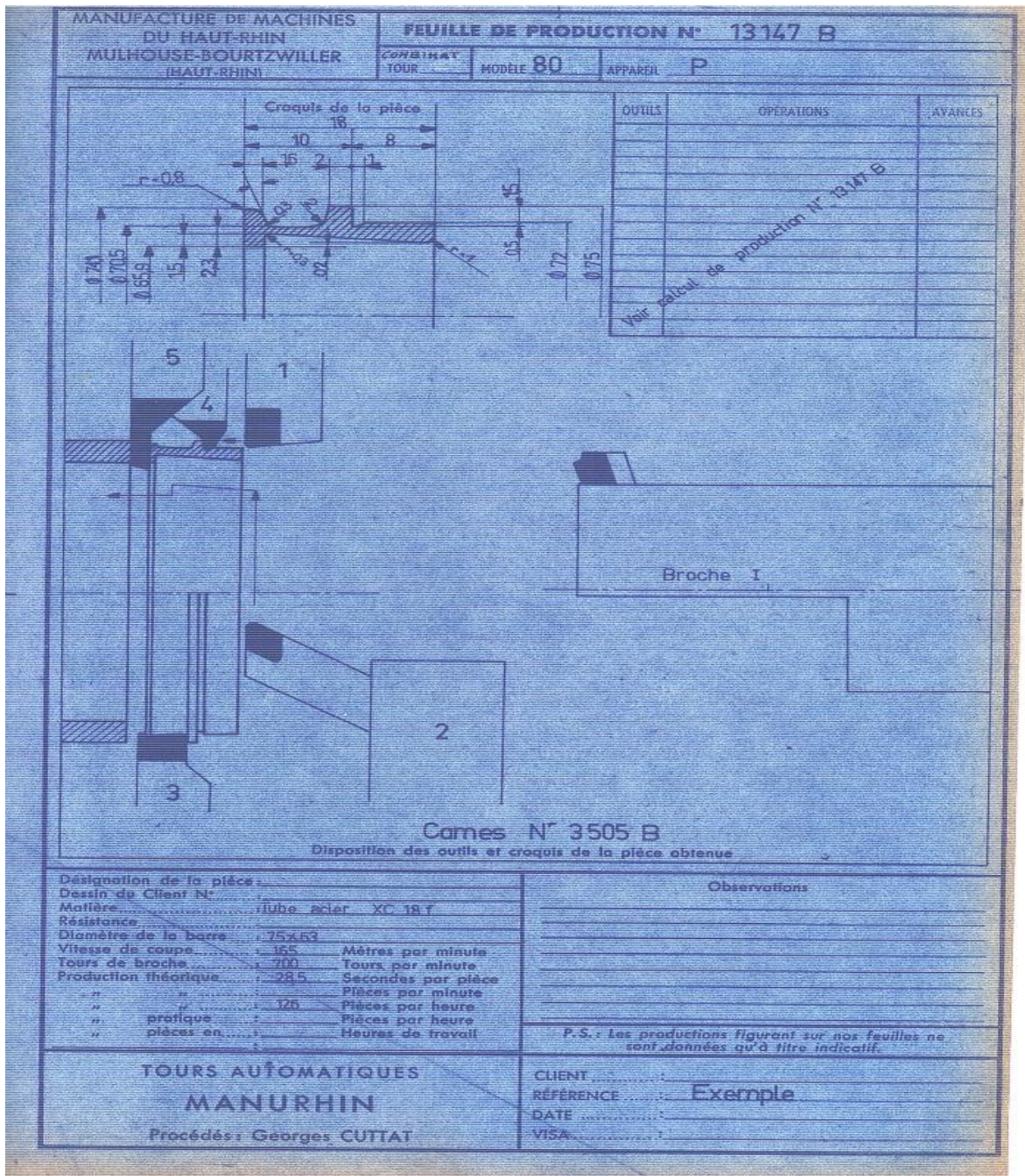
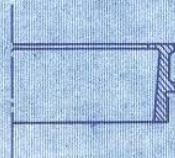


Figure III.11 : Feuille de production (1).



### CALCUL DE PRODUCTION TOURS PF

PRODUIT DE LA PIÈCE OBTENUE



MATÉRIEL : Tube acier XC 18 f

RÉSISTANCE : 165 Kg

ÉPAISSEUR DE LA BARRE : Tube 75 x 63

ÉPESSEUR DE COUPE : 165 M/min

TOURS DE BROCHE : 700 Tr/min

PRODUCTION THÉORIQUE : 126 PIÈCES/HEURE

TEMPS THÉOR. POUR 1 PIÈCE : 285 secondes

ORDRE DES OPERATIONS  
RETENUES POUR LE  
CALCUL DES TEMPS

NUMÉROTAGE

Ravallissement

Approche outils

Broche I Mise à longueur et rayon  
21008 = 75

Racul broche

Avance outil 2

Outil 2 Chartréage cône

17 : 0087 = 195

Racul 15mm et arrêt 5°

Chartréage Ø 65,9

23 : 01 = 23 = 18°

Racul transversal Ø 8mm<sup>3</sup>

Sortie pièce 52mm = 18°

Racul transversal 20°

Outil 5 Coupe

5 : 008 = 55

27 : 0135 = 20

Racul outil Desserrage

DEGRÉS	IMPRODUCTIFS		DEGRÉS	IMPRODUCTIFS		NOMBRE DE TOURS
	DEGRÉS	PROGRESSION		DEGRÉS	PROGRESSION	
35	0	36	67	172 - 189	80	
15	36	51	42	194 - 216	50	
21	51	72	46	240 - 286	55	
25	72	91				
25	97	122				
162	122	284	42	194 - 216	50	
	284	289				
	289	308				
	308	311				
	311	329				
	329	349				
12	348	0				
113	247	295				

DEGRÉS DE BROCHE : 247 = 0,835

36 = 32 secondes

PRODUIT : 700 = 2,37 min

295

2. Acrotéle = 285 sec

20. Prati : 126 x 0,8 = 100,8 min

295 x 295 = 470

247

1. Valeur du tableau : 1017

8. s = 82. f = 18

OPERATIONS FAITES  
SIMULTANÉMENT

Outil 1 Chartréage Ø 72

8 : 01 = 80

Outil 3 Plongée forme

275 : 005 = 55

Outil 4 Plongée gorge

25 : 005 = 50

DEGRÉS DES NOMBRES DE TOURS

FAIT A : DATE

CLIENT : Exemple

N° DE LA PIÈCE

MODÈLE : PF 80

TYPE : P

AMES N° 3505 B

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10

FILE N° 13.147 B

TOURS AUTOMATIQUES

MANURHIN

PRODES G. CUTTAT

Figure III.12 : Feuille de production (2).

Opérations	Acier	Acier	Acier	Acier dur	Laiton	Aluminium
------------	-------	-------	-------	-----------	--------	-----------



	extra-doux	doux 35-50 Kg	mi-dur 60-70 Kg	80-90 Kg		
Chariotage	80 à 100 tr/min	50 à 60 tr/min	40 à 45 tr/min	20 à 35 tr/min	150 tr/min	150 tr/min
Fonçage au profil	80 à 100 tr/min	50 à 60 tr/min	40 à 45 tr/min	20 à 35 tr/min	150 tr/min	150 tr/min
Perçage et alésage	40 à 60 tr/min	35 à 45 tr/min	20 à 35 tr/min	15 à 25 tr/min	120 tr/min	120 tr/min
Tronçonnage	40 à 60 tr/min	35 à 45 tr/min	20 à 35 tr/min	15 à 25 tr/min	120 tr/min	120 tr/min
Taraudage	40 à 30 tr/min	10 à 15 tr/min	6 à 12 tr/min	5 à 9 tr/min	60 tr/min	60 tr/min

**Tableau III.8 : Vitesses de coupe en fonction des opérations à effectuer.**

Vitesse de Coupe (tr/min)	Diamètre de barre (mm)							
	4	6	8	10	12	14	16	18
9	716	477	358	287	238	205	179	159
15	1195	795	597	478	397	342	298	265
25	1990	1325	995	797	663	568	497	442
30	2390	1590	1195	955	795	685	595	530
35	2790	1855	1390	1110	925	797	695	618
45	3585	2385	1790	1435	1190	1025	895	795
60	4780	3180	2385	1910	1590	1370	1195	1060
80	6375	4240	3180	2545	2115	1820	1590	1415
100	7960	5300	3980	3185	2655	2275	1990	1765
120	9560	6360	4770	3815	3180	2730	2385	2120
150	11950	7950	5970	4780	3980	3410	2985	2650

**Tableau III 9 : Vitesses de coupe en fonction du diamètre de la barre.**

Suites du tableau III.9

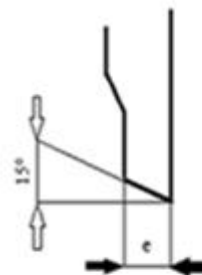
Vitesse de Coupe (tr/min)	Diamètre de barre (mm)							
	20	22	24	26	28	30	32	35
9	143	130	119	110	102	96	90	82
15	239	217	198	184	171	159	149	136
25	398	362	332	307	284	266	248	227
30	478	435	397	368	342	318	298	273
35	555	508	462	430	398	370	347	318
45	718	652	595	552	512	478	447	409
60	955	870	795	736	685	637	598	546
80	1270	1160	1055	980	910	848	795	727
100	1590	1450	1325	1225	1135	1060	995	910
120	1910	1740	1590	1470	1365	1270	1190	1090
150	2390	2175	1990	1835	1705	1590	1490	1365

Vitesse de Coupe (tr/min)	Diamètre de barre (mm)							
	38	40	42	45	48	50	52	58
9	76	71	68	64	60	57	55	49
15	126	120	114	106	99	95	92	82
25	210	199	189	177	166	159	153	137
30	252	239	228	212	198	190	184	165
35	294	277	266	247	231	223	215	193
45	378	395	342	318	297	285	276	247
60	504	478	456	424	396	380	368	330
80	672	635	608	565	527	508	490	440
100	840	796	758	708	660	635	612	550
120	1010	955	912	848	795	760	735	660
150	1260	1195	1135	1062	995	950	918	825

Chapitre III		Etude de la fiabilité et calculs propres à la				
Opérations	Acier extra-doux	Acier doux	Acier mi-dur	Acier dur	Laiton	Aluminium
Chariotage	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,20	0,05/0,15	0,10/0,40	0,10/0,40
Fraise creuse	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,20	0,05/0,15	0,10/0,40	0,10/0,40
Fonçage au profil	0,01/0,06	0,01/0,05	0,01/0,04	0,01/0,03	0,02/0,08	0,02/0,08
Tronçonnage	0,03/0,08	0,02/0,07	0,02/0,06	0,01/0,05	0,05/0,10	0,05/0,10
Pointage	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,20	0,04/0,15	0,10/0,40	0,10/0,40
Perçage	0,10/0,30	0,08/0,25	0,06/0,20	0,04/0,15	0,10/0,40	0,10/0,40
Alésage	0,20/0,60	0,15/0,50	0,10/0,40	0,05/0,30	0,20/0,80	0,20/0,80
Un tour de taraudage = 5 tours de broche				Un tour de taraudage = (5) 3 tours de broche		

**Tableau III.10 : Les avances admises.**

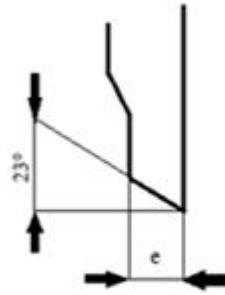
Diamètre	Epaisseur	Diamètre	Epaisseur
1	0,7	31	4,1
2	0,8	32	4,2
3	0,9	33	4,3
4	1	34	4,4
5	1,2	35	4,5
6	1,4	36	4,6
7	1,6	37	4,7
8	1,8	38	4,8
9	1,9	39	4,9
10	2	40	5
11	2,1	41	5,1
12	2,2	42	5,2
13	2,3	43	5,3
14	2,4	44	5,4
15	2,5	45	5,5
16	2,6	46	5,6
17	2,7	47	5,7
18	2,8	48	5,8
19	2,9	49	5,9
20	3	50	6
21	3,1	51	6,1
22	3,2	52	6,2
23	3,3	53	6,3
24	3,4	54	6,4
25	3,5	55	6,5
26	3,6	56	6,6
27	3,7	57	6,7
28	3,8	58	6,8
29	3,9	59	6,9
30	4	60	7



**Figure III.13:**

Dessin explicatif du degré de la coupe de l'outil pour une épaisseur bien déterminée (1).

**Tableau III.12 : Diamètres et épaisseurs  
des barres à usinées (1).**



**Figure III.14:**

**Dessin explicatif du degré de la coupe de  
l'outil pour une épaisseur bien déterminée (2).**

Matières : Cuivre, Laiton,  
Aluminium

Diamètre	Epaisseur	Diamètre	Epaisseur
----------	-----------	----------	-----------

Matières : Acier, Nickel, Bronze

1	0,6	31	3,6
2	0,7	32	3,7
3	0,8	33	3,8
4	0,9	34	3,9
5	1	35	4
6	1,1	36	4,1
7	1,2	37	4,2
8	1,3	38	4,3
9	1,4	39	4,4
10	1,5	40	4,5
11	1,6	41	4,6
12	1,7	42	4,7
13	1,8	43	4,8
14	1,9	44	4,9
15	2	45	5
16	2,1	46	5,1
17	2,2	47	5,2
18	2,3	48	5,3
19	2,4	49	5,4
20	2,5	50	5,5
21	2,6	51	5,6
22	2,7	52	5,7
23	2,8	53	5,8
24	2,9	54	5,9
25	3	55	6
26	3,1	56	6,1
27	3,2	57	6,2
28	3,3	58	6,3
29	3,4	59	6,4
30	3,5	60	6,5

Tableau III.12 : Diamètres et épaisseurs des barres à usinées (2).

III.5.3 Calcule des cames

Quelques exemples montrent la notion de réglage des cames avant chaque opération d'usinage.

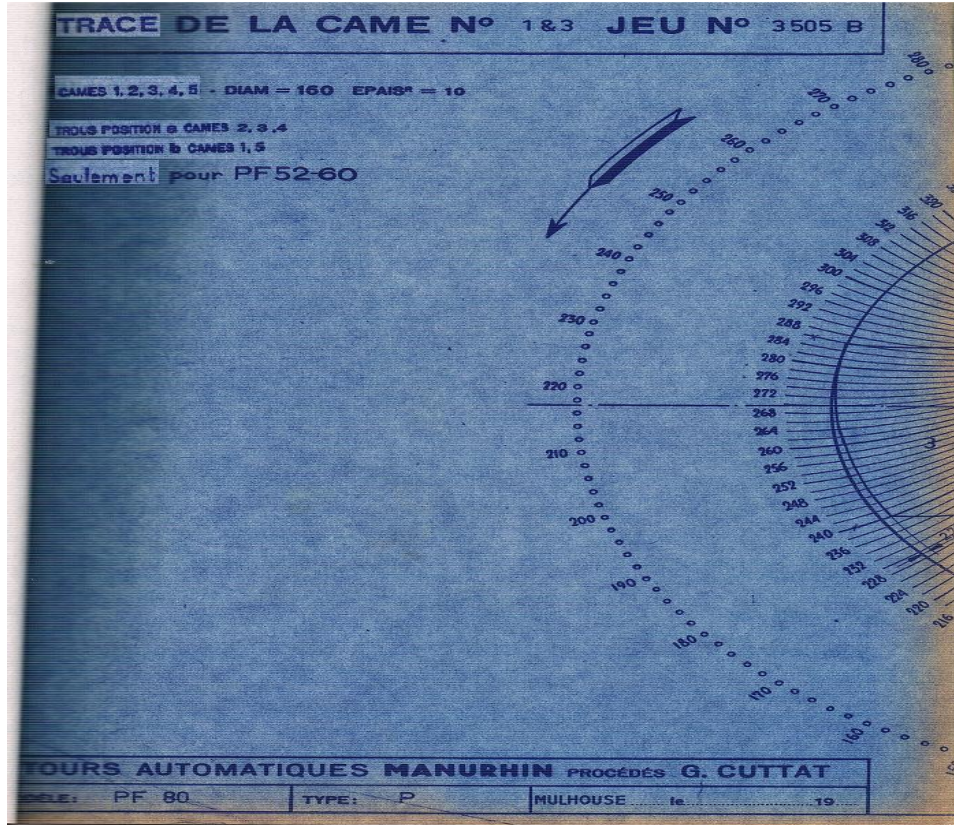


Figure III.15 : Trace de la came n° 1 et 3.

En réglant les positions des cames désignées en fonction des degrés d'usinage de chaque came.

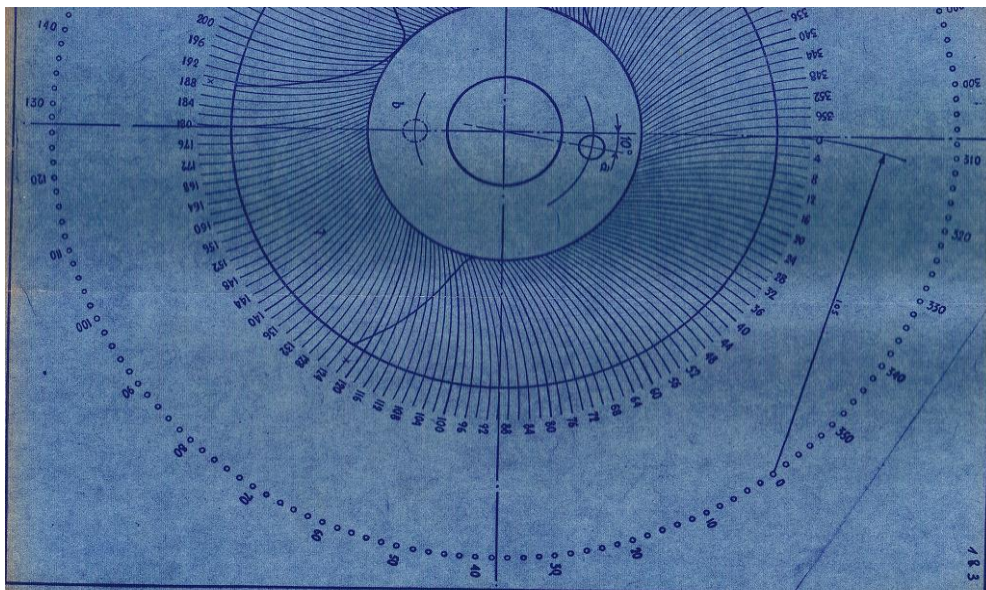
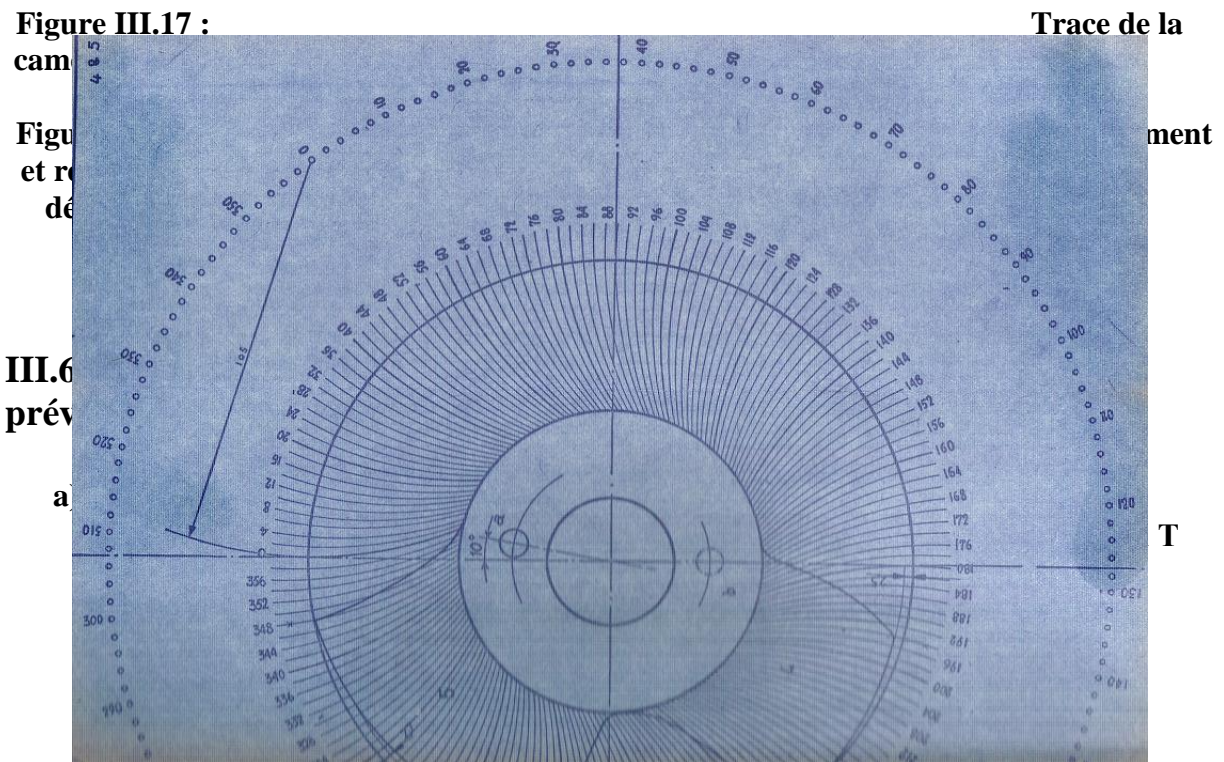




Figure III.16 : Positionnement et réglage des cames désignées.





$$T = Bn \cdot Bu \cdot By \cdot Bm \cdot 26280 [25]$$

Tel que :

$Bn$  : Coefficient tenant compte du caractère de la production ( $Bn = 1,5$  pour notre machine).

$Bu$  : Coefficient tenant compte de la nature des matériaux ( $Bu = 0,7$ ).

$By$  : Coefficient tenant compte des conditions d'exploitation ( $By = 1$ ).

$Bm$  : Coefficient tenant compte des conditions de travail ( $Bm = 1$ ).

26280 : la durée probable prise en compte de 3 ans d'entretien.

Application numérique

$$T = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 26280 = 27594 \text{ heures}$$

**b) Calcul du temps entre petite révision**

Pour calculer la valeur de  $t$  on utilise la formule suivante :

$$t = \frac{T}{X_p + Y_p + 1} [26]$$

Tel que :

$X_p$  : Quantité de révisions moyennes dans le cycle.

$Y_p$  : Quantité des petites révisions dans un cycle.

Pour avoir la valeur de  $X_p$  et  $Y_p$ , il est indispensable de consulter le tableau suivant :

Industrie		G	M	P	I
Lourde	GIPIPIPIG	1	1	2	4
Automobile	GIPIPIPIPIPIPIPIG	1	2	6	9
Machine-outil	GIPIPIPIPIPIPIPIPIPIPIG	1	2	9	12
Outillage	GIPIPIPIPIPIPIG				

**Tableau III.13 : Interventions aux industries.**

Comme notre sujet d'étude est une machine outils donc :

$$X_p = 2, Y_p = 9$$

Application numérique

$$t = \frac{27594}{2 + 9 + 1} = 2299 \text{ heures et 5 minutes}$$

**c) Calcul de temps entre les inspections**

$$t_0 = \frac{T}{X_p + Y_p + Z_p} [27]$$

Tel que :

$Z_p$  = Quantité d'inspections dans un cycle.

D'après le tableau III.13,  $Z_p = 12$ .

Application numérique

$$t_0 = \frac{27594}{(2 + 9 + 12 + 1)} = 1150 \text{ heures et } 15 \text{ minutes}$$

### III.7 Comparaison du fonctionnement et de la performance de la nouvelle technologie des tours

En fin de compte, le consommateur de tout produit ou service (y compris le tour multibroches), dans les grandes lignes, cherche un produit ou un service qui est de haute qualité et a un prix concurrentiel, avec le but, surtout, de contribuer à l'amélioration substantielle des processus de fabrication.

Les avantages des **TOURS AUTOMATIQUES CNC** proviennent de plusieurs fronts :

- Il économise de l'espace.
- Il permet d'économiser de l'électricité.
- Un opérateur peut prendre plus de 4 tours automatiques, de sorte que le coût du personnel est réduit au minimum.
- Des tolérances étroites sont obtenues et la qualité du produit final est élevée.
- Des progrès importants ont été réalisés dans la réduction des temps de préparation de la machine (set up), se rapprochant, de plus en plus, à les machines mono broche, donnant ainsi à la machine une grande flexibilité, flexibilité jamais obtenue auparavant dans les vieilles machines avec cames.
- Le coût par pièce obtenue en tours automatiques CNC est le plus bas, surtout quand des volumes milieu/ hautes sont donnés.

Ces avantages ne sont pas tout à fait vrais pour les vieux **TOURS AUTOMATIQUES** avec cames, qui avait nécessairement besoin de personnel expérimenté pour gérer les tours multi broches à came et les changements de pièce dans la machine, en monopolisant tout le temps disponible sur un quart de travail et faisant l'effort dans la solution d'usinage moins efficace.

En bref, on produit avec une qualité haute et des coûts réduits. Ces coûts réduits, nous permettent d'être économiquement plus rentable et d'offrir des ressources pour améliorer d'autres aspects importants de la société en tant que la qualité des produits, l'image de marque et les réseaux de distribution, ou plus important encore, obtenir des commandes grâce à la disponibilité de plusieurs tours automatiques multibroches obtenues avec des investissements raisonnables.

En fin, s'il y a quelque chose qui caractérise le monde des **TOURS AUTOMATIQUES** et de la machine-outil qui l'emporte plus que dans la plupart des secteurs est la confiance dans la marque/ produit.

La raison est évidente, les investissements dans le secteur des machines-outils sont généralement importante, et les décisions doivent être prises en pesant plusieurs facteurs, y compris les variables économiques- statistiques mais aussi de type stratégique, pour entrer dans la "roue" innovation - amélioration des processus et des produits, augmentation des ventes".

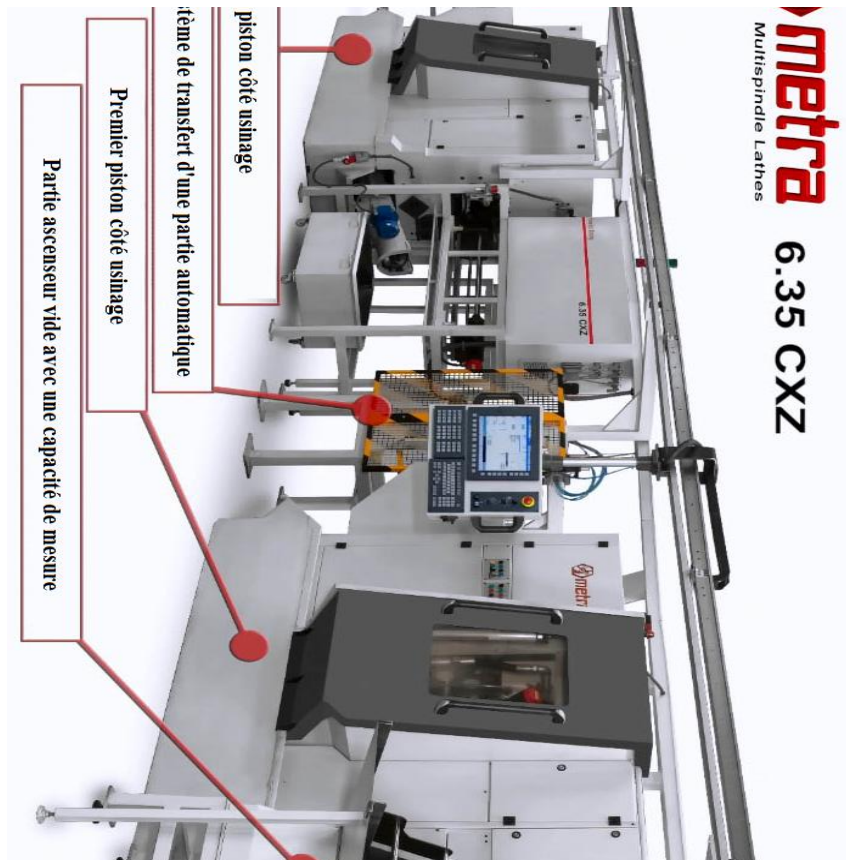


Figure III.19 : La nouvelle génération des tours automatiques Metra.

### III.8 Conclusion :

D'après l'étude dans ce chapitre, nous avons réalisé une analyse fiabiliste afin de connaître les types des pannes engendrent la machine, et de deviner la fiabilité et leurs paramètres en appliquant des lois spécifiques de l'étude fiabiliste.

Ainsi nous avons collecté des informations sur la production des barres (calcul de la production, réglage des cames) et sur le processus de la productivité dans l'entreprise, pour but d'améliorer le comportement des manipulations de la machine avant de commencer de produire directement.

On a calculé aussi les cycles et les temps de réalisation d'entretien de notre machine, pour mieux adapter avec les pannes probables, et de réaliser des inspections en temps pour améliorer la fiabilité du machine ciblée.

A la fin, le renouvellement d'une nouvelle machine peut être fait par l'entreprise «FERROVIAL », en vue de l'évolution des investissements dans ce secteur de production.

## IV.1 introduction

L'entretien est l'ensemble des actions qui garantissent le bon fonctionnement et la durée de vie de la machine.

Le but de ce chapitre est de réaliser une gamme d'entretien au tour de type « C80 » Cette gamme permet de réduire les pertes de production ainsi que la conservation des pièces d'usure qui s'usent rapidement.

## IV.2 Proposition primaires

Vue les problèmes existants dans la partie précédente on propose :

### 1- L'élaboration d'une gamme d'entretien

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.

L'application de la gamme d'entretien préventif en respectant les périodicités des travaux permet d'assurer le bon fonctionnement du matériel on plus ou moins d'éliminer la probabilité des avaries subites (arrêts imprévus), et de respecter les consignes normalisées de changement des pièces défectueuses en temps, avant d'influencer sur l'ensemble des autres pièces bonnes.

### 2- Le recrutement du personnel de maintenance et manipulateurs de machines qualifiés

Le nombre actuel de personnel de la maintenance est loin d'atteindre le taux normal indiqués par « Afnor » qui devrait être de 8 jusqu'à 12% du personnel total.

Pour mener bien les fonctions de la maintenance il faut assurer la disponibilité du personnel Qualifié qui ayant une bonne connaissance du matériel ainsi qu'une expérience pratique, et sa correspond avec les manipulateurs de machines, qu'ils ont la responsabilité totale de la qualité des pièces fabriquées.

### 3- La disponibilité des pièces de rechange et la fabrication normalisée de ces pièces

Les pièces de rechange sont très indispensables dans la maintenance, c'est pourquoi elles sont D'une grande importance et il est nécessaire qu'elles soient disponibles le plus possible lors du besoin.

Si y'en a pas des PDR dans les magasins de l'entreprise, en peut mener à bien une fabrication normalisée avec grande précision, tel que les pignons, pour réagir directement au besoin de la machine dans le cas d'arrêt engendré par une pièce défectueuse.

### 4- La disponibilité du matériel d'entretien

Chaque travail nécessite la disponibilité d'outillage nécessaire.

Pour mener les travaux de maintenance dans des conditions favorables, il faut avoir les moyens matériels nécessaires suivant le niveau du travail à effectuer, afin de ne pas gaspiller le temps de réparation et de réaliser des montages ou remontage idéale de tout l'ensemble.

Exemple

**a** - Moyens logistiques tel que les locaux (atelier de maintenance), moyens de levage et manutention, l'ensemble des ressources permettant le fonctionnement du système mis en place.

**b** - Appareils de mesure (banc d'essai-contrôle...etc.), ainsi que de réglage et accessoires divers...etc.

**c** - Ensemble des moyens facilitant le montage ou le remontage d'une pièce (arrache roulements, ou d'un coffret de montage roulement...etc.).

### **IV.3 Gamme d'entretien du tour « C80»**

#### **IV.3.1 Système de graissage de la machine**

La COMBIMAT-80- est équipés par un :

##### **a) Graissage centralisé automatique**

Ce dispositif a pour but d'assurer un graissage régulier et précis de différents organes de la machine.

Une pompe et un certain nombre de distributeurs assurent un dosage d'huile approprié à chaque mouvement.

Un graissage est effectué toutes les deux heures de marche effective de la machine.

##### **b) Mise en route de la machine**

1) Vérification du niveau d'huile du réservoir placé sous la pompe :

###### **Contenance du réservoir : 2 litres**

2) Mettre la machine sous tension.

3) Pendant 5 fois, 30 secondes environ et avec des intervalles d'une minute, il faut actionner manuellement la pompe de graissage par l'intermédiaire du bouton situé à droite, sur le boîtier électrique de la pompe de graissage.

4) Vérification que pendant chacune des 5 opérations, la pression du manomètre oscille entre 12 et 15 bars.



Remarque

Après chaque arrêt de la machine excédant 3 jours, ou lors d'un démontage d'un organe du dispositif, il est nécessaire de procéder aux opérations citées sous 1-2-3 et 4.

Afin d'éviter une consommation d'huile trop importante, il est conseillé de couper le sectionneur général « Armoire » à chaque arrêt prolongé de la machine.

**c) Contrôle du dispositif de graissage :**

En dévissant le couvercle de l'appareil, l'interrupteur est situé sous le bouchon de remplissage du réservoir de la pompe.

Si la languette de l'interrupteur est dans l'encoche de la came de commande, la pompe doit être en service et la pression du manomètre doit osciller entre 12 et 15 bars.

Pour chaque organe à graisser les distributeurs sont étalonnés.

Il n'est pas conseillé de les changer ni de les dérégler.

**5) Graissage Générale « COMBIMAT » :**

Organes	Broche de poupée (Graisse) 250 gr toutes les 800 heures	Graissage centralisé Automatique (environ 2L)	Vis sans fin (env. 0,5 L) Boîte de vitesses de la broche (env.8 L)	Boîte de vitesse Arbre à cames (env. 2,5 L)
Viscosité ENGLER		5,33 E à 50° C	8 à 12 E à 50° C	3,95 E à 50° C
ANTAR		MISOLA BH	PEBRON HPN 10 Ou EPONA Z 10	MISOLA AAH
ELF			REDUCTELF 88	POLYTELTS 28
CASTROL		ALPHA 217	ALPHA 417	HYSPIN AWS 46
COFRANC		COFRALINE EXTRA 205 S	MECANEP 112	COFRALINE EXTRA 204 S
ESSO		TERESSO 52	PEN 0 LED EP 2	TERESSO 47
HOUGHTON		STAP 310	STAP 340	

LABO		PRIMA 60	GUEROL 8	PRIMA 45
MOBIL OIL		VACTRA n°2	D.T.E Extra Heavy	A.T.F 200 Y
TOTAL		AZOLLA 40	Carter EP 100	Carter EP 100
SHELL		TONNA 33	MACOMA R 69	VITREA 29
MOTUL		SAF Drive C Ou SUPRACO n° 70	SAFCO Gear 18 P Ou SUPRACO n° MP L15	SAF Drive B
SKF	Graisse 63 A			

**Tableau IV.1 : Tableau des huiles et graisses.**

Important

- Avant tout arrêt prolongé, il y a lieu de faire un graissage soigneux des paliers de broches pour faire évacuer les éventuelles infiltrations de liquide d'arrosage.

Afin d'assurer à notre machine une garantie de bon fonctionnement, il est nécessaire de suivre les instructions suivantes :

- Broche de poupée

Il faut graisser les roulements exclusivement avec la graisse SKF 63 A.

Fréquence : Une fois par mois

Impérativement toutes les 800 heures

Boîte de vitesses : « Broche poupée »

Huile : à 8 à 12 E à 50°C

Niveau : à 1cm au-dessus du barboteur

Fréquence : contrôle hebdomadaire et vidange après 6 mois.

Boîte de vitesses : « Arbre à cames »

Huile : 3,95 E à 50°C

Niveau : à ras de l'ouverture de couvercle

Fréquence : contrôle hebdomadaire et vidange après 6 mois.

- Vis sans fin

Huile : à 8 à 12 E à 50°C

Niveau : moitié voyant

Fréquence : contrôle journalier, compléter chaque semaine, vidange mini 1 x an

- Bobinet de serrage

Graisse SKF 63 A

Niveau : remplissage

Fréquence : Impérativement toutes les 800 heures

- Galets et chiens de serrage

Avec la pompe à main

Huile : 5,33 E 50°C avec burette

Fréquence : Journallement

### IV.3.2 Interventions

Nous avons réalisé un plan de maintenance préventive pour le tour automatique MANHURIN C80, qui est présenté comme suit :

	Plan de maintenance préventive	Machine : Tour automatique C80								Observations
Operations	Exécutant	Fréquence								
		Instructions					Heures			
		P	J	H	Q	M	1500	3000	6000	
Soufflage des moteurs	Electricien							X		
Contrôler l'isolement du moteur de la broche	Electricien							X		2 mégohms
Contrôler la tension de la courroie de la boîte de vitesse	Mécanicien					X				
Graissage et vidange de la broche et le vis sans fin de la boîte de vitesse	Mécanicien						X			Viscosité ENGLER 8 à 12 E à 50° C

Vérification de l'état des circuits électrique, contacts, borniers, et fils	Electricien							X		
Vérification des fins de course	Electricien							X	X	
Contrôler l'alignement de la machine	Mécanicien							X		
Préventif graissage	Mécanicien			X						
Contrôler la pression d'huile	Mécanicien			X						P = 40 bars
Vidange de la broche de poupée	Mécanicien							X		MISOLA BH
Contrôle du niveau par la vis sans fin (1L)	Mécanicien						X			
Procédé au nettoyage du logement de la douille de serrage, le ressort, l'écrou du nez de broche	2 Mécanicien							X		
Nettoyage et soufflage des armoires électrique	Electricien			X						
Calibrage des fusibles et de relais de protection	Mécanicien						X			
Contrôler les sécurités	Electricien								X	
Contrôler le niveau du liquide d'arrosage, appoint si nécessaire	Opérateur		X							
Graissage	Mécanicien							X		
P = poste – J = jour – H = hebdomadaire - Q = quinzaine – M = mensuel										

**Tableau IV.2 : Plan proposé pour la maintenance préventive de la machine C80.**

Maintenance productive -instructions-		
Machine : Tour automatique C 80		
Consignes de sécurité :		
Opérations à réaliser	A réaliser chaque :	Mode opératoire –moyens-
Contrôler le niveau du liquide d’arrosage, appoint si nécessaire	Jour	Huile de coupe + eau
Procédé au nettoyage du logement de la douille de serrage, le ressort, l’écrou du nez de broche	Hebdo	Dispositifs de nettoyages

**Tableau IV.3 : Instructions proposé pour la maintenance productive de la machine C80.**

On peut appliquer ce modèle sur notre machine d’une durée de 4 semaines du mois de Mars.

Tour automatique C 80	Maintenance productive																											
	-Suivi mensuel-																											
	Sem. n° : 1							Sem. n° : 2							Sem. n° : 3							Sem. n° : 4						
Opérations à réaliser	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Contrôler le niveau du liquide d’arrosage, appoint si nécessaire		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Procédé au nettoyage du logement de la douille de serrage, le ressort, l’écrou du nez de broche		x							x							x							x					

**Tableau IV.4 : Suivi mensuel proposé pour la machine C80.**

Feuille de visite de la maintenance		Machine : tour automatique C80	
Intervenant : Mécanicien	Périodicité : Hebdo	Moyen de mesure	Valeur de référence ou plage de réglage
Points à contrôler	Objet du contrôle		
Réservoir du groupe hydraulique	Contrôler le niveau, faire appoint si nécessaire (PEBRON HPN 10)		Entre mini et maxi
Circuit hydraulique	Contrôler la pression d'huile	Manomètre	40 bars
Courroies entraînent la broche	Contrôler l'état et la tension		

**Tableau IV.5 : Feuille de visite proposé à la machine C80.**

Gamme de maintenance préventive N°1	Machine : tour automatique C80		
Opération à réaliser à l'arrêt	Intervenant : mécanicien		
Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures et pièces de rechange
Graissage avec burette, les galets et les chiens de serrage (4L) d'huile Tisca 44	0,50 h	Pompe à graisse	Viscosité ENGLER 8 à 12 E à 50° C
Remplacer la cartouche du filtre du retour circuit hydraulique	0,50 h		Cartouche FDCR 3.20
Vidanger le bac de décantation, nettoyer soigneusement	2 h	Pompe mobile	110 L d'huile de coupe + eau

**Tableau IV.6 : Gamme de maintenance 1 proposé à la machine C80.**

Gamme de maintenance préventive N°2	Machine : tour automatique C80			
Opération à réaliser à l'arrêt	Intervenant : mécanicien + électricien			
Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures et pièces de rechange	Observations
Nettoyer le moteur de la broche	0,50 h			
Contrôler l'isolement du moteur de la broche	1h	ohmmètre		Mini = 2 mégohms
Contrôler l'état et l'usure des balais des moteurs à courant continu	8h			Remplacer si la longueur restante = 10 mm
Vérification des chiens de serrage				

qui doivent prendre appui régulièrement sur le tube	1,50 h			
Contrôler l'état des flexibles hydrauliques	0,25 h			
Vidanger le réservoir du groupe hydraulique	1,50 h	Pompe mobile	MISOLA BH	Nettoyer la crépine d'aspiration
Remplacer la cartouche du reniflard du réservoir centrale hydraulique	0,25 h		REDUCTELF 88	
Contrôler la fin de course de sécurité	3 h			Son réglage à 0,6 mm

**Tableau IV.7 : Gamme de maintenance 2 proposé à la machine C80.**

#### IV.4 Solutions proposées

Les gammes d'entretien préventive des machines outil sont différentes d'un atelier à l'autre, pour cette raison le domaine de la maintenance préventive riche par des idées de rénovations des systèmes d'entretien, mais toutes ces rénovations pour un seule but si l'amélioration de production et la maximisation de profit.

Pour éviter les coïncidences pannes nous sommes respectés les conditions spéciales pour notre machine et pour conservons la : (long durée de vie de l'outil de production), nous proposons les démarches suivantes pour la 1<sup>er</sup> partie spécifique sur l'état de le tour automatique C80 (Dans la partie A de la courbe ABC) la plus pénalisante :

- ✓ De respecter la durée de vie des roulements proposée par le constructeur, et au cours du démontage il faut utiliser un arrache roulement pour ne pas influencer sur des différentes organes reliant.



**Figure IV.1 : Photos d'un exemple des roulements. Figure IV.2 : Arrache roulements.**



- ✓ De partager le temps de fonctionnement de la machine d'une manière de diminuer les efforts qui se concentre sur l'arbre de la broche.



**Figure IV.3 : Arbre de la broche du tour C80.**

- ✓ De réaliser un traitement thermique normalisé sur les pignons en prés en compte de la matière et la température du procès.



**Figure IV.4 : Pignon au cours du traitement thermique.**

Dans la deuxième partie, on a proposé comme amélioration l'ajout d'un ravitailleur automatique des barres, qui peut porter jusqu'à 10 barres, et on à ajouter un distributeur automatique pneumatique qui en fin de l'usinage d'une barre, il commande le ravitailleur d'ajouter un autre barre après l'ouverture du coquille.



**Figure IV.5 : Place de la barre dans l'embarreur AES.**

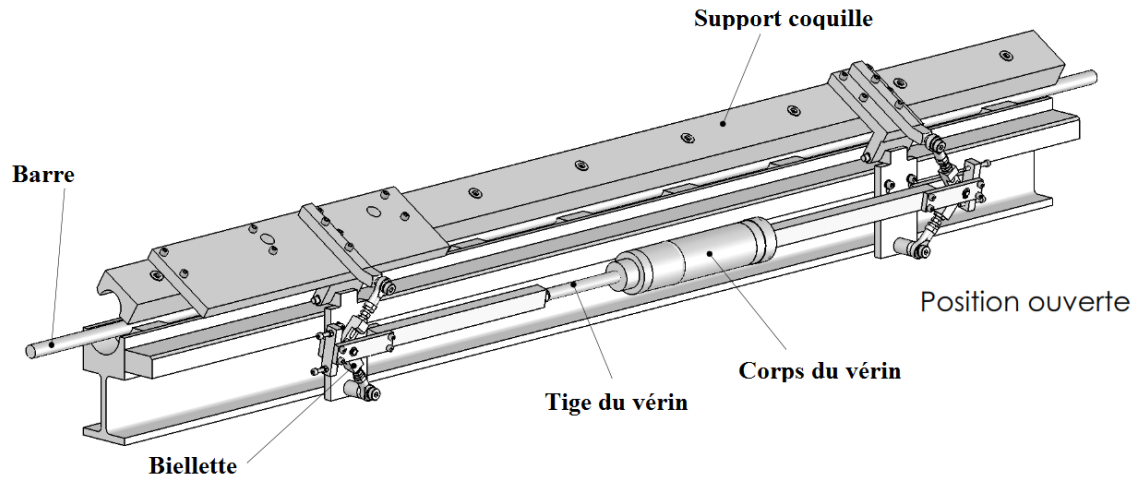


Figure IV.6 : Représentation 3D de la partie supérieure de l'embarreur (Solid Works).

### - Présentation du ravitailleur ajoutée

Comme son nom l'indique, le ravitailleur automatique permet d'alimenter en barre un tour d'usinage.

La partie ajoutée permet de maintenir les barres alignées avec le tour lors de l'usinage, il peut comporter plusieurs barres arrivant même à 10 barres.

#### 1) Fonctionnement :

Le système s'ouvre pour l'alimentation d'une barre.

Pour cela, en alimentant une chambre du vérin, la pression fait non seulement sortir mais la tige du vérin déplace également dans le sens opposé du corps de celui-ci (le vérin n'étant pas fixé au bâti).



Ces deux mouvements créent la rotation du support coquille par l'intermédiaire **Figure IV.7 : Ravitailleur proposé pour l'étude.**

Des biellettes.

On va ajouter un vérin pneumatique dans le concept, afin d'activer le système automatique, qui en relation directe avec le distributeur pneumatique 3/2 type fin de course à poussoir ressort qu'on va l'ajouter aussi.

#### 2) Caractéristiques Energétiques :

- Vérin pneumatique :
- $\varnothing$  du piston : 54 mm
- $\varnothing$  de la tige : 16 mm
- Course du vérin : 160 mm
- Pression dans le vérin : 630 bars



Figure IV.8 : modèle du Vérin pneumatique désiré.

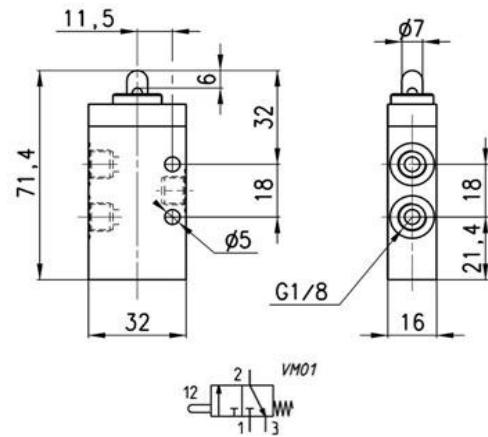


Figure IV.9 : modèle du distributeur pneumatique Figure IV.10 : Dessin du distributeur 3/2 Type fin de course à poussoir ressort désiré.

### 1) Descriptif :

Le distributeur 3/2 de la série 3 est de type Normalement Fermé au repos quand la pression est sur l'entrée 1 et, devient de type Normalement Ouvert au repos quand la pression est sur l'échappement 3 ; La sortie étant en 2 dans les deux cas.

Le distributeur peut être alimenté par de l'air filtré, sans lubrification ; en cas d'utilisation avec air lubrifié, il est conseillé d'utiliser de l'huile ISO VG32 et de ne jamais interrompre la lubrification.

### 2) Caractéristiques :

Construction	<b>Tiroir</b>
Fonction	<b>3/2</b>
Matériaux	<b>Corps aluminium, clapet laiton (OT58), tiroir inox, joints NBR</b>
Raccordement	<b>1/8"</b>
Actionnement	<b>Plongeur (rappel ressort mécanique)</b>
T° de fonctionnement	<b>0 à +60°C</b>
T° du fluide	<b>0 à +50°C</b>
Pression de service	<b>-0,9 à 10 bar</b>
Débit	<b>700 NI/min</b>
Force d'actionnement	<b>35N</b>

Prix : **22.46 €**

### a) Frontière de l'étude

L'étude portera uniquement sur le système automatique de distribution des barres, et l'ouverture et la fermeture auto des coquilles de guidage.

### **b) Nécessité de l'étude**

En utilisant le schéma pneumatique de l'embarreur à l'aide de la documentation technique on peut accéder à l'endroit idéale ou poser notre vérin pneumatique, afin qu'il nous aide à commander les pinces de serrage, d'une manière autonome d'ouvrir ou fermer, et de choisir aussi l'emplacement spéciale du distributeur pneumatique du type fin de course, on aura donc un système parfait en montage.

### **IV.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté quelques propositions primaires qui viennent après une première vision de l'équipement et leur état de fonctionnement actuel, sa nous à aider à chercher dans les documentations techniques de la machine afin de réaliser une étude de la politique de maintenance utilisé dans l'atelier.

Prés en compte des critères de propreté imposé par le constructeur et négliger par les mainteniciens, nous avons donc sortir avec des plans de préventions et des gammes de maintenance qu'on a proposé, afin d'améliorer le comportement apparent de la machine est donc sa productivité.

Nous avons aussi proposé, des solutions après une étude bien déterminée, réaliser dans le précédent chapitre (étude fiabiliste), ces propositions sont la clé de la réussite productique si on va les respectés.

A la fin, on a proposé un système d'alimentation des barres (ravitailleur) afin d'aider la production des barres à se lever, en augmentant la capacité de production et en diminuant les temps d'arrêts, et donc on aural'évolution des demandes clientèles dans le cahier de charge.

# Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous avons abordé de réaliser une étude fiabiliste sur le tour « COMBIMAT 80 », cet étude assure de vérifier ac que notre équipement est capable de réaliser les fonctions pour lequel il a été créé ou non, à l'aide de l'historique des pannes propres à la machine récoltées, et avec les utilisations des modèles fiabiliste bien déterminé.

Et avec une analyse du processus du type de production réaliser par la machine globalement, on a prés une décision de donner une touche améliorative sur la structure de l'embarreur AES, d'une manière de rétablir une production parfaite et ergonomique, en évitant tous les pertes en temps d'arrêt, et donc de perfectionner la productivité en un changement bien déterminé.

Généralement, après tout ce qu'on a après sur le tour C80 et sur le déroulement de sa productivité, (cycle d'entretien, calcule de production, gammes de maintenance proposées...), on peut dire que la maintenance est un service essentielle et plus important pour chaque entreprise, qui cherche à fournir une production maximale, la compétition entre les entreprises actuellement nous a imposées un soin intensifs pour ce secteur pour arrivons à notre objectives désirés.

Lorsque nous parlons de la maintenance préventive nous projetons de l'entretien préventive par ce que la maintenance préventive simplement si l'organisation de service d'entretien préventive, si pour ça nous avons réalisé une politique de maintenance préventive, afin de respecter cette notion.

Après l'achèvement de ce travail, nous avons conclu que la maintenance, n'est pas que la réparation, et que la maintenance n'est pas forcément un bon homme à combinaison tachés de graisse, mais tout une fonction compliquées qui nécessite une organisation parfaite et une connaissance de la machine-outil.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1- Khalif.R. cour de FMD.2014
- 2- Maintenance préventive dans les ateliers d'usinage (guide) par les publications CETIM.
- 3- Maintenance industrielle 5<sup>ème</sup> année d'ingénieur en génie mécanique 2012.
- 4- Technique de l'ingénieur.
- 5- Documentation de l'entreprise, FERROVIAL.
- 6- Les mémoires (plans de travail).
- 7- Document de FMD (Mer Becir) 2012.
- 8- Documents PDF (le tournage, Lathe, 6-bar-machine-1, action promotionnelle ravitailleurs mono, ...).
- 9- Wikipédia.
- 10- F.Monchy.Maintenance, méthodes et organisations, 3 éditions, paris, 2000.
- 11- D.Richet. Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, ED.Masson.1996.
- 12- G.Z wingelstein, la maintenance basée sur la fiabilité Edition Hermès, paris 1996.
- 13- Mémoire de fin d'étude « la maintenance basée sur la fiabilité du tour vertical modèle 1512 ».