

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

## **Projet de Fin d'Etudes**

# **L'amélioration de la maintenance préventive au sien de C.I.O.B**



**Lieu** : C.I.O.B : La société Commerce et Industrie OMARI BETTAHI situé à Bensouda, Fès  
**Référence** : 21 / 13 GI

### **Préparé par :**

- Azzeddine El Yousfi
- Fettah Desdes

### **Encadrement au sein de la société :**

- Mr. N. LAGHZAOUI

**Soutenu le 15 Juin 2013 à 9h devant le jury composé de :**

- Pr. M.Cherkani (Encadrant FST)
- Pr. I.Tajri (Examineur FST)
- Pr. F.Gadi (Examineur FST)

## Sommaire

<b>INTRODUCTION</b> .....	6
<b>Chapitre 1 : Présentation générale de la société</b> .....	7
1.1 Présentation de l'entreprise : .....	7
1.1.1 Historique : .....	7
1.1.2 Identité : .....	7
1.1.3 Activité : .....	8
1.1.4 Organigramme de CIOB : .....	8
1.2 Processus de production : .....	9
1.2.1 Etapes de production : .....	9
1.2.2 Matériels de production : .....	11
1.2.3 Système de production : .....	11
<b>Chapitre 2 : Etude critique des machines de production</b> .....	12
2.1 Etude critique des sections : .....	12
2.1.1 Description de la méthode PARETO : .....	12
2.1.1.1 Objectif d'utilisation : .....	12
2.1.1.2 Méthodologie – Démarche : .....	12
2.1.2 Application : .....	13
2.1.2.1 Choix du critère : Temps d'Arrêt : .....	13
2.1.2.2 Données et Résultats : .....	13
2.1.2.3 Analyse de la courbe et interprétation : .....	13
2.2 Etude critique des machines : .....	16
2.2.1 Données et Résultats : .....	16
2.2.2 Analyse de la courbe et interprétation : .....	16
<b>Chapitre 3 :Le choix du type de la maintenance.</b> .....	20
3.1 Méthode de l'Abaque de Noiret : .....	20
3.1.1 Rappel : les politiques de maintenance : .....	20
3.1.2 L'abaque de Noiret : utilité .....	21
3.1.3 L'abaque de Noiret : principe .....	21
3.2 Application : .....	23
3.2.1 Outil EXCEL : .....	23
3.2.2 Analyse et Interprétation : .....	23

Chapitre 4 : AMDEC :	25
Analyse des modes de défaillance, de leurs effets Et de leur criticité.	25
4.1 Introduction :	25
4.1.1 Trois types d'AMDEC :	26
4.1.1.1 AMDEC-Produit :	26
4.1.1.2 AMDEC- Processus :	26
4.1.1.3 AMDEC- Moyen de production :	26
4.2 Application :	27
4.2.1 Fonctionnement de la riveteuse automatique : RVA-02.	28
4.2.2 AMDEC sur RVA-02(CAP140) :	29
4.2.2.1 Sous-système : Système électrique :	30
4.2.2.2 Sous-système : Système pneumatique :	32
4.2.2.3 Sous-système : Système mécanique :	34
4.2.2.4 Niveau de criticité :	37
4.2.2.5 Plan de la maintenance préventive pour les RVA :	38
4.2.2.6 Fiche d'intervention :	39
Conclusion	40
Annexes	41
Photos de fonctionnement de la RVA-02 :	41
LA MÉTHODE ISHIKAWA	45
Remplissage des tableaux de données PARETO :	45
Tableau des critères des 13 machines pour l'Abaque de Noiret :	45

## Dédicaces

*À nos chers parents*

*À ceux qui n'ont jamais cessé de nous  
encourager, et nous conseiller.*

*À ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur  
temps ni de leurs connaissances pour satisfaire nos  
interrogations.*

*À ces éducateurs bien veillants, nous dédions le  
fruit de notre carrière estudiantine. À nos frères et  
sœurs.*

## Remerciement

*Avant d'entamer ce rapport, nous tiendrons à exprimer notre profonde gratitude à Mr. El Achir Youssef pour son précieux aide.*

*Nous tiendrons à remercier très vivement nos encadrant Mr. M. Cherqani et Mr. Nabil LARZAOUI pour leurs soutiens, leurs collaborations et l'aide qu'elles nous ont apportés,*

*Nous ne pouvons oublier d'exprimer nos reconnaissances à nos formateurs à l'EST de Fès notamment ceux du département Génie Industriel pour les efforts qu'ils ont consentis pour que notre stage se déroule dans les meilleures conditions.*

# INTRODUCTION

---

Dans un contexte de concurrence nationale, de plus en plus difficile, l'efficacité de l'entreprise dépend de sa capacité à OPTIMISER, réduire les pannes de l'outil de production et assurer la fiabilité, la disponibilité et la sécurité de ses installations. Ce sont les causes pour lesquels on a effectué notre stage au sein de la société Commerce et Industrie OMARI BETTAHI (C.I.O.B).

Les équipements industriels de C.I.O.B tombent souvent en panne, et pourtant les pannes coûtent cher et font perdre entre 40 à 60% du chiffre d'affaire, et tant que la société CIOB est certifiée ISO 9001, cherche à obtenir une meilleure qualité du produit afin de satisfaire les exigences des clients. Notre projet fin d'étude a donc pour objectif d'améliorer la maintenance préventive et de mieux gérer les matériels et les personnels de maintenance.

Afin de réaliser notre objectif, on a étudié les machines du cycle de production en se basant sur le critère du temps d'arrêts des machines, en deux parties principales ;

Dans la première partie on a utilisé la méthode Pareto qui vise à détecter les machines critiques parmi celles de la chaîne de production.

Dans la deuxième partie on a proposé la méthode ABAQUE DE NOIRET afin de préciser la politique maintenance adaptée pour chaque machine.

Dans la troisième partie on a proposé l'AMDEC machine qui nous a permis de découvrir la machine, ses problèmes, leur causes et leur effet.

# Chapitre 1 :

## Présentation générale de la société.

---

Dans ce premier chapitre on a parlé sur l'historique de la société C.I.O.B, son identité, ses sections d'activité, son organigramme et son processus de production.

### 1.1 Présentation de l'entreprise :

#### 1.1.1 Historique :

Présente sur le marché depuis 1996, la société CIOB installée à Fès (MAROC), bénéficie d'une implantation stratégique en Afrique du nord.

La société CIOB produit des articles ménagers en acier inoxydable, en Aluminium et en Aluminium antiadhésif sous la marque TITANIC, garant d'une qualité irréprochable.

Afin de satisfaire les exigences des clients, la société C.I.O.B a obtenu la norme ISO 9001 version 2008 en 2011.

Soucieuse de satisfaire une demande de plus en plus exigeante, l'entreprise est équipée de moyens de production modernes alliant la précision et la productivité.

#### 1.1.2 Identité :

- **Entreprise« CIOB »** : La société Commerce et Industrie OMARI BETTAHI.
- **Raison sociale** : CIOB S.N.C.
- **Activité principale** : Articles ménagers.
- **Date de création** : 1996.
- **Adresse** : B.P 5195 Lots 113-114 QI Ben souda Fès.
- **Téléphone** : 05 35 72 97 30.
- **Fax** : 05 35 72 90 60.
- **E-mail** : ciob@menara.ma/ciob99@yahoo.fr
- **Effectif total de l'entreprise** : 100 à 110 personnes.
- **Capital social** : 10.000.000 Dhs.

### 1.1.3 Activité :

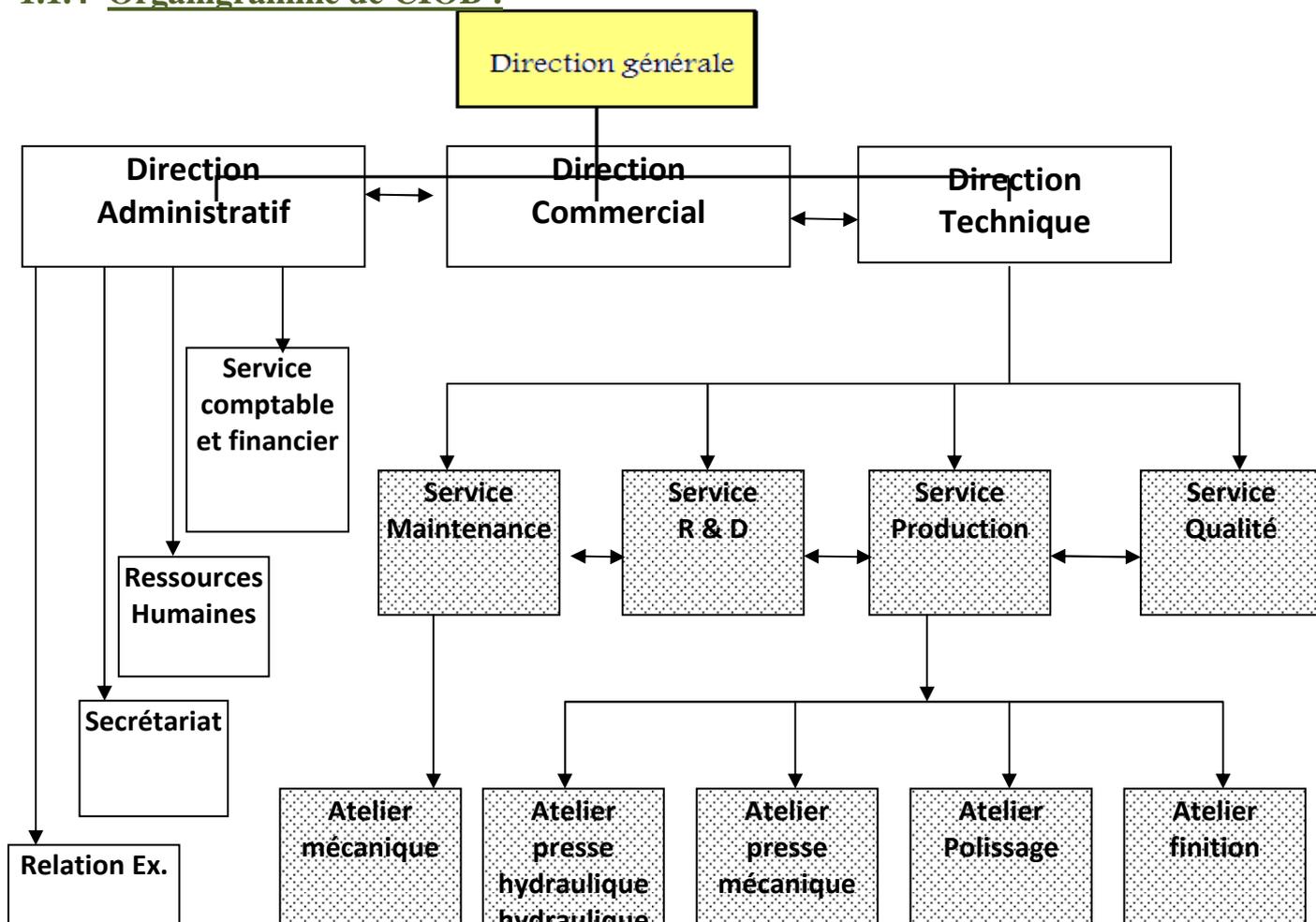
L'entreprise C.I.O.B spécialisée dans la production d'articles ménagers (ustensiles de cuisine) emploie actuellement, elle fabrique plusieurs familles de produits :

- ✓ es couscoussières,
- ✓ es Faitouts et marmites,
- ✓ es bouilloires,
- ✓ es moules (à tarte, pizza, ... etc.)
- ✓ es plateaux (circulaires, rectangulaires, ... etc.)

Le processus de fabrication se décline en plusieurs gammes selon le modèle de produit fabriqué, ses dimensions et sa matière première utilisée :

- ✓ oit des disques en aluminium (différents diamètres et différents épaisseurs)
- ✓ oit des disques en aluminium à revêtement antiadhésif (différents diamètres et différents épaisseurs)
- ✓ oit des disques en Inox (différents diamètres et différents épaisseurs)

### 1.1.4 Organigramme de CIOB :



## 1.2 Processus de production :

### 1.2.1 Etapes de production :



**'emboutissage:** est une technique de fabrication permettant d'obtenir, à partir d'une feuille de tôle plane et mince, un objet dont la forme n'est pas développable. L'ébauche en tôle est appelée « flan », c'est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie. La température de déformation se situe entre le tiers et la moitié de la température de fusion des matériaux.

**L**



**e détourage :** opération de chariotage ou de dressage extérieur d'un article pour éliminer les défauts d'emboutissage

**L**



**e repoussage:** opération qui consiste à déformer progressivement le métal sous l'action d'une molette pour lui faire épouser la forme d'un mandrin, A partir d'un flan ou d'une ébauche circulaire

**L**



**e satinage (Action de satiner):** rendre l'article en aluminium plus lisse et plus fin de l'intérieur par une action de frottement manuel avec un abrasif.



**L**



**e polissage (Action de polir):** rendre l'article en aluminium plus lisse, uni et éventuellement brillant de l'extérieur par une action de frottement manuel avec un abrasif. Le polissage manuel ou en machines (création de mouvements relatifs entre pièces à polir et médias ou abrasifs en présence d'additifs) consiste à polir les pièces en aluminium précédemment embouties sur une brosse qui tourne à très grande vitesse. L'ensemble de l'opération est manuel et nécessite une grande dextérité ou savoir-faire dans la pratique.

**L**

### 1.2.2 Matériels de production :

L'usine CIOB se divise en plusieurs sections :

- emboutissage et découpe :
  - presses mécaniques (PRM)
  - presses hydrauliques (PRH)
  - presses d'injections (PRI)
- Section formage repoussage
  - Des tours de repoussage (TRR)
- Section finition détourage, polissage / satinage
  - Des tours de polissage (POL)/ satinage (SAT)
  - Deux machines de polissage automatique
  - Des machines de détourage (DET)
  - Un tour d'ébarbage automatique
- Section de finition, montage et d'emballage (EMB)
  - Une plieuse, une riveteuse, une sertisseuse

### 1.2.3 Système de production :

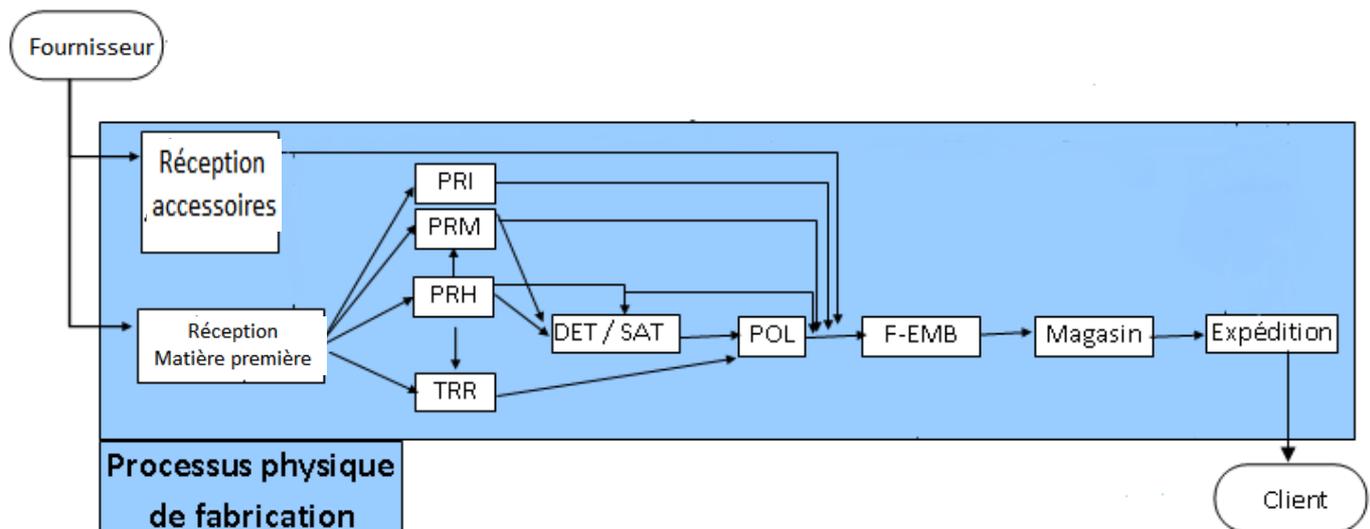


Figure1 : Processus de fabrication d'un produit.

# Chapitre 2 :

## Etude critique des machines de production.

---

Dans ce chapitre on a fait une étude PARETO sur les sections, afin de détecter celles les plus critiques, qui nous amène à faire une autre PARETO pour trouver les machines critiques dans la chaîne de production.

### 2.1 Etude critique des sections :

#### 2.1.1 Description de la méthode PARETO :

##### 2.1.1.1 *Objectif d'utilisation :*

Le diagramme de PARETO est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Ce diagramme et son utilisation sont aussi connus sous le nom de « Règle des 20/80 » Ou « Méthode de ABC ».

Les objectifs sont :

- Faire apparaître les causes essentielles d'un phénomène.
- Hiérarchiser les causes d'un phénomène.
- Evaluer les effets d'une solution.
- Mieux cibler les actions à mettre en œuvre.

##### 2.1.1.2 *Méthodologie – Démarche :*

1. Etablir les listes des données.
2. Classer les valeurs du critère étudié en ordre décroissantes.
3. Calculer le cumule de ces valeurs.
4. Calculer, pour chaque cumule le pourcentage.
5. Représenter le graphique des pourcentages cumulés.

## 2.1.2 Application :

### 2.1.2.1 *Choix du critère : Temps d'Arrêt :*

Puisque les machines tombent souvent en panne, et puisque la société n'a pas des données fiables sur les coûts, on a préféré travailler sur le temps d'arrêt grâce à la fiabilité des données.

Pour les données on a travaillé sur une période de trois ans.

On tient à informer que toutes les machines de l'entreprise C.I.O.B sont achetées déjà utilisé.

### 2.1.2.2 *Données et Résultats :*

(Voir la figure 2 et figure 3)

### 2.1.2.3 *Analyse de la courbe et interprétation :*

En analysant la courbe Pareto des sections (figure 1) on trouve que la courbe se constitue de 3 zones principales :

✓

**one A** : 6 sections (20% des sections) cumulent 66% des heures d'arrêt.

✓

**one B** : 3 sections (10% des sections) cumulent 15% des heures d'arrêt.

✓

**one C** : 22 sections (70% des sections) cumulent 19% des heures d'arrêt.

Afin de faire une bonne analyse des sections critiques, on a fait une étude Pareto machines sur les 6 équipements (TRR, POA, SAT, RVA, PRM et PRI) qui représente 20% des sections étudiés et qui cause presque 70% des effets d'heures d'arrêt (20/80).

Z

Z

Z

Sections	Tps d'arret(h)	cumul (h)	% cumul
TRR	1611	1 611	21,0
POA	1015	2 626	34,3
SAT	775	3 401	44,4
RVA	608	4 008	52,3
PRM	551	4 559	59,5
PRI	532	5 091	66,4
DET	478	5 569	72,7
POM	432	6 000	78,3
PRH	347	6 348	82,8
RCP	206	6 554	85,5
TRP	199	6 753	88,1
OME	158	6 911	90,2
TRC	130	7 041	91,9
RVE	119	7 160	93,4
FAC	117	7 277	94,9
RVS	98	7 375	96,2
FRM	67	7 442	97,1
PCH	46	7 488	97,7
TAD	39	7 527	98,2
VIS	30	7 557	98,6
RVM	27	7 584	99,0
SCM	19	7 603	99,2
RAV	19	7 621	99,4
SBB	16	7 637	99,7
PCP	7	7 645	99,7
MAE	7	7 652	99,8
MEM	5	7 657	99,9
PER	4	7 661	100,0
PCM	2	7 663	100,0
SPI	1	7 664	100,0
PRA	0	7 664	100,0
	7664		

Figure 2 : tableaux des données PARETO sections.

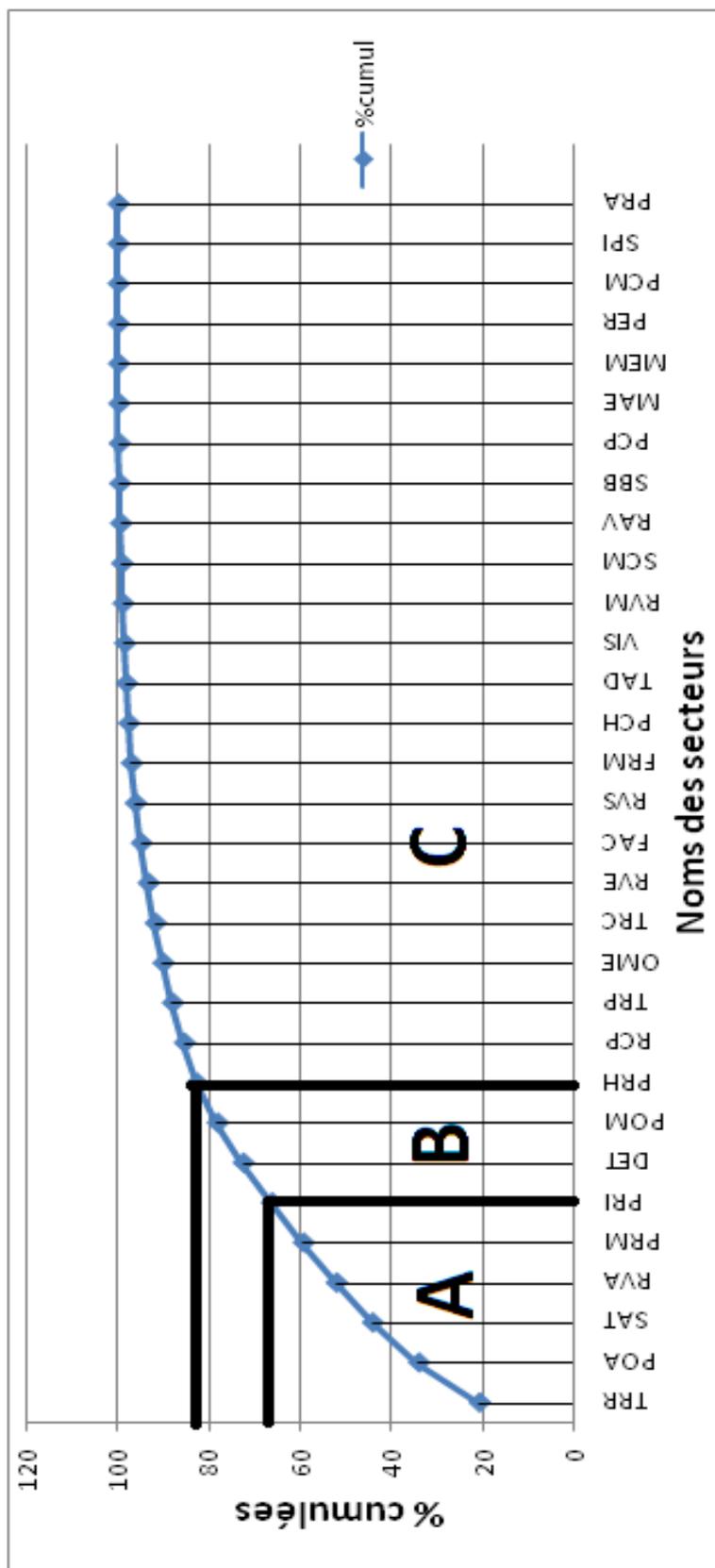


Figure 3 : Diagramme de PARETO des sections.

## 2.2 Etude critique des machines :

### 2.2.1 Données et Résultats :

(Voir figure 4 et figure 5).

### 2.2.2 Analyse de la courbe et interprétation :

En analysant la courbe Pareto des machines (figure 2) on trouve que la courbe se constitue de 3 zones principales :

- ✓  
zone A : 20% des machines (13 machines) cumulent 66% des heures d'arrêt. Z
- ✓  
zone B : 20% des machines (13 machines) cumulent 24% des heures d'arrêt. Z
- ✓  
zone C : 60% des machines (44machines) cumulent 10% des heures d'arrêt. Z

En étudiant ces 13 machines qu'on a obtenu dans la zone la plus critique (zone A) (20/80), après la analyse des 20% sections les plus critique, on a trouvé que malgré qu'elles sont situées sur les listes de la maintenance préventive, elles sont critiques, d'où on peut conclue une mal gestion de la maintenance préventive.

Alors dans les chapitres qui se suivent on a employé quelques méthodes théoriques, afin d'aider l'équipe de la maintenance au sein de la société C.I.O.B, a mieux gérer leur maintenance préventive sur les machine du cycle de production.

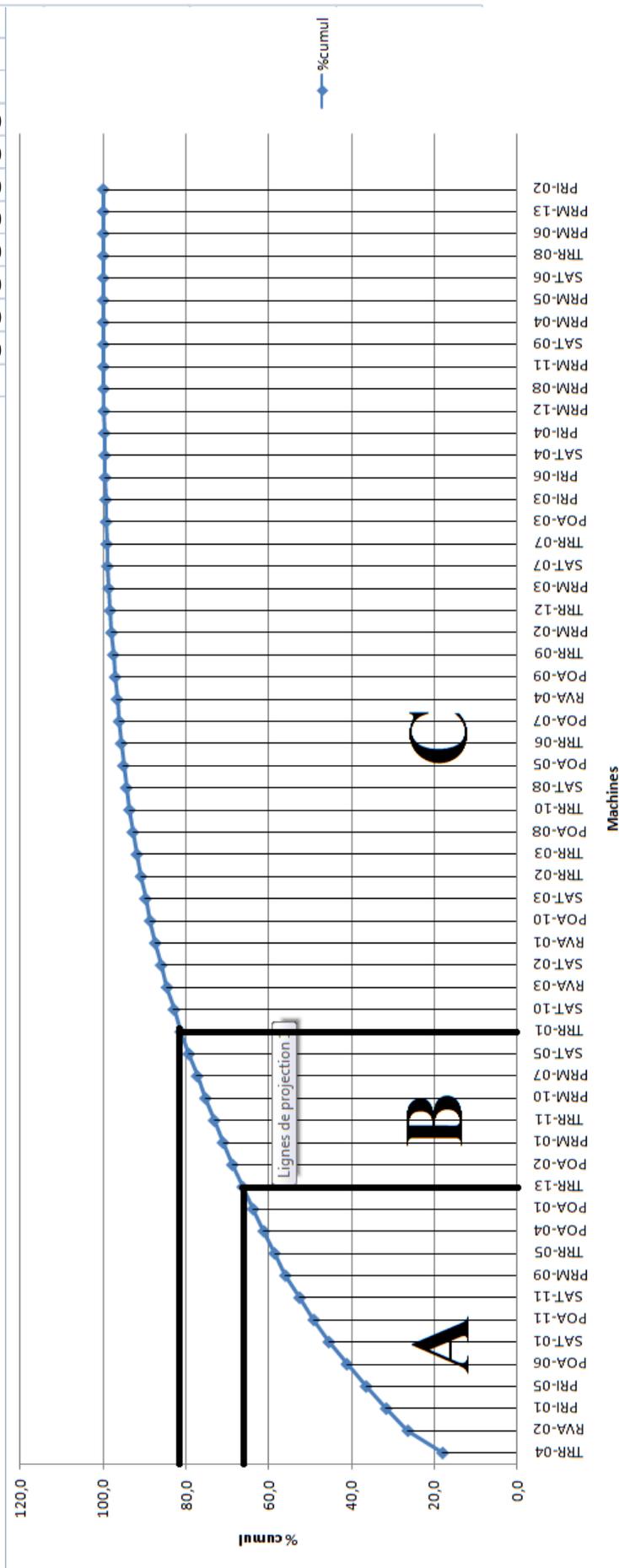


Machines	Tps d'arrêt (h)	cumul (h)	%cumul
TRR-04	920	920	18,1
RVA-02	427	1 347	26,5
PRI-01	266	1 613	31,7
PRI-05	248	1 861	36,6
POA-06	236	2 097	41,2
SAT-01	222	2 319	45,6
POA-11	183	2 502	49,2
SAT-11	175	2 677	52,6
PRM-09	175	2 852	56,0
TRR-05	133	2 985	58,6
POA-04	132	3 117	61,2
POA-01	132	3 249	63,8
TRR-13	128	3 378	66,3
POA-02	125	3 503	68,8
PRM-01	117	3 619	71,1
TRR-11	108	3 727	73,2
PRM-10	107	3 834	75,3
PRM-07	102	3 937	77,3
SAT-05	102	4 039	79,3
TRR-01	99	4 138	81,3
SAT-10	84	4 222	82,9
RVA-03	84	4 306	84,6
SAT-02	73	4 379	86,0
RVA-01	71	4 450	87,4
POA-10	64	4 514	88,7
SAT-03	58	4 571	89,8
TRR-02	55	4 626	90,9
TRR-03	51	4 677	91,9
POA-08	50	4 727	92,9
TRR-10	40	4 767	93,6
SAT-08	40	4 807	94,4
POA-05	35	4 842	95,1
TRR-06	27	4 869	95,6
POA-07	26	4 895	96,2
RVA-04	26	4 921	96,7
POA-09	23	4 944	97,1
TRR-09	22	4 967	97,6
PRM-02	21	4 988	98,0
TRR-12	19	5 007	98,3
PRM-03	18	5 025	98,7
SAT-07	14	5 039	99,0
TRR-07	8	5 048	99,1
POA-03	7	5 055	99,3
PRI-03	6	5 061	99,4
PRI-06	6	5 067	99,5
SAT-04	6	5 073	99,6
PRI-04	5	5 078	99,7

PRM-12	5	5 083	99,8
PRM-08	3	5 085	99,9
PRM-11	2	5 088	99,9
SAT-09	2	5 089	100,0
PRM-04	1	5 090	100,0
PRM-05	1	5 091	100,0
SAT-06	0	5 091	100,0
TRR-08	0	5 091	100,0
PRM-06	0	5 091	100,0
PRM-13	0	5 091	100,0
PRI-02	0	5 091	100,0
	5091		

**Figure 4 : Données PARETO des machines**

**Figure 5 : Diagramme de PARETO des**



# Chapitre 3 :

## Le choix du type de la maintenance.

---

Pour mieux définir le type de maintenance qu'on doit appliquer pour une machine, on doit étudier les coûts de la maintenance préventive et de la maintenance corrective afin d'obtenir une décision précise sur le type de la maintenance.

Mais le problème qu'on a rencontré au sein de l'entreprise C.I.O.B est qu'il n'y a pas d'étude des coûts de la maintenance. Alors on a décidé d'utiliser une autre méthode facile, efficace, pratique et utile, dite la méthode de L'abaque de Noiret.

Alors, dans ce chapitre on a présenté cette méthode, son principe, son utilisation et son application sur les machines critiques qu'on a trouvé dans le chapitre précédant.

### 3.1 Méthode de l'Abaque de Noiret :

#### 3.1.1 Rappel : les politiques de maintenance :

Il existe principalement deux politiques de maintenance

➤ La maintenance corrective :

L'action de maintenance se fait à posteriori, quand une panne se produit sur l'équipement. L'équipement est immobilisé le temps de la réparation. La production s'arrête.

➤ La maintenance préventive :

L'action de maintenance se fait à priori, pendant les phases où l'équipement n'est pas utilisé. Les pièces usures sont remplacées avant l'arrêt selon une période définie par un planning (préventif systématique), ou selon l'état d'un indicateur d'usure (maintenance préventive conditionnelle). On pourrait penser d'instinct que la maintenance préventive est systématiquement préférable. Ce n'est pas le cas. Il est toujours nécessaire de faire un choix en tenant compte :

- 1) des caractéristiques de l'équipement
- 2) de son utilisation
- 3) du coût de la maintenance et donc du gain espéré

Le résultat final se traduit souvent par un mélange des deux types de maintenance avec une prédominance de l'une ou de l'autre.

### **3.1.2 L'abaque de Noiret : utilité**

L'abaque de Noiret est un outil de calcul scientifique qui permet d'orienter le choix de la politique de maintenance en fonction :

- des caractéristiques de l'équipement
- de son utilisation

Le résultat en est une recommandation offrant trois options possibles :

- Maintenance corrective
- Zone incertaine
- Maintenance préventive

Cependant, ce résultat doit être complété par une analyse économique portant sur le coût des maintenances et sur le retour sur investissement estimé que peut apporter une maintenance préventive. Il ne s'agit que d'un outil d'aide à la décision et non pas d'un outil de décision.

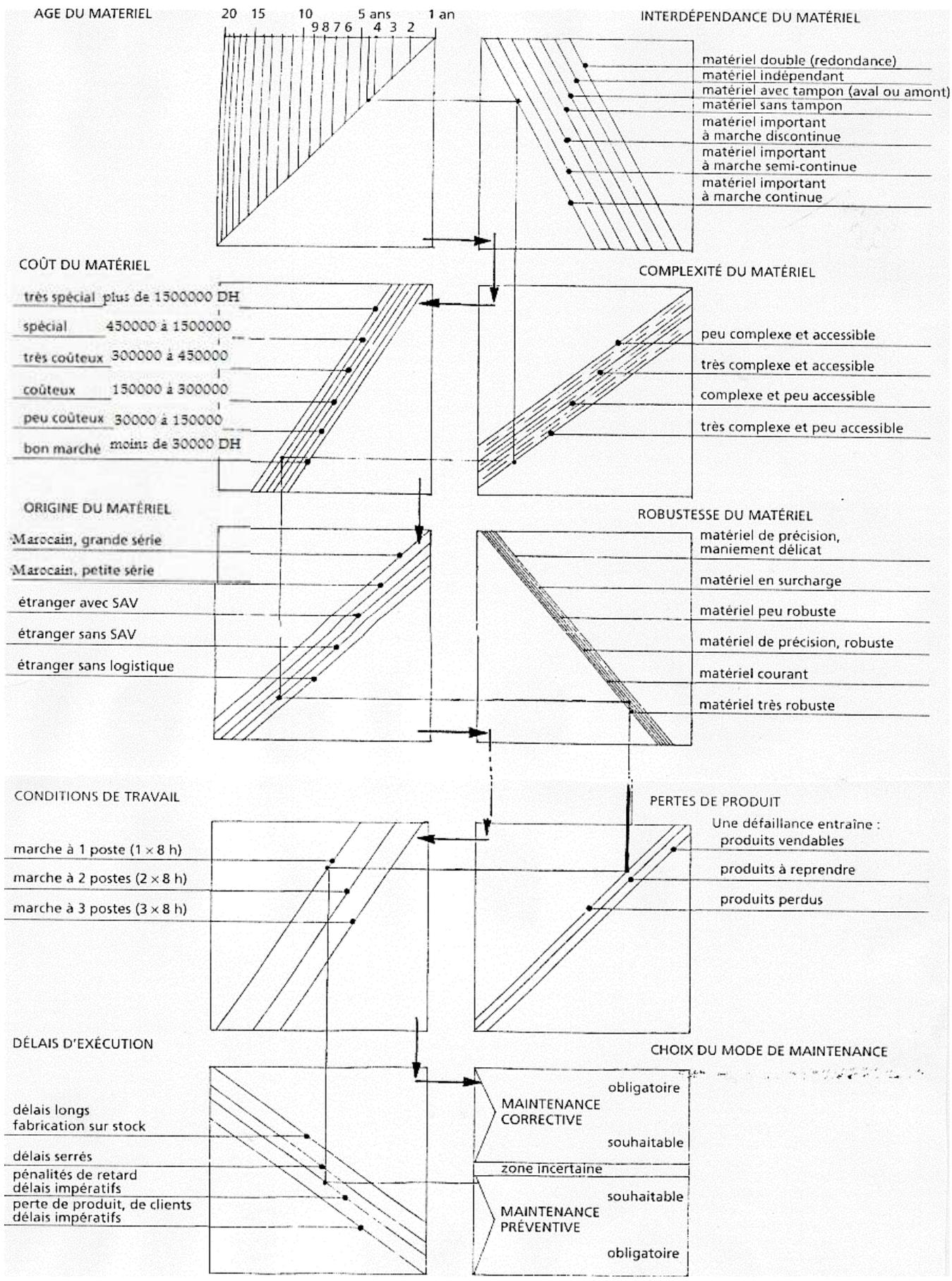
### **3.1.3 L'abaque de Noiret : principe**

L'abaque de Noiret est basé sur les critères suivants :

- a) l'âge de l'équipement
- b) son interdépendance : dans quelle mesure est-il vital pour la production
- c) son coût
- d) sa complexité et son accessibilité
- e) sa robustesse et sa précision
- f) son origine : France ou Etranger
- g) son utilisation dans le temps
- h) les conséquences de ses défaillances sur les produits
- i) les délais de production qui lui sont liés

Chaque critère se décline en plusieurs options qui chacune correspond à Un certain nombre de points. Les points ainsi obtenus sont additionnés.

**Remarque :** un seul choix est possible par critère; il faut donc prendre celui qui est le plus représentatif de l'équipement.



## **3.2 Application :**

### **3.2.1 Outil EXCEL :**

L'outil EXCEL demande ses choix à l'utilisateur par l'intermédiaire de boutons d'option. L'âge est renseigné dans une liste déroulante.

La commande TRACER trace automatiquement la ligne rouge de l'abaque.

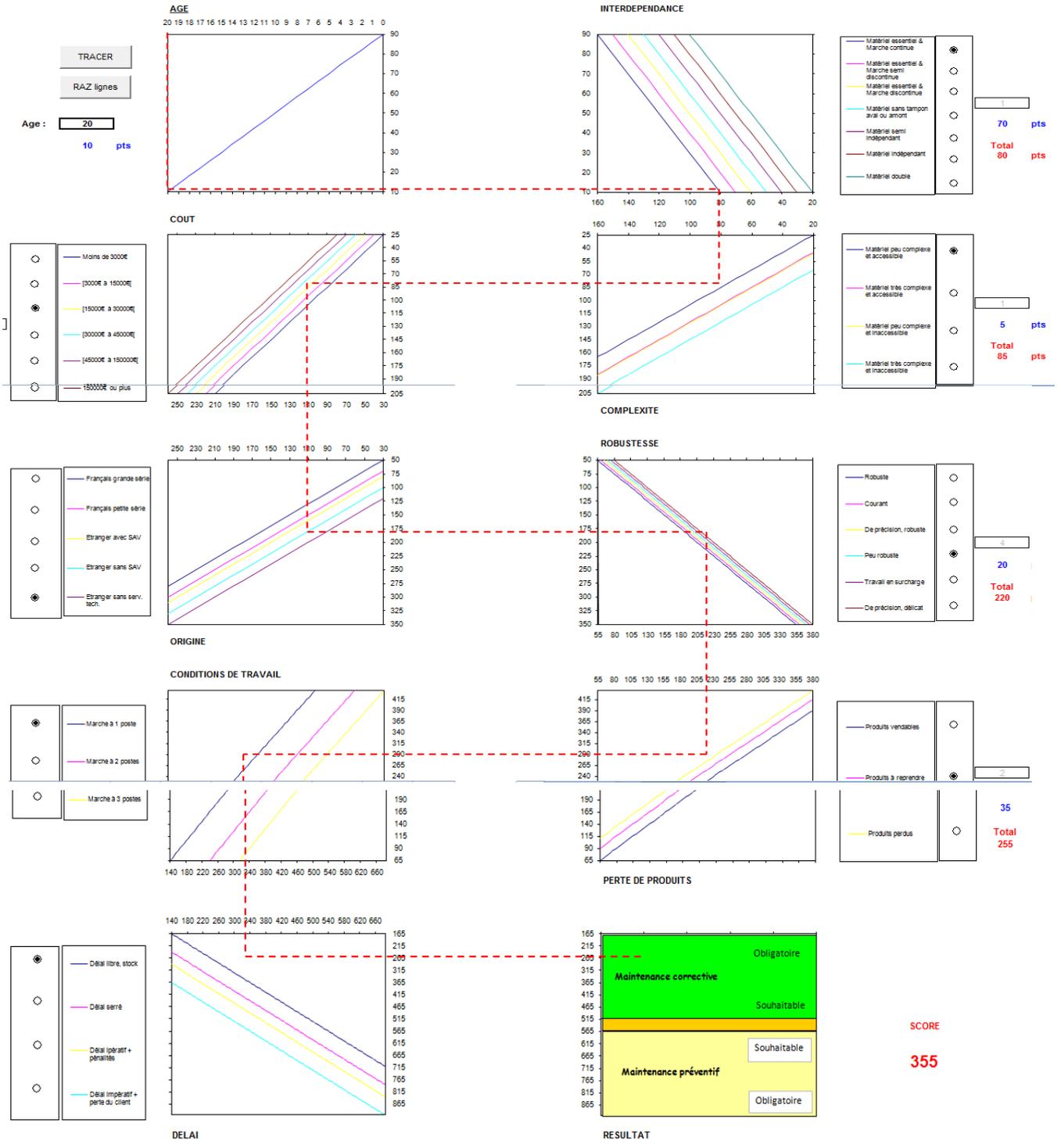
Dans un même temps, les points, totaux intermédiaires et total final apparaissent en regard des listes de choix.

Au titre d'exemple on a appliqué cette méthode sur la RVA-02 (voir page 21).

### **3.2.2 Analyse et Interprétation :**

Les machines à l'intérieur de l'entreprise sont vieilles, alors on a pris l'âge 20 ans pour tout les machines, et comme résultat on a obtenu toutes les 13 machine étudiées dans la zone de la maintenance corrective.

Alors, il est préférable d'abandonner la maintenance préventive pour ces machines. Le problème c'est que la société C.I.O.B n'est pas contentée des résultats de la méthode « Abaque de Noiret », et elle nous a demandé d'utiliser une autre méthode plus faible pour eux. D'où on a préféré utiliser la méthode AMDEC sur ces machines, afin de mieux connaître leurs problèmes, leurs causes et leurs solutions pour améliorer la gestion de la maintenance préventive.



Exemple : RVA-02

# Chapitre 4 : AMDEC :

## Analyse des modes de défaillance, de leurs effets Et de leur criticité.

---

Afin de résoudre le problème de l'âge on a proposé sur la société C.I.O.B de faire une étude AMDEC complète sur ces 13 machines. Dans ce chapitre on cite notre résultat d'une analyse AMDEC sur une riveteuse (RVA-02).

### 4.1 Introduction :

Le souci permanent des responsables de maintenance est de fournir, à leurs clients internes, des heures de bon fonctionnement de l'outil de production. Passé le constat de l'écart de performance (non-disponibilité, non-qualité), le responsable de maintenance doit envisager des actions visant à éradiquer les dysfonctionnements. L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité) est un outil méthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation. Cette démarche offre un cadre de travail rigoureux en groupe associant les compétences et expériences de l'ensemble des acteurs concernés par l'amélioration de performance de l'entreprise.

L'AMDEC permet de mobiliser les ressources de l'entreprise autour d'une préoccupation commune à tous : l'amélioration de la disponibilité de l'outil de production.

La méthode AMDEC a été utilisée originellement dans le traitement des risques potentiels inhérents aux activités de production de l'armement nucléaire. Progressivement, elle a été adaptée à l'ensemble des activités à risques (nucléaire civil ; domaine aéronautique, spatial ; grands travaux), puis a été intégrée dans les projets industriels. De nos jours, son emploi est très répandu dans le monde industriel soit pour améliorer l'existant, soit pour traiter préventivement les causes potentielles de non-performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production.

L'utilisation de l'AMDEC peut paraître fastidieuse ; cependant, les gains qu'elle, permet de réaliser sont très souvent bien plus importants que les efforts de mise en œuvre qu'elle suggère. La mise en œuvre de l'AMDEC offre une garantie supplémentaire pour l'entreprise industrielle de l'amélioration de ses performances.

Son utilisation très tôt en phase de conception (du produit, du procédé ou de l'outil de production) révèle la volonté de l'entreprise d'anticiper les problèmes potentiels plutôt que d'en subir les conséquences à terme.

### **4.1.1 Trois types d'AMDEC :**

Il existe globalement trois types d'AMDEC suivant que le système analysé est :

- le produit fabriqué par l'entreprise ;
- le processus de fabrication du produit de l'entreprise ;
- le moyen de production intervenant dans la production du produit de l'entreprise.

#### **4.1.1.1 *AMDEC-Produit :***

L'AMDEC-Produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception et préventives sur l'industrialisation.

#### **4.1.1.2 *AMDEC- Processus :***

L'AMDEC-Processus est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication. Elle est mise en œuvre pour évaluer et hiérarchiser les défauts potentiels d'un produit dont les causes proviennent de son processus de fabrication. S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC-Processus en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défaut pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, l'AMDEC-Processus en permettra l'amélioration.

#### **4.1.1.3 *AMDEC- Moyen de production :***

L'AMDEC - Moyen de production, plus souvent appelée AMDEC-Moyen, permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation.

- **À la conception du moyen de production**, la réalisation d'une AMDEC permet de faire le recensement et l'analyse des risques potentiels de défaillance qui auraient pour conséquence d'altérer la performance globale du dispositif de production, l'altération de performance pouvant se mesurer par une disponibilité faible du moyen de production. Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur la base des plans et/ou prototypes du moyen de production.

L'objectif est généralement ici de :

- modifier la conception ;
- lister les pièces de rechange ;
- prévoir la maintenance préventive.

- **Pour un moyen de production en cours d'exploitation**,

La réalisation d'une AMDEC permet l'analyse des causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production.

Cette altération de performance se mesure par une disponibilité faible du moyen de production. Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur le site, avec des récapitulatifs des pannes, les plans, les schémas, etc.

L'objectif est généralement ici de :

- connaître l'existant ;
- optimiser la maintenance (gamme, procédures, etc.) ;
- améliorer ;
- optimiser la conduite (procédures, modes dégradés, etc.).

4.2 Application :

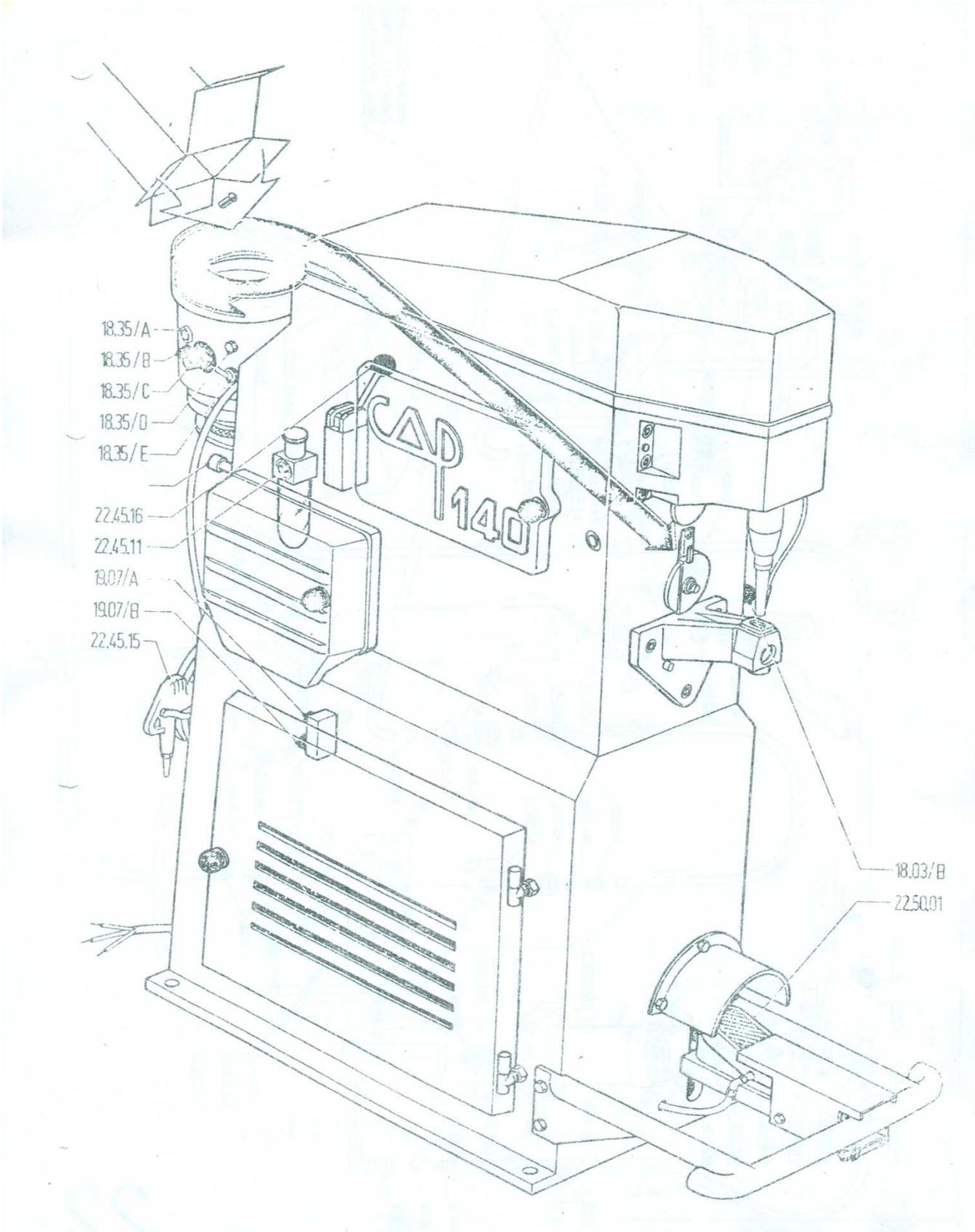


Figure 6 : RVA-02 (CAP140).

### **4.2.1 Fonctionnement de la riveteuse automatique : RVA-02**

La pédale contient un capteur de fin de course pneumatique qui laisse passer l'air quand on pousse la pédale et le bloque quand on lâche la pédale.

L'utilisateur pousse la pédale avec sa jambe, l'air comprimé sort du raccord pneumatique gauche vers le vérin qui actionne le levier commande clavette d'embrayage (16.56) vers le haut, il permet ainsi la liaison encastrement entre le moyeu d'embrayage (16.13) et la roue par l'intermédiaire de la clavette (16.54).

La roue (16.26) est liée avec un pignon (16.07) dans un système d'engrenage, le pignon est entraîné par un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un système polie-courroie.

La polie motrice (16.02) est entraînée par un moteur électrique triphasé (380 V, étoile, 1500 tr/min).

D'où la rotation du moyeu d'embrayage qui permet la rotation de trois cames :

Les cames transforment le mouvement de rotation en un mouvement de translation.

- La première came (16.19) est liée au bras du poinçon riveteur.
- La deuxième came (16.18) actionne la barre pousse-rivet vers le presse-flan.
- La troisième came (16.20) est liée au bras du marteau supérieur.

Le presse-flan (21.21) se constitue de deux parties qui sont :

- Le poinçon riveteur (21.02) poussé par le bras lié à la première came.
- Le marteau supérieur (21.03) poussé par le bras lié à la troisième came.

Le poinçon translate vers le bas pour que le rivet puisse percer la pièce. Puis, le marteau inférieur (15.34) de la bigorne (15.01) pousse le rivet vers le haut. Ainsi, le marteau supérieur descend pour presser le rivet, l'éjection du déchet de perçage se fait par l'admission d'air au presse-flan par la soupape pneumatique.

La pousse rivet passe par un système de centrage des rivets qui est lié à l'alimentateur vibratoire du rivet par une glissière.

(Voir l'annexe)

#### 4.2.2 AMDEC sur RVA-02(CAP140) :

Pour des raisons du temps et manque des fiches techniques des machines on va appliquer AMDEC sur la machine CAP140.

L'indice de criticité est calculé pour chaque défaillance, à partir de la combinaison des trois critères précédents, par la multiplication de leurs notes respectives :

$$C = F * G * N$$

Tableau 1 – Indice de fréquence $F$ (1)	
Valeurs de $F$	Fréquence d'apparition de la défaillance
1	<b>Défaillance pratiquement inexistante</b> sur des installations similaires en exploitation, au plus un défaut sur la durée de vie de l'installation.
2	<b>Défaillance rarement apparue</b> sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par an) ou <b>Composant d'une technologie nouvelle</b> pour lequel toutes les conditions <b>sont théoriquement réunies</b> pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.
3	<b>Défaillance occasionnellement apparue</b> sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par trimestre).
4	<b>Défaillance fréquemment apparue</b> sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par mois) ou <b>Composant d'une technologie nouvelle</b> pour lequel toutes les conditions <b>ne sont pas réunies</b> pour prévenir la défaillance, et il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.
(1) L'indice de fréquence $F$ est établi pour chaque association composant, mode, cause.	

**Tableau 2 – Indice de gravité G**

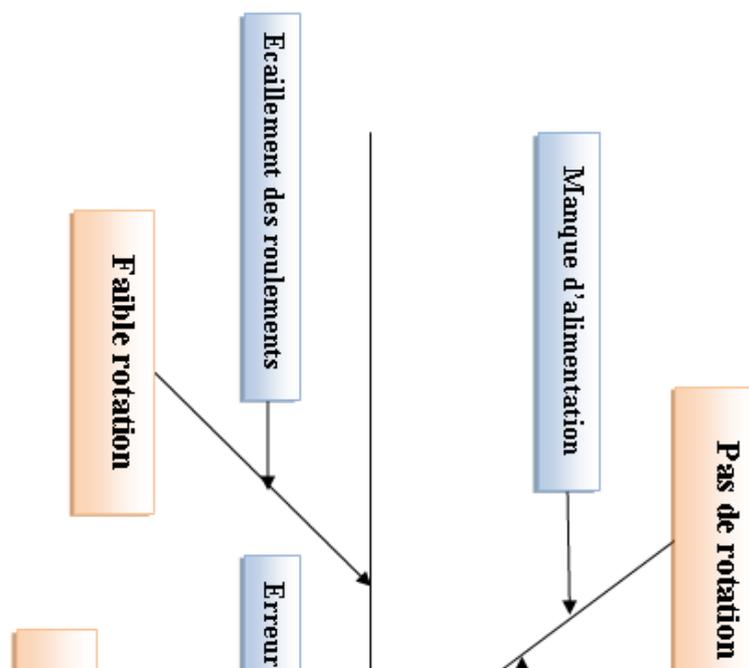
Valeurs de G	Gravité de la défaillance (1)
1	<b>Défaillance mineure</b> : aucune dégradation notable du matériel (exemple : $Tl \leq 10$ min).
2	<b>Défaillance moyenne</b> nécessitant une remise en état de courte durée (exemple $10 \text{ min} < Tl \leq 30$ min).
3	<b>Défaillance majeure</b> nécessitant une intervention de longue durée (exemple $30 \text{ min} < Tl \leq 90$ min) ou Non-conformité du produit, constatée et corrigée par l'utilisateur du moyen de production.
4	<b>Défaillance catastrophique</b> très critique nécessitant une grande intervention (exemple $Tl > 90$ min) ou Non-conformité du produit, constatée par un client aval (interne à l'entreprise) ou Dommages matériels importants (sécurité des biens).

(1) L'effet de la défaillance s'exprime en termes de durée d'arrêt, de non-conformité de pièces produites, de sécurité de l'opérateur.  
Tl : temps d'interruption.

	duction.
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La <b>détection est exploitable</b> .
3	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La <b>détection est faible</b> .
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas <b>sans détection</b> .

(1) Signe: échau

**Diagramme d'Ishikawa du Mode de dé**



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE										AMDEC MACHINE
Système : Riveteuse automatique. Sous-système : Système électrique.										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Date de l'analyse : 28/05/2013				Action corrective
						Phase de fonctionnement : Machine normale				
Moteur	Entrainer la poulie	Pas de rotation	Manque d'alimentation	L'arrêt de la machine	Visuel	F	G	N	C	-Vérification du système d'alimentation  -Montage du moteur en réserve -envoyer le moteur grée en bobinage  -Inversion des câbles  -Démontage du moteur -Acheter des roulements en stock
						1	1	4	4	
			Bobine grée	L'arrêt de la machine	1	1	3	3		
					1	1	3	3		
Faible rotation	Ecaillage des roulements	Cycle ralenti			1	1	4	4		
					1	1	4	4		

➤ Tableau d'AMDEC :

#### 4.2.2.2 Sous-système : Système pneumatique :

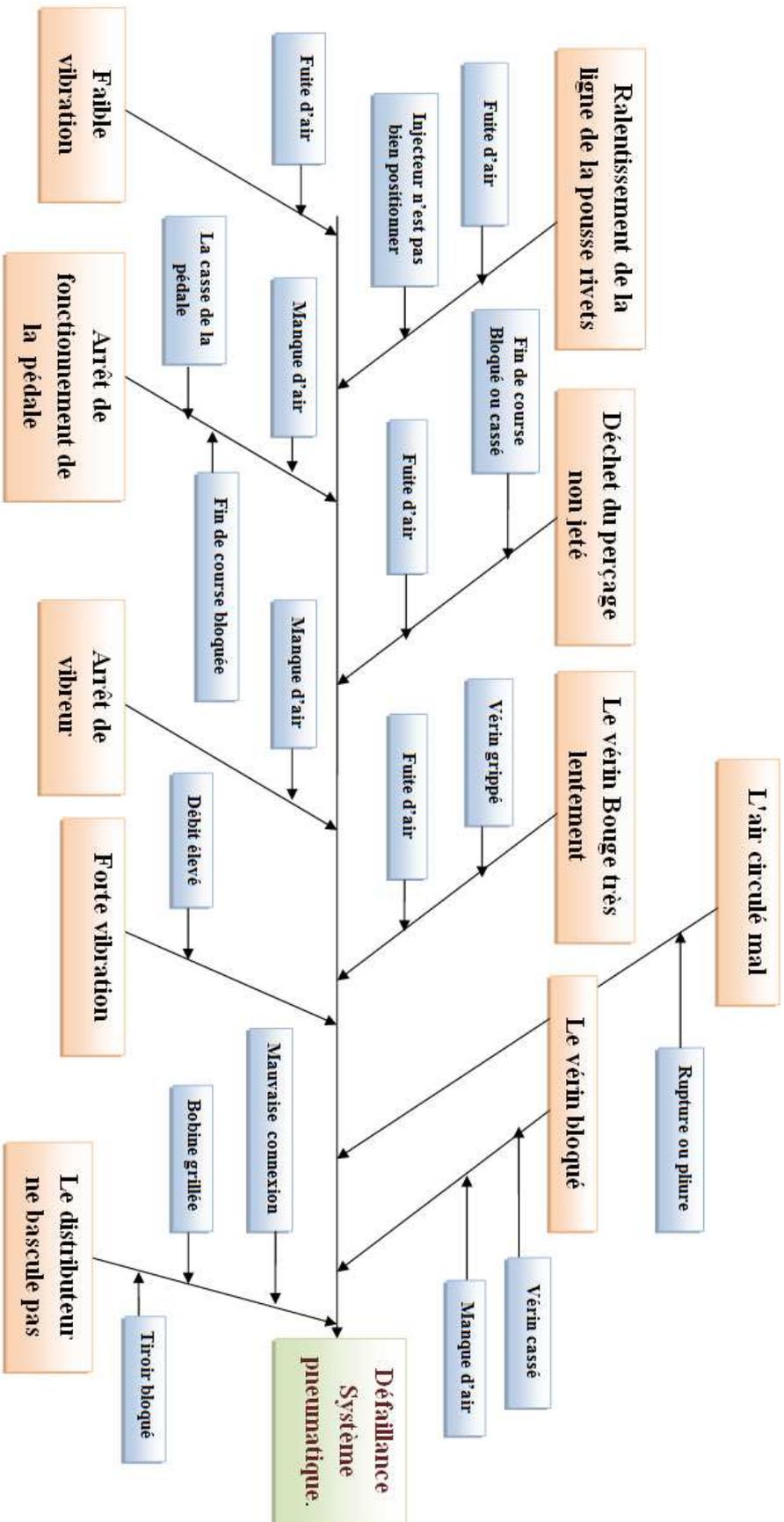


Diagramme d'Ishikawa du Mode de défaillances du Système pneumatique

Système : Riveteuse automatique. Sous-système : Système pneumatique.			Phase de fonctionnement : Machine normale		Date de l'analyse : 28/05/2013			AMDEC MACHINE			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité			Action corrective		
						F	G	N		C	
Vérins	Pousser le levier commande clavette d'embrayage	Le vérin ne bouge pas	Vérin cassé	L'arrêt du presse-flan	Visuel	1	3	3	9	-Changement du vérin -Vérification des conduites d'air -l'utilisation d'un capteur de pression	
			Manque d'air			2	3	4	24		
	Bouge très lentement		Vérin grippé	Cycle ralenti		1	1	4	4	-Maintenance corrective -l'ouverture du vérin	
			Fuite d'air			2	3	4	24		
Distributeurs électropneumatiques	Distribution d'air dans les tubes selon la fonction voulu	Le distributeur ne bascule pas quand il est commandé	Bobine grillée	Cycle bloqué	Visuel	2	1	4	8	-Changement de bobine -Inversations des tubes	
			Mauvaise connexion			1	1	2	2		
			Tiroir bloqué			2	1	4	8		
Tubes	Faire passer l'air	L'air passe mal	Rupture ou pliure	Cycle ralenti	Visuel	3	2	4	24	-l'utilisation d'un capteur de pression	
			Bloqué ou cassé			2	2	3	12		
Soupape pneumatique (fin de course)	Admission d'air au presse-flan pour l'éjection du déchet de perçage	Le déchet du perçage reste à l'intérieur du presse-flan	Fuite d'air	Arrêt de la machine Cycle ralenti	Visuel	2	1	3	6	-Chercher la fuite d'air	
			Faible vibration			2	2	2	8		
Vibreux pneumatique	Mettre l'Alimentateur pour rivets en vibration	Arrêt de vibreur	Manque d'air	pièces non rivé	Visuel	1	1	2	2	-Vérification des conduites d'air -l'utilisation d'un capteur de pression	
			Débit élevé			2	2	2	8		
Injecteur d'air au niveau de la Glissière	Pousser les rivets dans la conduite de la glissière	Ralentissement de la ligne de la pousse du rivet	Fuite d'air	Cycle ralenti	Visuel	1	1	4	4	-Maintenance corrective -l'ouverture de machine	
			Injecteur n'est pas bien positionner			1	1	3	3		
Pédale	Pousse l'air vers le vérin et fait descendre le marteau supérieur	Arrêt de fonctionnement de la pédale	La casse de la pédale	Blocage du presse-flan	Visuel	1	3	1	3	-Changement de la pédale -Vérification des raccords d'entrée et de sortie d'air	
			Manque d'air			2	2	3	12		
			Fin de course bloquée			2	2	3	12	-Changement de fin de course	

➤ **Tableau d'AMDEC :**

### 4.2.2.3 Sous-système : Système mécanique :

#### ➤ Diagramme d'Ishikawa

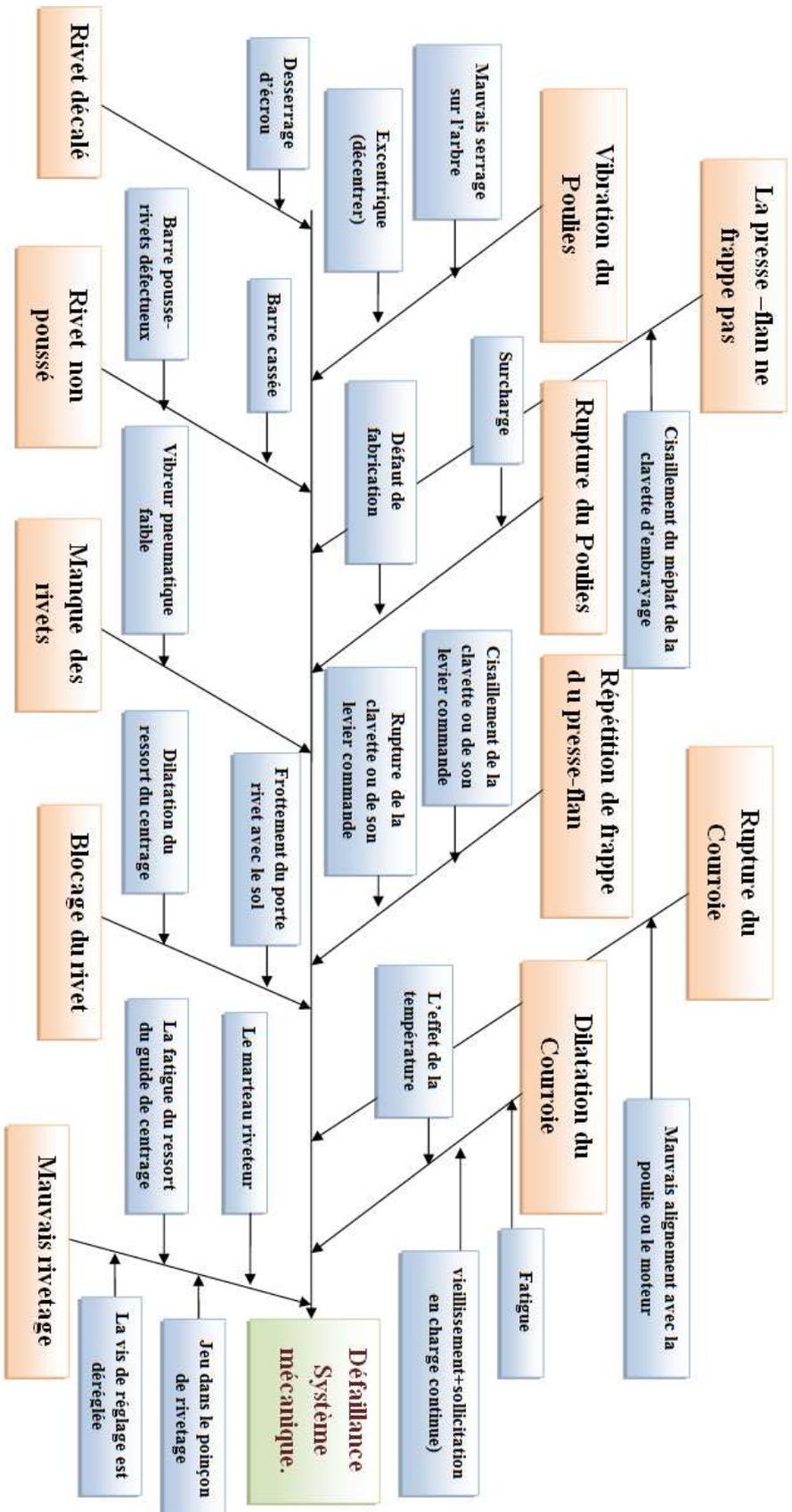


Diagramme d'Ishikawa du Mode de défaillances du Système mécanique.

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE										AMDEC MACHINE		
Système : Riveteuse automatique. Sous-système : Système mécanique.				Phase de fonctionnement : Machine normale			Date de l'analyse : 28/05/2013					
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité			Action corrective			
						F	G	N		C		
Système de centrage de rivet	Centrer le rivet	Blocage du rivet	Dilatation du ressort du centrage	Décentrage du rivet	Visuel	1	2	3	6	-remplacer le ressort  Maintenance préventive systématique		
			Frottement du porte rivet avec le sol			3	2	2	12			
		Rivet décalé	Desserrage d'écrou	Détruire la pièce		2	3	3	18	Surveillance particulière -utiliser un capteur de vibration sur le system		
Barre pousse-rivets	Pousser du rivet vers le presse-flan	Non poussage du rivet	Barre défectueux	Blocage du système de centrage	Visuel	3	2	3	18	-Surveillance particulière -Fabrication de la barre pousse en stock		
			Barre cassé			2	4	3	24			
Alimentateur vibratoire pour rivets	Mettre les rivets dans la glissière	Manque des rivets	Vibreux pneumatique faible	Arrêt de la production	Visuel	2	4	2	16	-Changement du ressort de vibration périodiquement		
Glissière	Ligne de conduite des rivets	Bruit	Desserrage d'écrou de fixation de la glissière	Blocage du système de centrage	Auditif Visuel	3	3	2	18	-Surveillance particulière -Installation d'un capteur de vibration sur le system		
						Rivets non centré						
Moyeu d'embrayage	Faire tourner l'axe de l'engrenage	Répétition de frappe Du presse-flan	Cisaillage de la clavette ou de son levier commande	Pièces défectueuses	Visuel	3	3	4	36	-Changement de la pièce -Fabrication de la pièce en stock - Maintenance préventive systématique		
			Rupture de la clavette ou de son levier commande			3	3	4	36			
		La presse –flan ne frappe pas	Cisaillage du méplat de la clavette d'embrayage	Arrêt de la machine	Visuel	1	3	3	9	-Maintenance corrective -Fabrication de la clavette en stock		

➤ **Tableau d'AMDEC :**

Système : Riveteuse automatique. Sous-système : Système mécanique.		Phase de fonctionnement : Machine normale		Date de l'analyse : 28/05/2013		AMDEC MACHINE				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	N	C	
Poules	Transmettre le mouvement de la courroie aux arbres	Vibration	Excentrique (décentrer)	Perte de performance	Visuel	1	2	2	4	-Maintenance corrective -fabrication d'une polie en stock
			Mauvais serrage sur l'arbre			1	3	2	6	
		Rupture	Défaut de fabrication	Arrêt de la machine	Visuel	1	3	2	6	
			surcharge			1	1	1	1	
Courroie	Transmettre le mouvement de la polie motrice et la polie réceptrice	Rupture	Mauvais alignement avec la polie ou le moteur	Arrêt de la machine	Visuel	2	3	2	12	-Maintenance préventive -Respecter la durée de vie du courroi et les conditions d'utilisation
		Dilatation	L'effet de la température	Vibration	Visuel	1	2	2	4	
			Fatigue (vieillessement+sollicitation en charge continue)			Arrêt de la machine	Visuel	2	2	
		Mauvais rivetage	La vis de réglage du marteau riveteur supérieur ou du poinçon de rivetage est déréglée	Pièces défectueuses	Visuel	2	3	3	18	
	Jeu dans le poinçon de rivetage	Rivet n'est pas bien positionner	3			3	2	18		
Le presse-flan	Presser le rivet sur la pièce		Le marteau riveteur inférieur ne monte pas	Pièce non rivé		2	3	2	12	-Graissage de la conduite -Dressage du marteau
			La fatigue du ressort de rappel du guide de centrage			2	2	2	8	

#### 4.2.2.4 Niveau de criticité :

En tenant compte des actions correctives proposés, par notre encadrant au sien de la société C.I.O.B, pour chaque mode de défaillance détectés grâce à l'AMDEC machine, et en se basant sur leurs criticités, on a pu associer à chaque gamme de criticité un ensemble d'actions à faire :

<b><math>1 \leq C &lt; 12</math></b> <b>criticité négligeable</b>	Maintenance corrective Contrôle
<b><math>12 \leq C &lt; 20</math></b> <b>criticité moyenne</b>	Maintenance préventive systématique Changement des pièces
<b><math>20 \leq C &lt; 27</math></b> <b>criticité élevée</b>	Maintenance préventive conditionnelle Utilisation des capteurs
<b><math>27 \leq C &lt; 37</math></b> <b>criticité interdite</b>	Changement urgent des pièces

#### **4.2.2.5 Plan de la maintenance préventive pour les RVA :**

En tenant compte des résultats de l'AMDEC machine, et afin d'améliorer la maintenance préventive pour la riveteuse RVA-02, on a proposé ce plan de la maintenance préventive :

Tâches	Plan de la maintenance préventive		
	Hebdomadaire	Mensuel	Annuel
la clavette et son levier commande			<b>6C/1S</b>
Fuite d'air		<b>2C</b>	
Barre pousse-rivets		<b>2C</b>	<b>2S</b>
Système de centrage de rivet		<b>1C</b>	
Alimentateur vibratoire pour rivets			<b>3C</b>
Glissière		<b>1C</b>	
Le presse-flan		<b>1C</b>	
Courroie			<b>3C/1S</b>
Les Fins de course			<b>3C</b>
Vérin			<b>2C</b>
Pédale			<b>3C</b>
Distributeurs électropneumatiques			<b>3C</b>
Moteur			<b>1C</b>

**C** : contrôle.

**S** : changement de la pièce.



# Conclusion

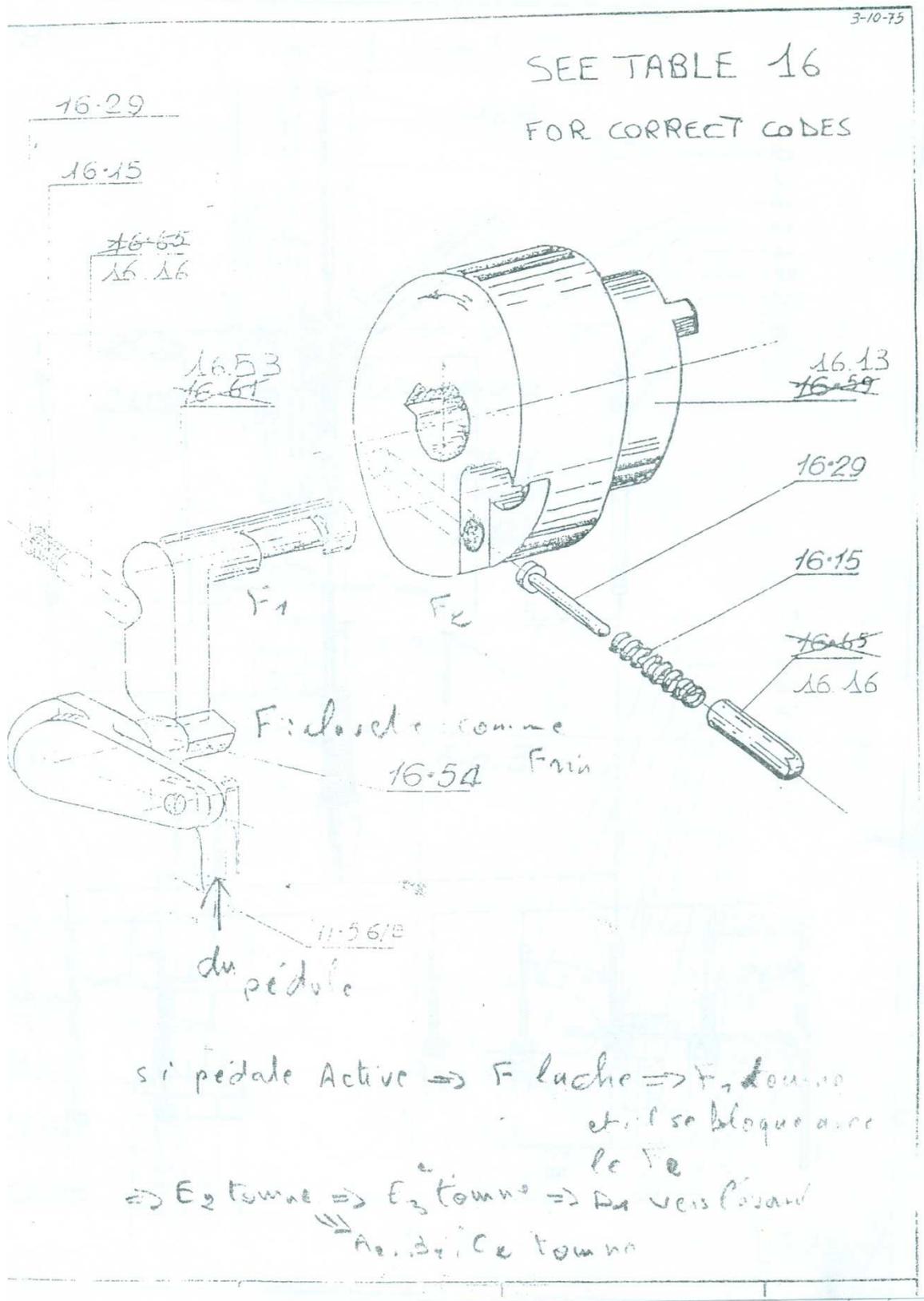
---

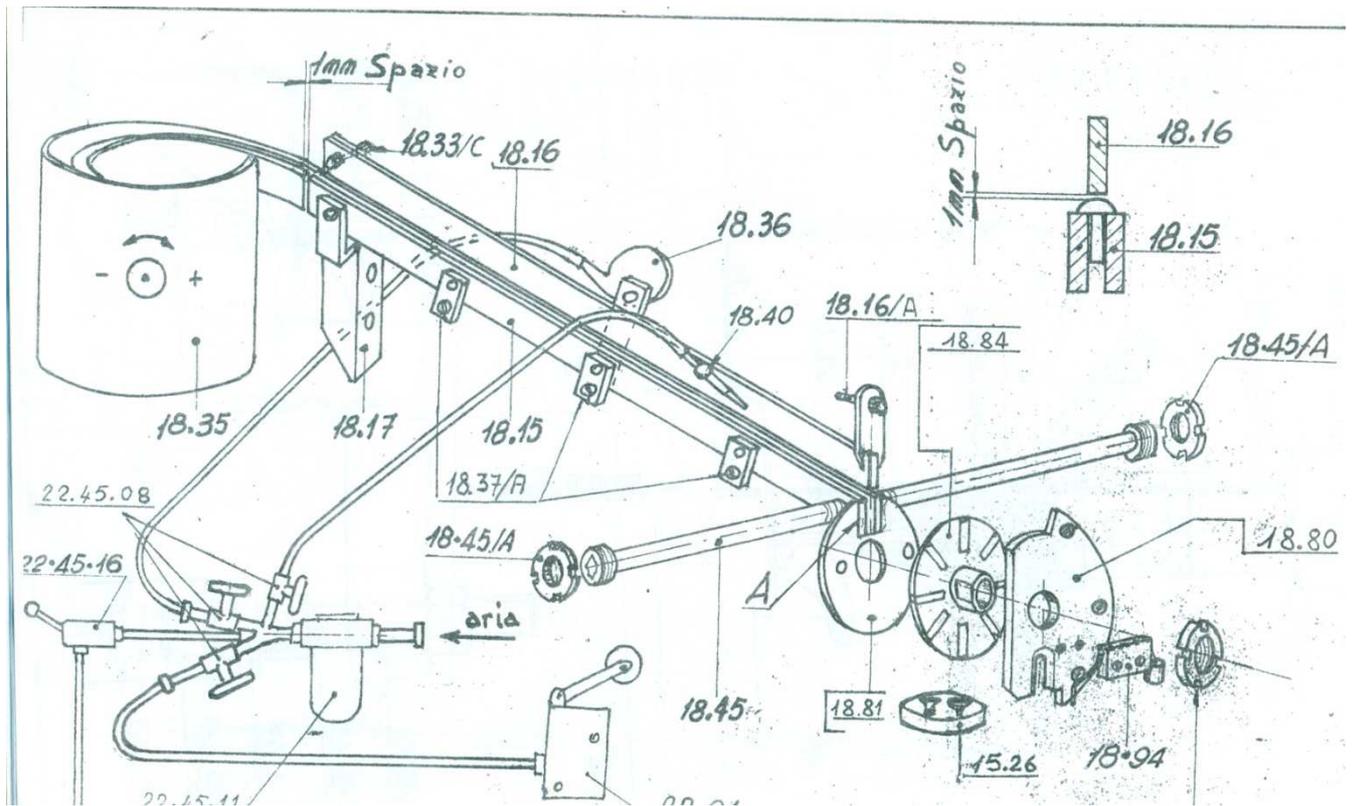
A travers ce projet de fin d'études nous avons essayé d'utiliser quelques méthodes de gestion de la maintenance, tel que Pareto, Abaque de Noiret et AMDEC. Ils nous ont permis de s'approcher du domaine de la maintenance.

Outre, pour toucher à tous les aspects de la maintenance nous avons effectué la méthode PARETO qui servira par la suite pour la classification des équipements sur lesquels la société doit faire l'AMDEC. Cette étape était très importante car elle a facilité la gestion, l'élaboration des dossiers machine et la préparation des procédures de la maintenance préventive. Malgré le manque des documents et la courte durée qui nous ont empêchés de terminer notre travail. C'est pour cela nous avons effectué une analyse AMDEC sur une et une seule machine (riveteuse : RVA-02), et tant que la société ne fait pas une étude des coûts de la maintenance, on l'a recommandé à fin de détecter les machines qui mérite d'être mis à la maintenance préventive et diminuer le nombre des machines sur lesquelles on va appliquer l'AMDEC.

# Annexes

## Photos de fonctionnement de la RVA-02 :





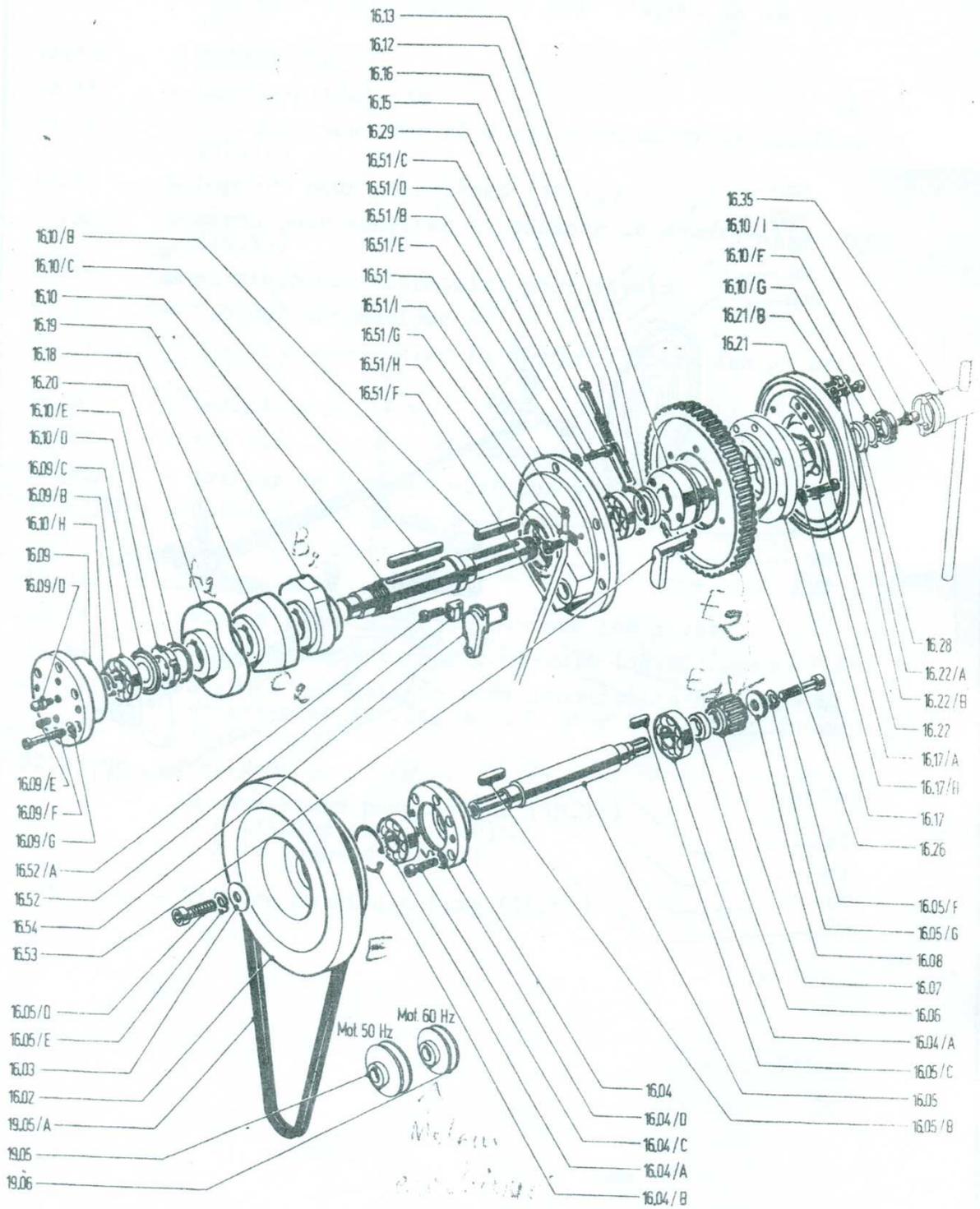


Fig. 1

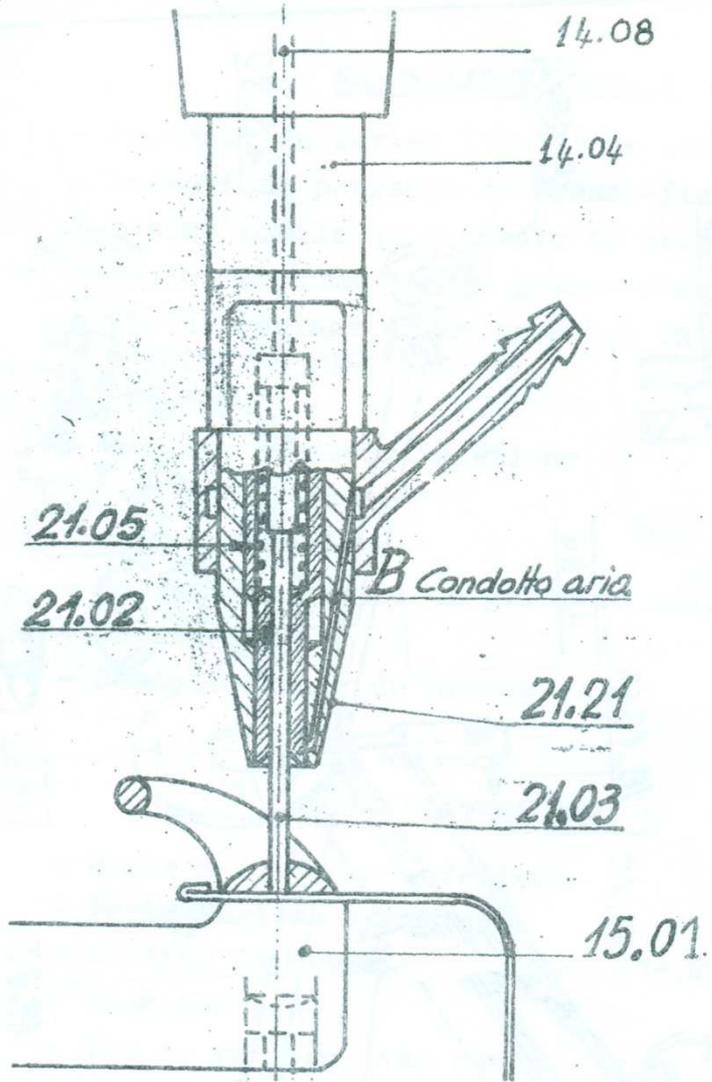


Fig. 2

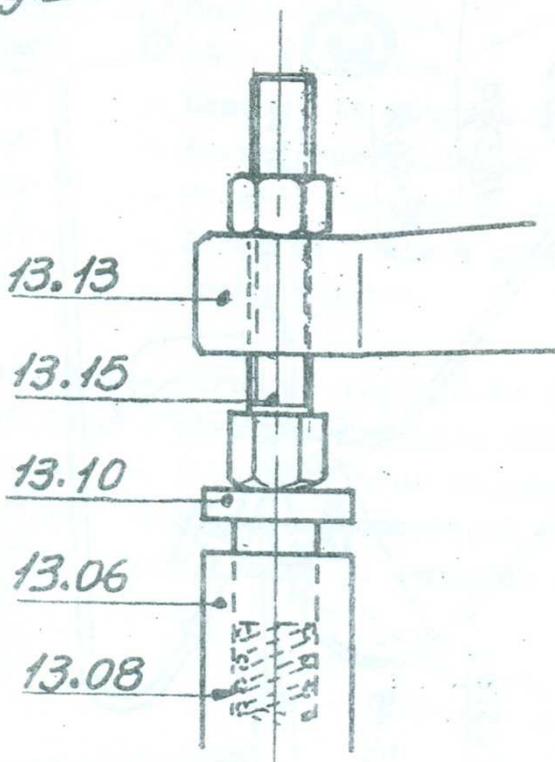
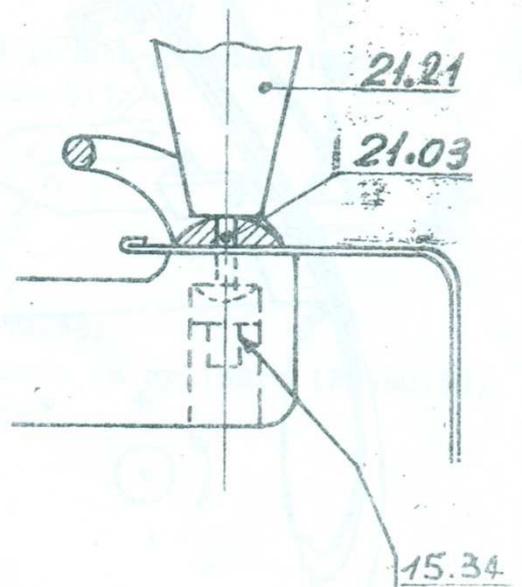


Fig. 3



## LA MÉTHODE ISHIKAWA :

Cette méthode est également appelée : le diagramme ou arrête de poisson ou diagramme des causes effets.

### 1 Objectif de la méthode

A l'aide d'un outil simple et usuel, la méthode Ishikawa doit permettre à un groupe de travail de rechercher, de décrire les causes, les variables d'un procédé ; le but étant atteint lorsque les idées sont épuisées.

### 2 Description

Il s'agit d'un diagramme constitué d'un certain nombre de flèches ramifiées sur une grande flèche horizontale qui indique le résultat désiré.

Le résultat désiré pouvant être :

- un but
- une quantité
- un objectif
- un problème
- un résultat
- une conséquence

*Remarque :*

Il faut obtenir la structure qui épuisera complètement les idées.

Il est recommandé de ne pas dépasser 6 branches principales obliques.

## Remplissage des tableaux de données PARETO :

- La première colonne est le nom des sections.
- La deuxième est les données du temps d'arrêt ( $T_i$ ) en heurs classées en ordre décroissant.
- La troisième colonne est le cumule ( $C_i$ ) des temps d'arrêt :
  - Dans la 1<sup>ère</sup> case on met la valeur du 1<sup>er</sup> temps d'arrêt ( $C_0=T_0$ )
  - Dans les autres cases on met ( $C_i=C_{i-1}+T_i$ )
- Et dans la quatrième colonne on calcule le pourcentage des cumule ( $\%C_i=(C_i/\sum T_i)*100$ ).

### Tableau des critères des 13 machines pour l'Abaque de Noiret :

Machines / Critères	Interdépendance	Complexité	Coût
TRR-04	Matériel double	Peu complexe et accessible	Coûteux
RVA-02	Matériel important à marche continue	Complexe et peu accessible	Très coûteux
PRI-01	Matériel double	Complexe et peu accessible	Spécial
PRI-05	Matériel double	Complexe et peu accessible	Spécial
POA-06	Matériel important à marche continue	Très complexe et accessible	Très coûteux
SAT-01	Matériel double	Peu complexe et accessible	Peu coûteux
POA-11	Matériel important à marche continue	Très complexe et accessible	Très coûteux
SAT-11	Matériel double	Peu complexe et accessible	Peu coûteux
PRM-09	Matériel important à marche continue	Complexe et peu accessible	Spécial
TRR-05	Matériel double	Très complexe et accessible	Coûteux
POA-04	Matériel important à marche continue	Très complexe et accessible	Très coûteux
POA-01	Matériel important à marche continue	Très complexe et accessible	Très coûteux
TRR-13	Matériel double	Très complexe et accessible	Très coûteux

Pour les autres critères sont fixé :

L'âge : +20 ans.

Origine : Etranger sans logistique.

Robustesse : Matériel peu robuste.

Condition de travail : Marche à 1 poste (1\*8h).

Pertes de produit : Produits à reprendre.

Délais d'exécution : Délai long=fabrication sur stock.