



## *Dédicaces*

*À l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce travail que Je dédie*

*A ma mère, à mon père*

*Pour leur bienveillance et leur abnégation pour  
m'encourager à terminer dans de bonnes conditions mon  
travail.*

*A mes frères*

*A ma sœur*

*Pour leur grande disponibilité, leur conseil et les  
encouragements qu'ils m'ont apportés tout le long de la  
réalisation de ce mémoire, qu'ils retrouvent dans ce travail  
le témoignage de mon profond respect et de toute ma  
reconnaissance*

*A tout les membres de ma famille*

*A tous mes amis chacun a son nom*

*en particulier les compagnons*

*du long chemin avec tous mes vœux de succès*

*A tous ceux que j'aime*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*Merzgane mohamed  
lamine*

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**FMD** : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité.

**CEN** : comité Européen de normalisation.

**DIN** : Institut Allemand de normalisation.

**HF** : Hauts fourneaux.

**LAF** : Laminoir a froid.

**LFR**: Laminoir a file et rond.

**LRB**: Laminoir rond a biton.

**MSP**: Maintenance systématique préventif.

**PDR**: Pièce de rechange

**TPM**: La Total Productive Maintenance

**TRS** : Le Taux de Rendement synthétique

**TA**: temps d' arrêts

<b>SOMMAIRE :</b>	<b>Pages</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>01</b>
 <b>CHAPITRE I: PRESENTATION DU LIEU DE STAGE</b>	
INTRODUCTION	04
1) LE COMPLEXE SIDERURGIQUE D'EL-HADJAR	04
2) UNITES ET MOYENS DE PRODUCTION	05
3) ORGANISME DE L'ENTREPRISE	05
4) REPRESENTATION DU L'UNITE TSS	07
5) PROCEDURE DE FABRICATION	08
6) ORGANISATION DE TSS	10
7) ORGANIGRAME DE SERVICE MAINTENANCE	11
 <b>CHAPITRE II: IMPACT DE LA MAINTENANCE</b>	
INTRODUCTION	14
1) DEFINITION DE LA MAINTENANCE	14
2) OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE	15
3) DIFFERENTS CONCEPT DE LA MAINTENANCE	15
A) Maintenance préventive	16
B) Maintenance corrective	17
4) MISSION DE LA MAINTENANCE	17
5) LES NIVEAUX DE MAINTENANCE ,	17
6) LES BENEFICES ET LES DEPENSES DE LA MAINTENANCE	18
7) COUTS DE MAINTENANCE	19
 <b>CHAPITRE III: ETUDE STATISTIQUE ET INTERPRETATIONS</b>	
INTRODUCTION	21
1) STATISTIQUES DES INDICATEURS DE MAINTENANCE	22

2) LA PRODUCTION (NOMBRE DES TUBES LAMINEES)	23
3) ANALYSE LA CONSOMMATION PDR	24
4) ANALYSE LA CONSOMMATION HUILES L/T	25
5) ANALYSE LA CONSOMMATION GRAISSE KG/T	26
6) TAUX DE PANNE	26
7) INTERPRETATIONS	27
8) CONCLUSIO	27

## **CHAPITRE IV: MISE EN PLACE DE TPM**

INTRODUCTION	29
1) DEFINITIONS	29
2) LE TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE	30
• 2.1 Les six (6) grandes pertes	
• 2.2 Principe du TPM	
• 2.3 Objectifs de la TPM	
• 2.4 Les résultats escomptés de la TPM	
• 2.5 Evaluation par la formule du TRS	31
• 2.6 Calcul et application de la TRS aux conditions de l'entreprise	32
• 2.7 Tableau synthèse des résultats obtenus	33
3) CONCLUSION	34

## **CHAPITRE V: PRESENTATION DE L'INSTALLATION**

1) PRESENTATION DE L'ATELIER « LAT »	36
2) DESCRIPTION LA ZONE PREENFINEMENT	37
3) DESCRIPTION DU PONT A PINCES	38
3.1. Présentation du pont à pinces	
3.2. Processus de fonctionnement	
4) SECURITE AU NIVEAU DE L'ATELIER	42
5) CONCLUSION	44

## **CHAPITRE VI: ANALYSE FMD**

INTRODUCTION DE LA FIABILITE	46
1) Rappels et indicateurs de fiabilité	48
2. Calcul des paramètres de fiabilité	49
3. Calcul de la fonction de répartition réelle $F(t)$	50
4. Détermination de la MTBF	51
5. Détermination de $R(t)$ , $F(t)$ , $f(t)$ , $k(t)$ :	52
6. Application de test de KOLMGOROV-SMIRNOV	53
7. Représentation graphique et interprétations	53
• La fonction de fiabilité $R(t)$	54
• La fonction de taux de défaillance $X(t)$	54
• La fonction de la densité de probabilité $f(t)$	55
• La fonction de réparation $F(t)$	55
2) MAINTENABILITE :	56
La fonction de la maintenabilité $M(t)$	57
3) DISPONIBILITE ET SA METHODE DE CALCUL	57
3. 1. La fonction de disponibilité $D(t)$	58
CONCLUSION :	58
<b>COCLUSION GENERALE</b>	60
<b>Liste de l'abréviation</b>	61
<b>ANNEXE</b>	64
<b>LISTE DES FIGURES</b>	65
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	66

## INTRODUCTION

Arcelor Métal Annaba est un complexe sidérurgique intégré. Les produits tout confondu de l'usine comprennent à savoir : les produits longs, les produits plats comptant les bobines laminées à chaud et divers produits laminés à froid, des produits enrobés, et les tubes sans soudure.

Les produits longs incluent le rond à béton et le fil machine.

### 1) LOCALISATION DU COMPLEXE SIDERURGIQUE D'ELHADJAR.

Création le 03 Septembre 1964 par le décret N° 64276 et approuvant les statuts de la société nationale de sidérurgie.

Il est situé à 15 Km au Sud-est du chef lieu de la Wilaya de Annaba et occupant:

Une Superficie de 800 hectares

- trois cents (300) hectares occupés par les ateliers de production,
- trois cents (300) hectares réservés au stockage des matières sidérurgiques,
- deux cents (200) hectares affectés aux structures de services,

Pour des besoins en énergie et fluides le complexe est équipé par :

**A** / trois (3) centrales thermiques,

**B** / quatre (4) centrales à oxygène,

**C** / trois (3) usines à eau.

En outre, pour son trafic portuaire, le complexe dispose d'un périmètre au port d'Annaba :

- d'un quai sidérurgique équipé de grues.
- d'un quai sidérurgique équipé de portique.

## **2) UNITES ET MOYENS DE PRODUCTION**

Le complexe ARCELOR MITTAL ANNABA reçoit la matière première de la mine d'El-Ouenza par voie ferroviaire sur une distance de 150 Km.

Le minerai arrivant au complexe est déchargé, stocké, ensuite traité pour devenir une pâte que nous appelons aggloméré est directement acheminé vers les hauts fourneaux (HF) pour fusion et donc pour l'obtention d'une fonte liquide.

Cette fonte liquide produite est soit solidifiée en gueuses de fonte brute, soit transformée en acier au niveau des aciéries à oxygène à l'aide de convertisseurs.

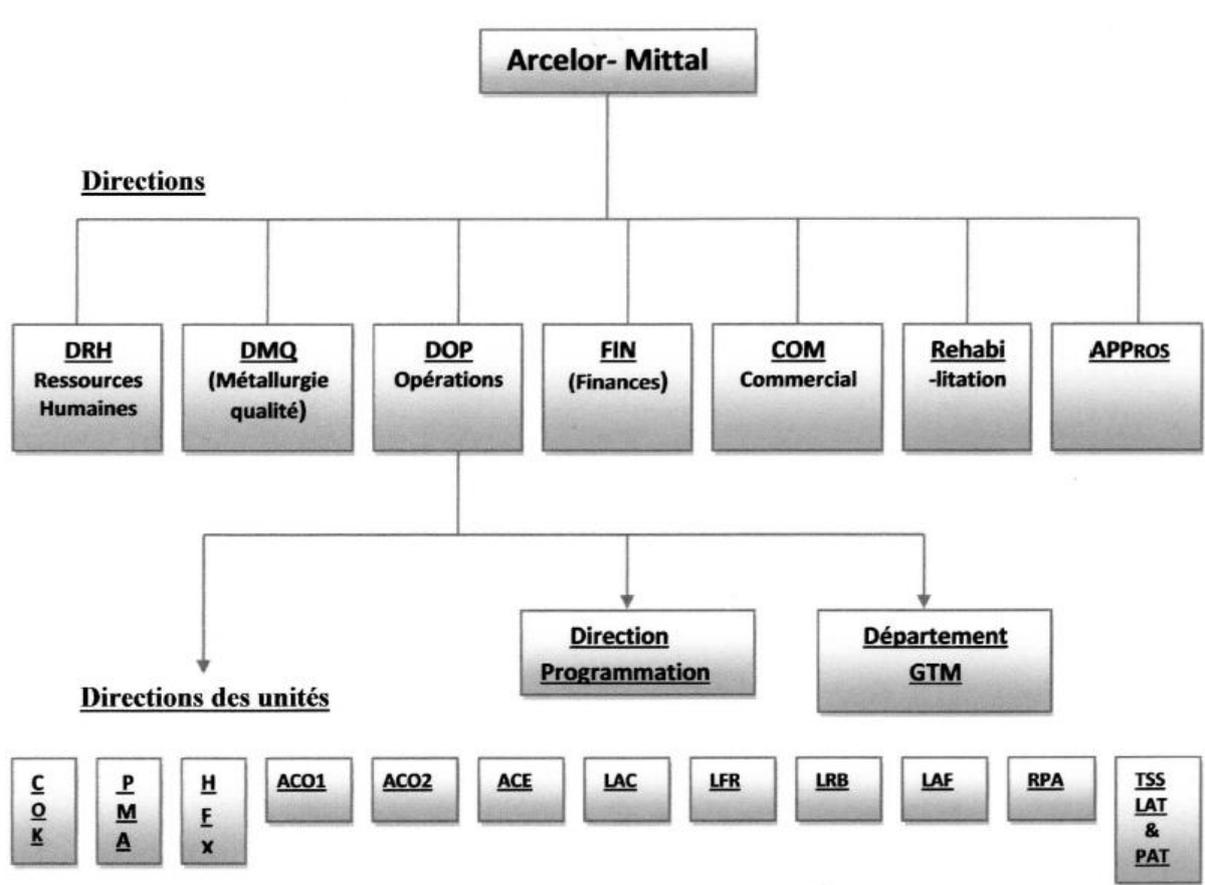
L'acier obtenu est coulé sous forme de brames d'une longueur allant jusqu'à 6000 mm.

Les brames sont destinés à l'atelier de laminage à chaud pour obtention des bobines de tôles Fortes. Les bobines de tôle ainsi produites sont destinées soit à l'atelier tuberie (TUS) pour l'élaboration des tubes nécessaires aux hydrocarbures (Pipe line et gazoduc) où encore élaborées au niveau du laminoir à froid (LAF) pour la production des tôles galvanisées, étamées et autres.

L'aciérie(ACOI) produit en plus des billettes (et non des brames) qui sont destinés au Laminoir à fil et rond (LFR).

## **3) ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE :**

Le complexe est constitué de 7 directions dont la plus importante est la direction des opérations (D.O.P) qui assure un directoire sur plusieurs unités de production quant à leur fonctionnement et stratégies adoptées.



**Figure 1-1 : Organigrammes de l'entreprise ARCELOR MITTAL**

### ANNABA

Où:

- COK: Cokerie
- LAC: Laminoir à Chaud
- ACO: Aciérie à oxygène
- LFR: Laminoir à Fil et Ronds
- ACE: Aciérie électrique
- LRB: Laminoir à Rond à Béton
- T.S.S : Tube rie sans soudure
- RPA: Revêtement Parachèvement

#### 4) PRESENTATION DU L'UNITE TSS ( Tuberie Sans Soudure)

La tuberie sans soudure (TSS) d'EL-Hadjar a démarré en **1976** et appartient au complexe Sidérurgique situé à **10 Km** de la ville d'Annaba. Cette unité a démarré en **1976** pour les tubes de conduite (Pipe Line) et en **1978** pour les tubes de Coffrage et de production (Casing et tubing).

Depuis son démarrage unité à produit plus d'un demi-million de tonnes de tubes sans Soudure dont la moitié pour le transport des hydrocarbures (pétrole et gaz).

Ce service a été notre lieu de stage pour l'accomplissement de mon projet de fin de cycle et vu mon profil, le département maintenance a été le principal service de réception et d'orientation.

Ses principaux clients sont :

- SONATRACH
- SONELGAZ
- NAFTAL
- ALTUMET
- KHANAGAZ et d'autres.

En ce qui concerne la conduite pétrolière latubrie, fabrique tous ses tubes sans soudure selon les spécifications de l'API (American Petroleum Institute).

Depuis **1986**, la TSS a obtenu la reconnaissance de la qualité de ses produits par l'obtention du label < Monogramme API > délivré par l'institut Américain du Pétrole. De plus la tuberie sans Soudure a été l'une des premières en Algérie à obtenir, en **1999**, la certification **ISO 9001**. (Voir annexe)

Les équipements de processus et de contrôles sont remis périodiquement à jour selon les exigences des spécifications API 5L (pour les Pipe line) et 5CT (pour les casings et tubing).

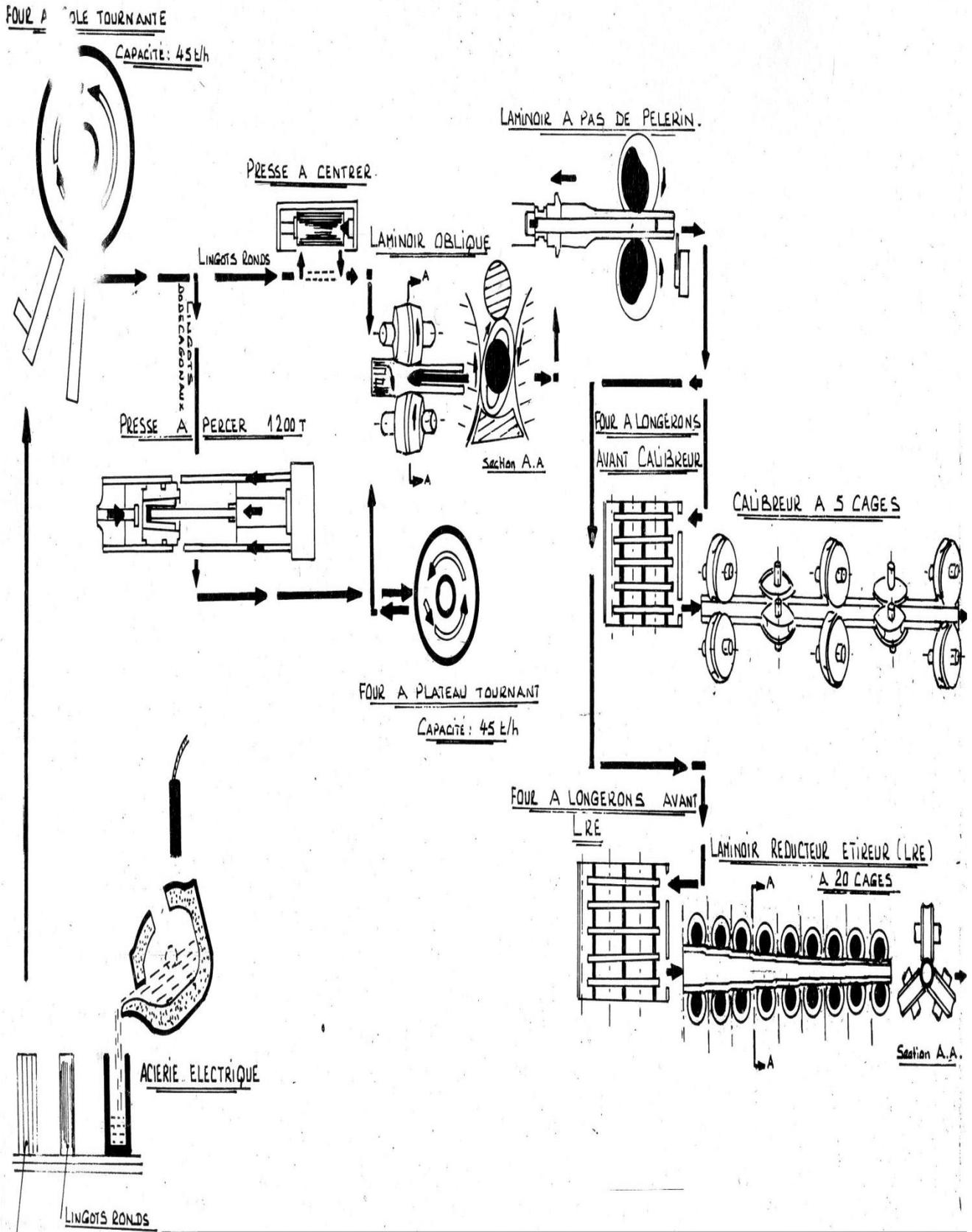
## 5) PROCESSUS ET ORGANISATION DE FABRICATION :

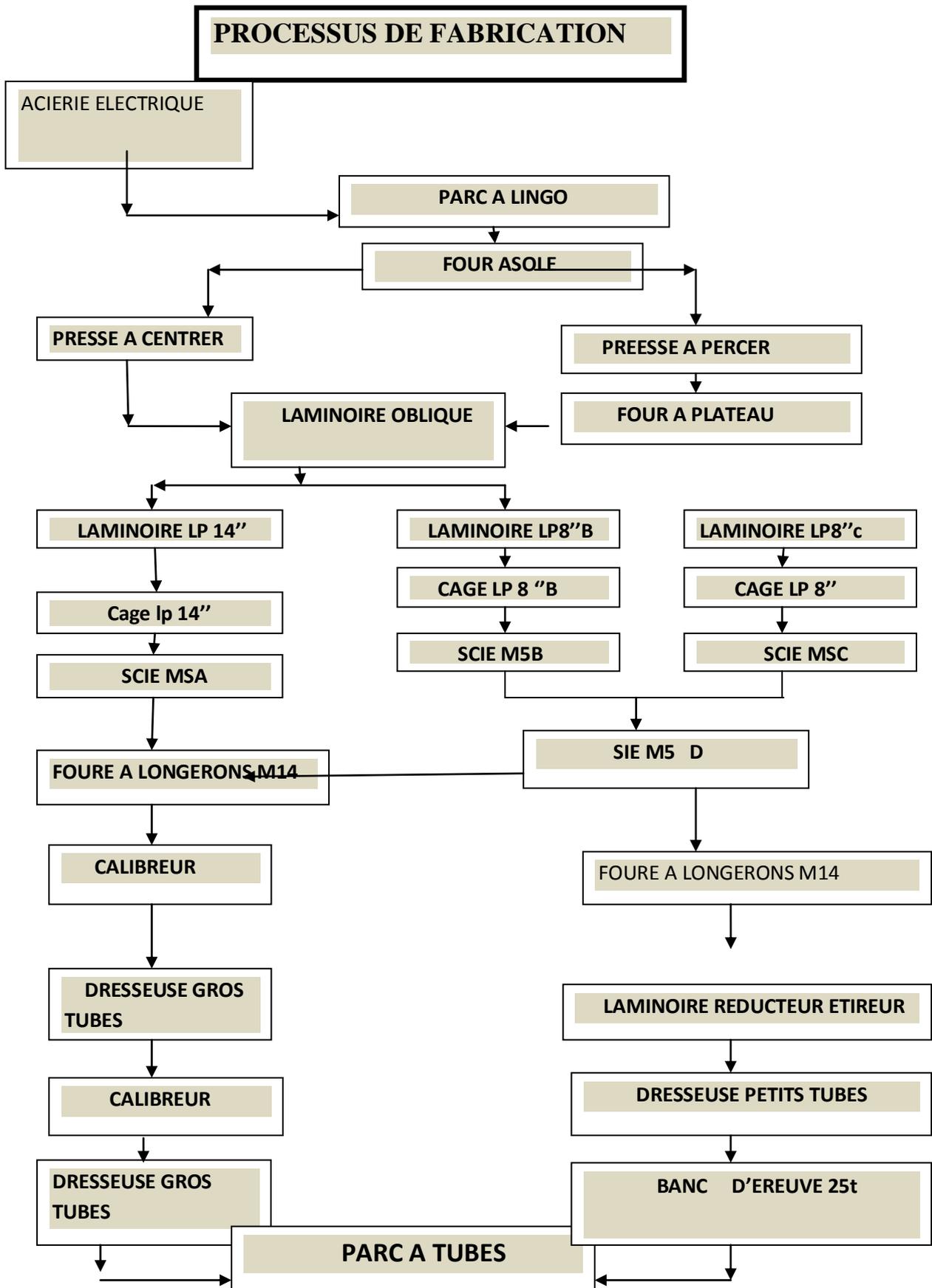
Les tubes sans soudures sont produits tubulaires en acier forgé sans ligne de soudure. Ils seront obtenus à partir d'une ébauche cylindrique par un travail du métal à chaud (laminage) en vue de produire la forme, les dimensions et les propriétés requises.

L'aciérie électrique (ACE) alimente la TSS en matière (lingots), elle produit deux types de Lingots :

- Lingots ronds :  $\varnothing$  190 –405 mm
- Lingots décagonaux :  $\varnothing$  300 –500 mm

LAMINOIR A TUBES





**Figure I-2 : Processus de la fabrication du tube.**

## 7) ORGANIGRAMME DE LA TSS

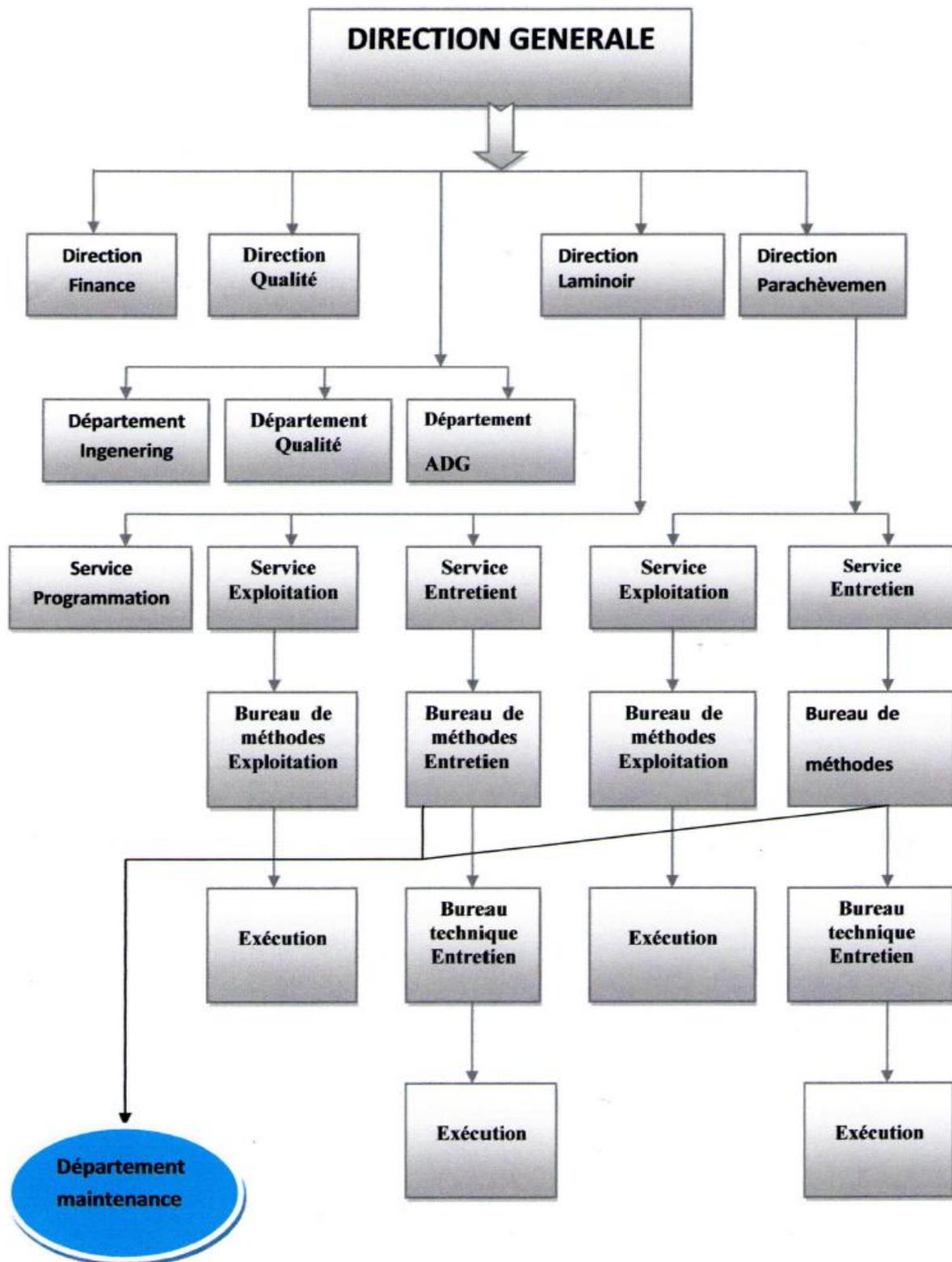


Figure I-3: Organigramme des services de TSS

## 7) ORGANIGRAMME DEPARTEMENT MAINTENANCE

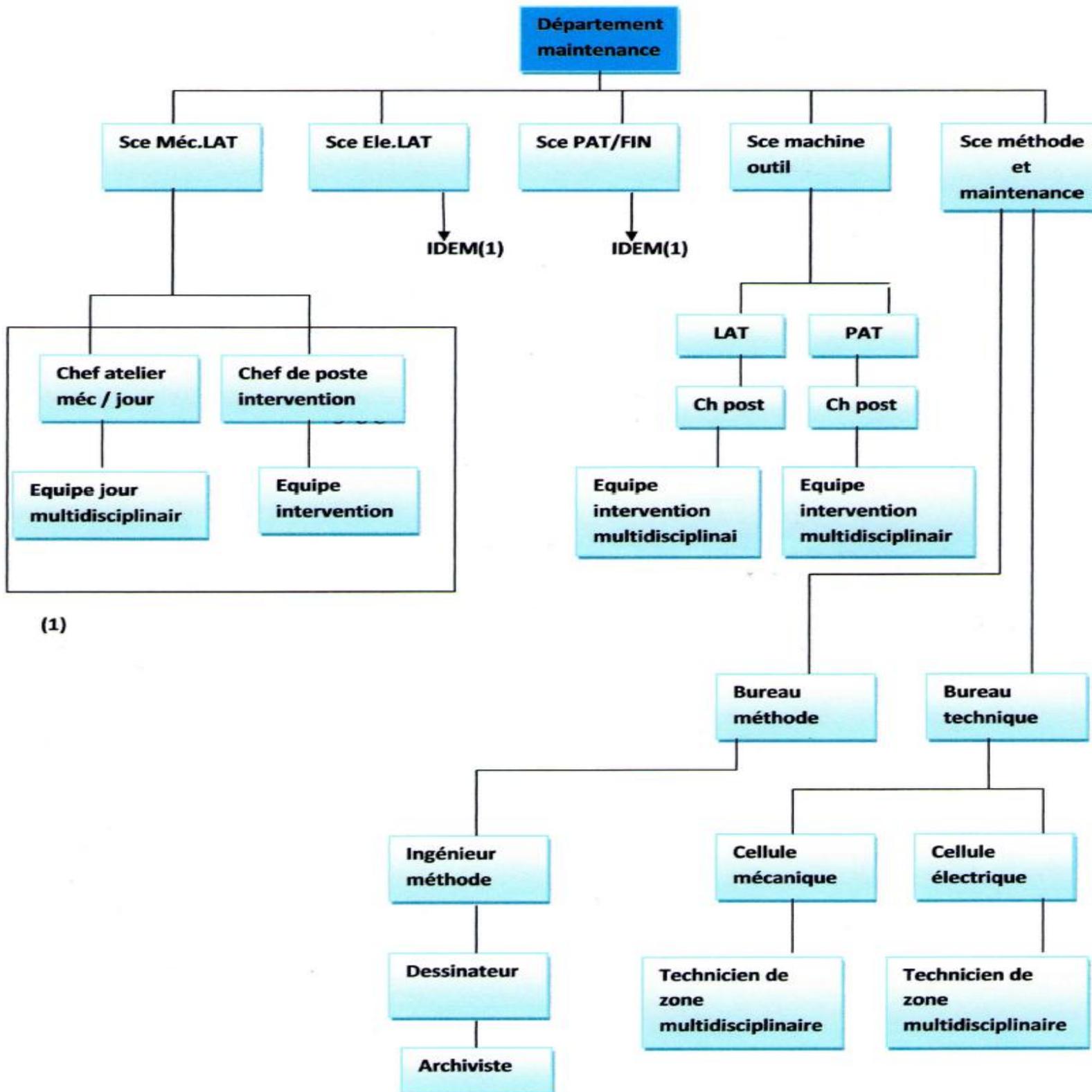


FIGURE I-4: Organigramme département de maintenance

## **REMARQUE :**

Les deux structures d'organisation présentées ci dessus sont indispensables pour donner l'importance et la fonctionnalité des différentes unités et services pour une meilleure gestion de la production ainsi que la maintenance et autres prestations techniques.

De plus nous faisons ressortir la place ou le rang de la maintenance dans ce processus de production, ainsi que le lieu réel où j'ai effectué mon stage.

## CHAPITRE II:

# IMPACT DE LA MAINTENANCE

### INTRODUCTION

- 1) Définition de la maintenance.
- 2) Objectifs de la maintenance.
- 3) Différents concept de la maintenance.
  - A) Maintenance préventive.
  - B) Maintenance corrective.
- 4) Mission de la maintenance.
- 5) Les niveaux de la maintenance.
- 6) Les bénéfices et les dépenses de la maintenance.
- 7) Couts de la maintenance.

## INTRODUCTION

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable, la fonction maintenance est en général, assimilée à la fonction dépannage et réparation d'équipements soumis à usage et vieillissement.

La véritable portée de la fonction maintenance mène beaucoup plus loin: elle doit être une recherche incessante de compromis entre la technique et l'économique.

Il reste alors, beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise.

Pour mener à bien sa mission, la fonction maintenance exige des moyens humains et matériels importants et adéquats. Elle ne peut pas devenir le refuge d'un personnel inapte à la fabrication et doit bénéficier d'un budget de fonctionnement qui doit lui permettre de jouer un rôle qui dépasse celui d'un service de dépannage.

Une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires pour gérer les activités de maintenance.

### 1) DEFINITION DE LA MAINTENANCE:

La maintenance c'est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Cette définition AFNOR n'aborde pas l'aspect économique, lacune comblée par le document d'introduction X 60-000 : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ».

Le terme « **maintenir** » contient la notion de « **prévention** » sur un système en fonctionnement. Le terme « **rétablir** » contient la notion de « **correction** » consécutive à une perte de fonction. Un « **état spécifié** » ou un « **service déterminé** » implique la prédétermination des objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques. L'institut allemand de normalisation DIN définit la maintenance comme « l'ensemble des mesures visant à maintenir ou à rétablir l'état prévu d'un bien ainsi qu'à constater et à juger l'état actuel » (norme 31051).

## 2) OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE:

Les principaux objectifs de la maintenance sont:

- \* de maintenir l'équipement dans un bon état de marche, dans les meilleures conditions de qualité, de délai et de prix de revient;
- \* de remplacer l'équipement à des périodes prédéterminées;
- \* d'assurer à l'équipement des performances de haute qualité;
- \* d'améliorer la sécurité du travail;
- \* de former le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance;
- \* de conseiller la direction d'usine et la fabrication;
- \* de maintenir l'installation dans un état de propreté absolue.

La fonction maintenance a donc un caractère productif tout comme la fonction fabrication. On parle souvent de la maintenance productive, et il convient de lui attacher une importance aussi grande que la fonction fabrication. Les deux ont la tâche d'assurer une conduite et une qualité constante de la production.

## 3) Différents concept de la Maintenance:

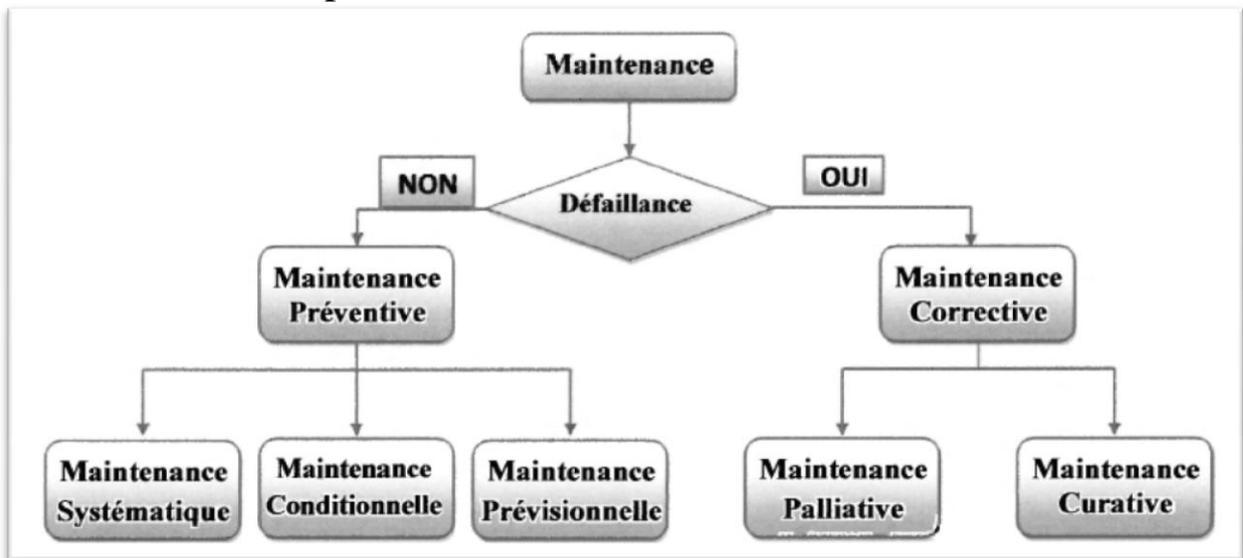


Figure II-1: les différentes formes de maintenance

**A) Maintenance préventive** : La maintenance préventive ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu.

Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'usage (maintenance systématique), et des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle)

- ❖ **Maintenance prévisionnelle** : Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.
- ❖ **Maintenance conditionnelle** : Ce type de maintenance comprend toutes les tâches de restauration de matériels ou de composants non défaillants, entreprises en application d'une évaluation d'état et de la comparaison avec un critère d'acceptation préétabli (défaillance potentielle).
- ❖ **Maintenance systématique** : Ce type de maintenance comprend l'ensemble des actions destinées à restaurer en totalité ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défaillants, lorsque ces tâches sont décidées en fonction du temps ou de la production, sans considération de l'état des matériels à cet instant.

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

- ❖ **Maintenance palliative** : Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise. Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.
- ❖ **Maintenance curative** : Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance(s).

#### 4) MISSION DE LA MAINTENANCE:

La mission des ingénieurs et des techniciens est de produire avec un minimum de capital et de matières premières, de garantir en outre le fonctionnement de l'outil de production pendant la plus longue durée possible, avec un minimum de dépense et en assurant qualité et sécurité. En règle générale, ces objectifs ne peuvent être atteints que par la maintenance préventive des machines.

*La maintenance à pour but :*

- Le maintien du capital machines
- La suppression des arrêts non programmés et des chutes de production (garantie de la capacité de livraison).
- La maintenance joue un rôle économique essentiel dans l'industrie. cela se retrouve d'ailleurs dans les dépenses liées à l'entretien.

#### 5) LES NIVEAUX DE MAINTENANCE

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien à maintenir.

NIVEAU	ACTIVITES
NIVEAU 1	RONDE PETIT ENTRETIEN, GRAISSAGE
NIVEAU 2	ECHANGE STANDARD, CONTROLES DU BON FONCTIONNEMENT
NIVEAU 3	DIAGNOSTIC, PETITES REPARATION, OPERATIONS MINEURES PREVENTIVES
NIVEAU 4	TRAVAUX DE MAINTENANCE PREVENTIVE ET CORRECTIVE, REGLAGE DES MOYENS DE MESURE
NIVEAU 5	RENOVATION, RECONSTRUCTION ET REPARATIONS IMPORTEES



Figure II-2 les niveaux de la maintenance

## 6) LES BENEFICES ET DEPENSES DE LA MAINTENANCE:

Les performances et l'efficacité de la Maintenance dépendent principalement:

- \* de la résolution des problèmes technico-organisationnels;
- \* du coût des moyens mis en œuvre.

La réponse à la question « Combien devrait coûter la Maintenance » ? Pourrait être:

''Le cout de la maintenance ne doit pas dépasser le bénéfice réalisé par la disponibilité des biens''

Le problème réside dans le fait qu'il est difficile de chiffrer le bénéfice et par conséquent une comparaison avec les dépenses en maintenance quasiment impossible.

Si l'importance de la fonction maintenance, en vue de la conservation des biens durables, n'est pas remise en cause, il existe souvent une critique sur le « cadre du besoin » **et les difficultés** « d'évaluation de la fonction » par le financier.

Il ne faut jamais oublier que:

**''la maintenance n'est pas un but, c'est un moyen pour réaliser la production ou une prestation de service et assurer sa qualité''**

La mise en place de ce moyen au moindre coût est une obligation de la gestion maintenance.

Le problème de la détermination du « cadre du besoin » et la difficulté « d'évaluation de la fonction » peut être uniquement solutionné avec l'analyse continue des conséquences des défaillances et d'y retirer les actions à mener.

Les coûts de non-maintenance regroupent l'incidence de l'inefficacité de la maintenance, entraînant une indisponibilité et une dégradation de fonction des équipements. Les effets peuvent aller jusqu'à la diminution des activités de l'entreprise et à la génération de coûts de non-qualité.

Le but de la maintenance est d'essayer de réduire la somme des coûts directs et des coûts de non-maintenance.

Les méthodes traditionnelles de chiffrage des coûts permettent de mesurer aisément les coûts directs de la maintenance. Il n'en est pas de même de mesurer le manque à gagner dû à la non-efficacité du bien. Il faut donc, quand on parle des coûts de maintenance tenir compte de l'ensemble des coûts en relation avec la possession d'un bien. Il est indispensable de définir une méthode intégrant le calcul de coût au niveau de l'entreprise entière.

## **7) COÛTS DE MAINTENANCE:**

Si on considère les facteurs intervenant dans le coût total de maintenance trois types de coûts doivent être suivis par le responsable de maintenance.

**a) Les coûts directement imputables à la maintenance (dépenses propres à son fonctionnement), ce sont les **coûts de maintenance**:**

- main d'œuvre;
- contrats de maintenance;
- fournitures et pièces de rechange;
- le coût de possession du stock-maintenance.

**b) Les coûts des arrêts de fabrication dus à la défaillance, ce sont les coûts d'indisponibilité:**

- perte de production;
- manque à gagner;

**c) Les coûts de maintenance corrective et les coûts d'indisponibilité consécutifs à la défaillance des biens d'équipement, ce sont les **coûts de défaillances**:**

- frais fixes non couverts
- frais variables non réincorporés
- marge bénéficiaire perdue

On voit que les coûts susceptibles d'être régulés, du moins tant que la structure de l'entreprise reste inchangée sont les coûts de main d'œuvre, une partie des coûts de fournitures et pièces de rechange, et les frais variables non réincorporés.

Pour obtenir des coûts exacts, réalistes, il faut des renseignements précis. Or, les frais de main d'œuvre interne sont le produit d'un temps par un coût horaire, charges comprises.

## **CHAPITRE III:**

### **ETUDE STATISTIQUE ET INTERPRETATIONS**

#### **INTRODUCTION:**

- 1) Statistique des indicateurs de maintenance.**
- 2) La production (nombre de tonnages la minées).**
- 3) Analyse de la consommation PDR.**
- 4) Analyse de la consommation des huiles.**
- 5) Analyse la consommation des graisses.**
- 6) Analyse de pannes.**
- 7) Interprétations.**
- 8) Conclusion.**

## *INTRODUCTION*

Cette étude est appliquée au niveau de l'unité TSS durant les mois de production (de janvier à décembre 2008) lieu où s'est déroulé mon stage.

De plus, cette période a été la dernière commande de production stable vis à vis du fonctionnement de tous les services de cette unité ; donc ce choix recommandé par le staff technique, trouve une objectivité d'évaluation des moyens mises à la disposition de cette production jusqu'à ce jour.

Je tiens à remercier les cadres de ce service pour l'aide, la confiance et l'orientation sur la documentation mise à ma disposition. Mon étude s'est basée est les points suivants :

- 1) Paramètres de maintenance.
- 2) Les indicateurs de maintenance.
- 3) Tableau de bord annuelle.

Dans cette entreprise, on a choisis parmi ces trois indicateurs de maintenance le 2ème afin de suivre avec leurs résultats de l'historique de l'état des installations, on résume la situation sur le tableau qui suit:

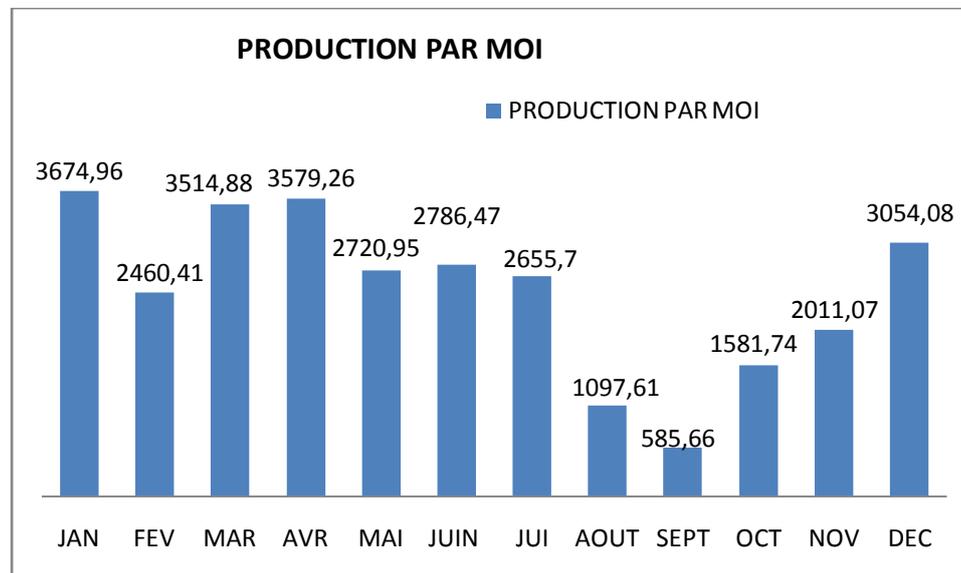
**1) STATISTIQUES DES INDICATEURS DE MAINTENANCE:**

<b>moi \ ratios</b>	<b>PDR en \$/T</b>	<b>TAUX en%</b>	<b>C.huile en L/T</b>	<b>C.Graisse en kg/T</b>
JANVIER	40.69	16.38	2.169	0.65
FEVRIER	48.74	17.76	0.671	0.36
MARSE	51.95	15.87	0.98	0.65
AVRILE	36.84	17.54	1.324	0.44
MAI	25.54	28.88	3.68	0.751
JUN	35.26	13.26	1.126	1.47
JUILLT	99.21	12.13	1.689	0.40
AOUT	58.32	4.38	2.172	2.28
SEPTEMBRE	128.35	3.70	10.451	-
OCTOBER	16.72	6.43	2.210	1.31
NOVEMBER	5.96	12.99	2.84	0.58
DECEMBRE	6.22	8.09	2.573	0.48
<b>ANNUEL</b>	46.15	13.08	1.63	0.70
<b>OBJECTIFS</b>	<b>38 \$/T</b>	<b>15.71%</b>	<b>1.4 L/T</b>	<b>0.6 KG</b>

**T. III-1 : Tableau des statistiques des différents indicateurs de maintenance année 2008**

**2) LA PRODUCTION : NOMBRE DE TONNAGES LAMINEES.**

Convaincu qu'une entreprise est évaluée par sa capacité de production, dans ce cas nous allons présenter un état d'une production annuelle ou le cahier de charge a enregistré une commande stable.



**Figure III-1: production par mois de produits laminés**

### **COMMENTAIRES :**

Le constat qu'on peut faire, est que la production durant la période des saisons hiver et printemps totalise les % de la production annuelle et une moyenne mensuelle se qui revient à déduire un manque à produire de (Juin -Novembre).

Les cause à l'origine de cette situation :

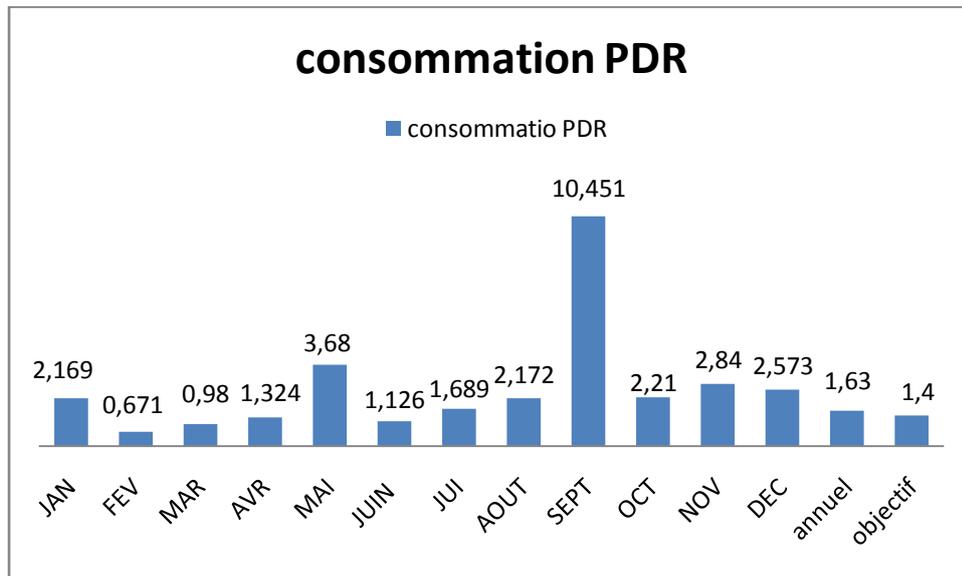
- Climat et activités sociales ;
- Périodes d'interventions techniques ;
- Départ en congé,... etc.

De plus nous remarquons que : La production durant le mois de Septembre est très faible vue qu'elle représente 585.66 T par rapport la production prévue ; la conséquence d'une grève des travailleurs a enregistré un minimum à produire avec un volume horaire de 489.53H.

La presque moyenne production enregistrée a été durant les mois de mai, juin et juillet de [2720.95 T .... 2786.47 T]

La meilleure production enregistrée a été durant les mois de janvier, mars, avril et décembre soit (3054.08 T...3674.96 T) se qui confirme notre étude par rapport aux saisons et l'activité sociale des travailleurs.

### 3) ANALYSE DE LA CONSOMMATION PAR LA PDR :



**Figure III-2: Consommation PDR.**

COMMENTAIRES :

RATIO PDR :

Le ratio PDR a été dépassée et ce suit aux TA de prestations qui on été établies:

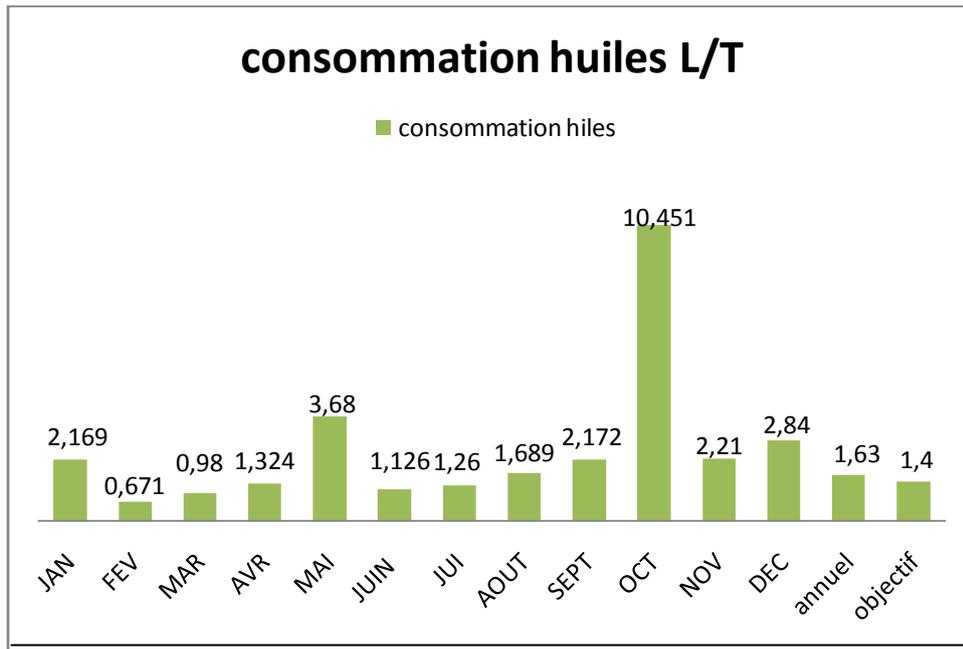
–TA de prestation PRESSE A PERCER dont le montant budgété a été dépassé (6 fois le Budget prévu).

–TA de prestation rénovation des parties électriques et électroniques TOBOSCOPE non budgétée (5.826.600 DA).

–TA de prestations expertise et réparation ROTARY WALL TUBOSCOPE non budgétée (2.036.880 DA)

–TA de prestations de réfections accouplement HOLSET non budgétée.

### 4) ANALYSE DE LA CONSOMMATION DES HUILES L /T :



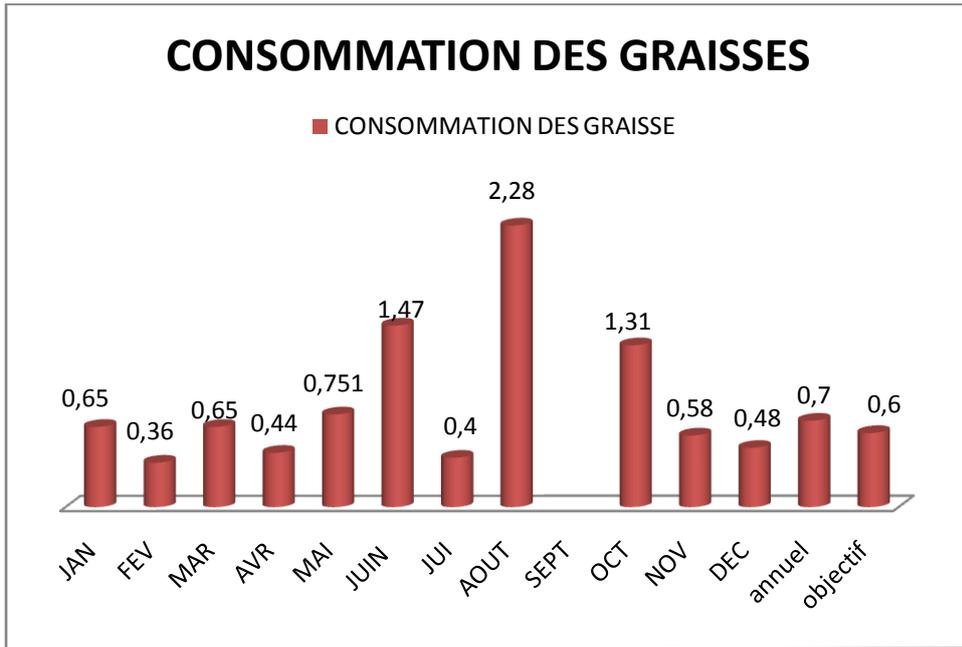
**Figure III-3:consommation huile**

COMMENTAIRES :

RATIO HUILES :

Les ratios réalisés est proche de l'objective visé, la consommation a augmenté suite au dysfonctionnement de l'appareillage qui a conduit à faire une opération de vidange des centrales hydrauliques au niveau du laminage et en particulier la zone LP 14 ". En plus la mise en service de la centrale H07 qui était à l'arrêt.

## 5) ANALYSE DE LA CONSOMMATION DES GRAISSE KG/T :

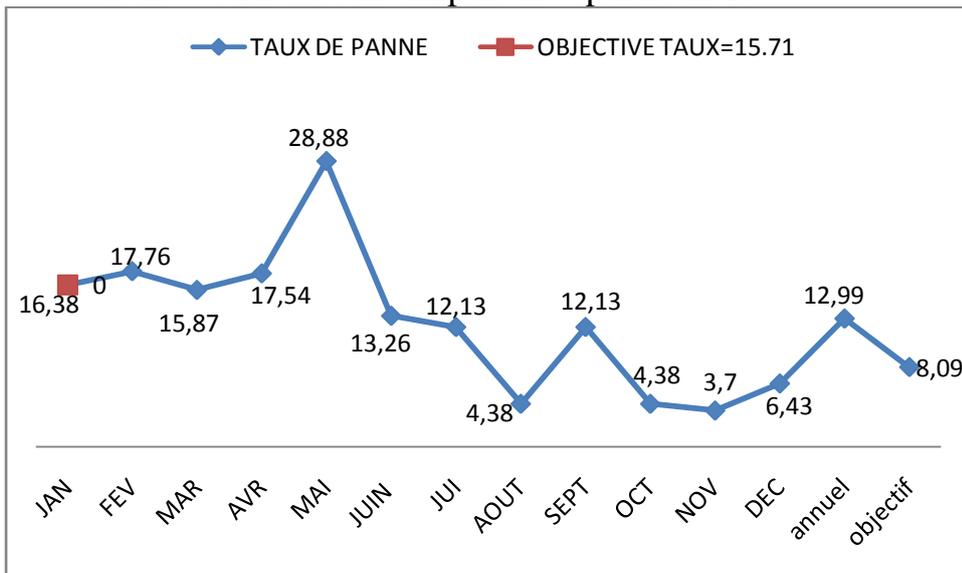


**COMMENTAIRES :**

**RATIO RGAISSE :** Le dépassement négligeable de la consommation de graisse est provoqué suite aux fuites au niveau des pompes SCHARTZ des allonges chaîne cinématique LP 14" qui va être prise en charge.

**6) TAUX DE PANNE :**

Ce facteur revêt une importance particulière.



**COMMENTAIRES :**

### **TAUX DE PANNE :**

Le taux de panne à l'entretien est calculé en se basant sur les rapports quotidiens qui mentionnent la durée de l'intervention, concerne la durée totale de la panne qui est 16.97 % et qui dépasse notre objective 2008 donc ce dernier est maintenu comme objectif 2009.

### **7) INTERPRETATIONS:**

D'après l'étude et l'analyse des statistiques des indicateurs de maintenance, nous présentons les résultats et recommandations suivantes :

1) Le mois de septembre est un cas spécial vu sa perturbation causée par la grève de travailleurs de l'entreprise.

2) Quand les heures d'arrêt augmentent, le cout de PDR augmente aussi et la production diminue, et vis versa ; donc les arrêts ont une influence directe sur la production.

3) Environ un taux de panne non stable pour toute l'année, c'est un cas de mauvaise organisation du temps et sur tous les arrêts externe.

4) Les heures d'arrêts totaux sont de l'ordre de **66.04%** du temps disponible c'est un chiffre très important et n'oublie pas les arrêts EMM qui représente **13.07%** .ce souci retient l'attention du staff technique du service maintenance et donne une priorité d'étude.

### **8) CONCLUSION**

L'étude statistique est une étude recommandée pour identifier et évaluer l'état de l'entreprise à travers l'étude et l'analyse des différents paramètres et indicateurs technico-économiques, donc cette étude ne présentera pas l'état réel de l'entreprise, en conséquent pour cela il faudra mettre à la limite un indicateur technique ; le paramètre qu'on recommandera est le TRS (*Taux de Rendement synthétique*).

## **CHAPITRE IV:**

### **MISE EN PLACE DE LA TPM**

#### **INTRODUCTION**

1) Définition.

2) Le taux de rendement synthétique.

- 2.1 Les six (6) grandes pertes.
- 2.2 Principe de la TPM.
- 2.3 Objectifs de la TPM.
- 2.4 Les résultats escomptés de la TPM.
- 2.5 Evaluation par la formule du TRS.
- 2.6 Calcul et application de la TRS aux conditions de l'entreprise
- 2.7 Tableau de synthèse des résultats obtenus.

3) CONCLUSION

## INTRODUCTION :

Face à la concurrence mondiale, les entreprises doivent concilier :

- l'amélioration de la qualité de leurs produits et de leurs services,
- la réduction, respect des délais et satisfaction clients.
- la Diminution des coûts et amélioration de leur rentabilité.

La Total Productive Maintenance (TPM) correspond bien à cette notion de progrès permanent. Elle peut être définie comme:

Une démarche globale d'amélioration des ressources de production qui vise la performance économique de l'entreprise.

### 1) DEFINITIONS:

Le promoteur définit la TPM en cinq (5) points :

- La TPM a pour objectif de réaliser le rendement maximal des équipements;
- La TPM est un système global de maintenance productive, pour la durée de vie totale des équipements ;
- La TPM implique la participation de toutes les divisions, notamment l'exploitation et la maintenance ;
- La TPM implique la participation de tous les niveaux hiérarchiques ;
- La TPM utilise les activités des cercles de qualité comme outils de motivation.

**Le Taux de Rendement synthétique ou TRS va permettre de caractériser ce qui reste du temps requis après avoir soustrait tous les temps relatifs aux pertes envisagées.**

## 2) LE TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE :

Le TRS est un **indicateur global de performances** d'un équipement, également nommé taux de rendement global (**TRG**) ou rendement opérationnel (**RO**). Les composantes du TRS représentent toujours les 6 pertes que la TPM mesure afin de les réduire.

### 2.1 Les six (6) grandes pertes :

#### PERTES DE DISPONIBILITÉ

- Pertes dues aux bris et pannes
- Pertes dues aux réglages suite au changement de produits et ajustements

#### PERTES D'EFFICACITÉ

- ▶ Pertes dues à la marche à vide et aux micro-arrêts
- ▶ Pertes dues au ralentissement et à la sous-vitesse

#### PERTES DE QUALITÉ

- Pertes dues aux défauts et retouches des produits
- Pertes dues aux redémarrages

### 2.2 Les bonnes pratiques en TPM: visent à :

- \* MAXIMISER la participation et la motivation des ressources humaines ;
- \* OPTIMISER la fiabilité des équipements ;
- \*MININISER les coûts de production
- \*MESURER/ÉVALUER la performance

### 2.3 Objectifs de la TPM:

- Les objectifs réalistes sur un long horizon (3-5 ans)
  
- La création d'une structure d'entreprise qui permet la recherche d'un TRG maximum

□ La poursuite d'activités qui évitent toutes les pertes, qui procurent 0 accident, 0 défaut et 0 Panne sur le système de production, ces activités étant effectuées sur les lieux du travail.

□ La participation de tous les départements, production, développement, commercial et administratif.

□ La participation de tout le personnel depuis les dirigeants jusqu'au personnel d'exécution.

□ L'obtention du zéro perte grâce aux activités croisées de groupes.

### **2.4 Les résultats escomptés de la TPM:**

> Rentabilisation optimale des dépenses d'exploitation et d'entretien.

> Diminution des pannes et des arrêts non planifiés.

> Amélioration immédiate de la qualité.

> Environnement de travail plus propre.  
Motivation accrue des employés.

### **2.5 Evaluation par la formule du TRS:**

<b><i>TRS = taux brut de fonctionnement <math>\tau_1</math> * Taux net de fonctionnement <math>\tau_2</math> * Taux de qualité <math>\tau_3</math></i></b>
--

$\tau_1 = \frac{\text{Temps requis} - \sum \text{Temps d'arrêts}}{\text{Temps requis}} = \frac{\text{Temps brut de fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$
$\tau_2 = \frac{\text{Temps de cycle réel} * \text{quantité produite}}{\text{Temps bruts de fonctionnement}} = \frac{\text{Temps requis}}{\text{Temps de cycle théorique}}$
$\tau_2 = \text{Taux de marche performante} * \text{Taux d'allure}$
$\tau_2 = \frac{\text{Quantité produite} * \text{temps de cycle théorique}}{\text{Taux brut de fonctionnement}}$
$\tau_3 = \frac{\text{Pièces entrées} - \text{pièces défectueuses}}{\text{Pièces entrées}}$



## 2.7 Tableau synthèse des résultats obtenus:

Année 2008	
Temps d'ouverture (H)	6239.75
Les heures arrêts (H)	4120.89
Taux brut de fonctionnement0/)	33.96
Quantité totale produite (T)	29722.815
Taux net de fonctionnement%	99.91
Quantité totale acceptée(T)	25029.207
Taux de qualité%	84.20
TRS%	28.56

**Tableau IV-2 : Résultat de calcul de TRS durant 2008**

- **Analyse du taux net de fonctionnement = 99.91%** : Le taux est vraiment performant.  
C'est l'axe des actions prioritaires.
- **Analyse le taux brut de fonctionnement** : est de l'ordre de 33.96% :  
Le taux est vraiment très mauvais. Le taux brut de fonctionnement à une relation directe avec le temps d'arrêt
  - \* Le temps d'arrêt représente 66.04% de temps total
  - \* le temps d'arrêt exploitation représente 23% de temps total
  - \* le temps d'arrêt maintenance représente 13% de temps total, est un pourcentage très Important qu'il faut le diminuer.
- **Analyse du taux de qualité = 84.20%** : Non prioritaire quant à la productivité, mais peut être non suffisant pour la clientèle.

### **3) CONCLUSION:**

En conclusion, la mise en place de la TPM au sein de l'entreprise de TSS exige l'adhésion de tous les collaborateurs à la notion de productivité de l'entreprise. Ceci implique l'information, la formation, l'organisation et la mise en place d'indicateurs.

Les résultats de l'évaluation du TRS montrent que la plus grosse part de potentiel perdu est liée aux arrêts, aux défaillances. La méthodologie de la TPM s'attachera donc à accroître le temps d'utilisation et simultanément à réduire le temps de maintenance, afin de faire tendre vers 100 % le taux de disponibilité

## ***CHAPITRE V:***

### ***PRESENTATION DE L'INSTALLATION A ETUDIER***

- 1) Présentation de l'atelier« LAT ».**
- 2) Description la zone preenfinement.**
- 3) Description de Pont a Pince.**
- 4) Sécurité au niveau de l'unité.**
- 5) Conclusion.**

## 1) PRESENTATION DE L'ATELIER « LAT »

Les équipements de production de la TSS sont répartis dans les ateliers suivants:

Schémas technologiques à insérer ou référer (page n° 16)

- Le laminoir à tubes
- Finissage
- Le parachèvement des tubes
- Atelier de fabrication de manchons
- Laboratoires des essais mécaniques (essais de traction et de résilience)

Laboratoire de métrologie

Et dans chaque ateliers déjà cités on a plusieurs zone, pour notre cas, nous avons choisi **l'atelier de laminage** qui nous intéresse à cause des résultats et des statistiques des arrêts qui influent négativement sur la production et la qualité du produit.

L'atelier de laminage se compose des sept zones suivantes :

	Zone Pré-enfilement	Zone Alimentation	Chaîne cinématique	Cage et Auxiliaires	Centrales hydraulique	Central de GR	Sortie laminoir
H	<b>87.81</b>	202.35	75.02	73.02	58.13	7.66	26.34
%	<b>1.4</b>	3.24	1.20	1.17	0.93	0.12	0.42

**Figure V-1 : Tableau représentant les arrêts des principales zones de l'atelier laminage**

**En remarque**, que la **zone pré enfilement** a un grand nombre d'heures d'arrêts par rapport aux autres zones, et pour ce la en fait un zoom de cette zone va être présenté pour trouver et localiser les causes réelles qui influes et ralentis le bon rendement des ateliers.

## **2) DESCRIPTION DE LA ZONE PREENFINEMENT**

Cette zone est constituée de six (6) grandes installations qui sont citées dans le tableau suivant :

	Heures d'arrêts	%
Circuit mandrin	3.75	0.06
Pousseur/berceau	23.15	0.37
Transfert bagues	2.92	0.04
Pont à pince	34.24	0.54
Graphitage	21.92	0.35
Ejecteurs	1.83	0.02
<b>ZONE PREENFINEMENT</b>	<b>87.81</b>	<b>1.4</b>

**Figure V-2 : Tableau représentant les arrêts de la zone preenfinition**

On remarque dans ce tableau, que nous avons une installation qui enregistre un grand nombre d'heures d'arrêts ; Pour pouvoir suivre, il est important de faire un descriptif de cette installation afin de faire ressortir les causes des défaillances qui menacent ce **pont à pince** vue sa nécessité pour la production.

RUBRIQUE	TOTAL (H)	%
Temps disponible (H)	6239.75	100
Temps de marche (H)	2118.86	33.95
Total des arrêts (H)	4120.89	66.04
<b>ARRETS EEM (H)</b>	<b>815.85</b>	<b>13.07</b>
Arrêts programmés (H)	1172	18.78

**Tableau V-3 : tableau paramètres de fonctionnement atelier laminage**

### 3) DESCRIPTION DU PONT A PINCE

#### 3.1. Présentation du pont a pince :

*Le pont a pince* est un appareil de manutention permettant le levage et le transfert de charges lourdes et longues c'est l'ensemble ébauche mandrins. Il est constitué :

- d'une structure horizontale en acier (le pont) se déplaçant sur deux voies de roulement
- de treuils ou palans suspendus ou posés ; qui lui permettent d'enrouler la barre qui comporte les pinces de levage.

Chaque axe de déplacement peut être manuel ou motorisé électriquement Les axes de déplacement sont appelés :

1. **translation** : axe des voies de roulement (plus grande distance) correspondant à un mouvement d'ensemble du pont.
2. **direction** : axe transversal ; généré par un déplacement du chariot.
3. **levage** : axe vertical ; levage ou descente de la charge dû à un mouvement du treuil et donc des câbles

La charge maximale d'utilisation est mentionnée sur le pont en kN .

#### 3.2. Processus de fonctionnement :

C'est une installation électromécanique, et constituer d'un mécanisme rassemblé des rails métallique qui fait la transmission sur elle, et aussi on trouve deux pinces identiques face à face (en parallèle) et ce dernier a un rôle de serrage l'ensemble ébauche mandrin.

Ce pont à pince peut faire trios mouvements, quand i l fonctionne, ses mouvements sont les suivant :



**Figure V-1: présentation du pont a prince**

La commande de ses mouvement est électrique, avec des moteurs ayant pour caractéristiques présentées dans les tableaux suivants:

**Moteur de levage:**

<b>*la tension</b>	$\Delta 380 \text{ v}$
<b>*puissance</b>	36 kW
<b>*courant nomine in</b>	84A
<b>*vitesse de rotation</b>	965 tr/min $\cos\Phi=0.75$

## Moteur de transmission:

Caractéristique	Caractéristique du moteur
Alimentation	Type GDH 125D211305 Puissance 110kw Y 400 V I=13A Vitesse 2910 tr/min
Excitation	120V 3.2A

---

## **Moteur de serrage:**

<b>*la tension</b>	$\Delta 220v$
<b>*courant nomine in</b>	52A
<b>*puissance</b>	b380A 30A
<b>*la tension</b>	955tr/min
<b>*courant nomine in</b>	130KW
<b>*vitesse de rotation</b>	$\cos\phi=0.78$

## Schéma synoptique du pont à pinces

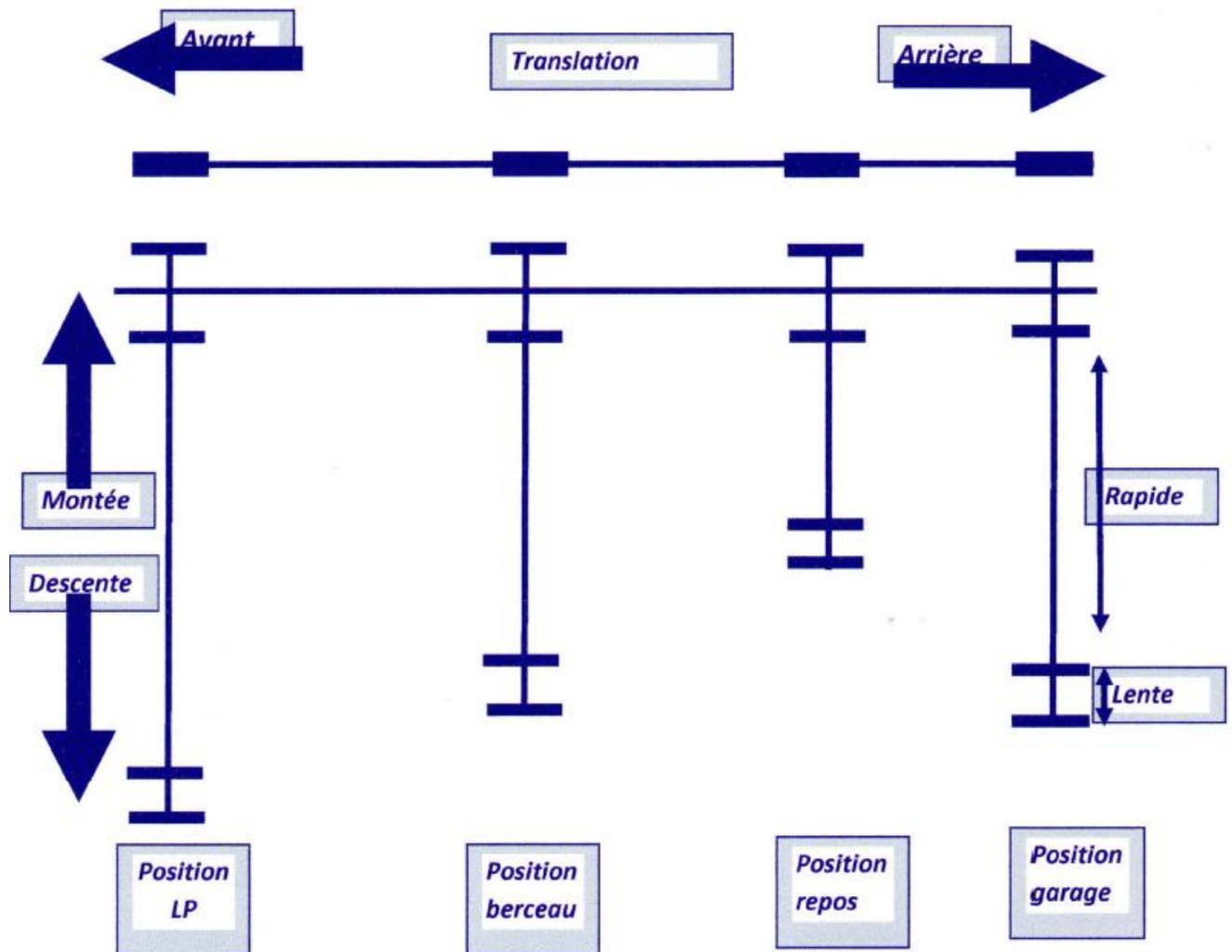


Figure V-2 : Schéma synoptique du pont à pinces

#### **4) SECURITE AU NIVEAU DE L'UNITE:**

Les instructions de sécurité mentionnées dans le présent chapitre ne sont pas les seules à respecter. Des informations particulières figurant dans d'autres chapitres doivent également être respectées.

##### **A) Qualifications et formation du personnel:**

Le personnel responsable du fonctionnement, de l'entretien, de l'inspection et de l'assemblage du matériel doit posséder les qualifications adéquates. L'étendue de la responsabilité et de la surveillance du personnel doit être définie d'une manière précise par le responsable de l'installation. Dans le cas où ce personnel ne possède pas les connaissances nécessaires, il faut assurer sa formation. Cette formation peut être effectuée par le fabricant de la machine ou par le fournisseur sur demande du responsable du personnel.

##### **B) Risques en cas de non-respect des instructions de sécurité:**

Le non-respect des instructions de sécurité peut engendrer des risques pour le personnel pour l'environnement et la machine. Il en résulterait la perte de tous les droits de réclamation concernant les éventuels dommages. Par exemple, le non-respect peut engendrer les risques suivants :

- des pannes dans certaines fonctions importantes de l'installation,
- des procédures d'entretien et de réparation non appropriées,
- l'exposition de personnes à des dangers électriques, mécaniques ou chimiques,
- pollution de l'environnement causée par la libération de substances dangereuses.

Le port de gants et de chaussures de protection doit être obligatoire dans tous les ateliers et, s'il existe un risque, même minime, de chute d'objet, le port d'un casque est préconisé.

Ne jamais dépasser les limites d'utilisation de débit, de pression et de température spécifiées dans cette notice. Le matériel pourrait ne pas résister et engendrer des dommages matériels ou corporels.

Toute modification de la machine ou reproduction de pièces de rechange sont interdites. Une modification de la machine ne peut s'effectuer qu'après l'autorisation du fabricant. L'utilisation de pièces de rechange et d'accessoires autorisés par le fabricant améliore considérablement la sécurité.

### C) Niveau sonore:

Si le niveau sonore du moteur dépasse les **85 dBA**, il faut tenir compte de la législation de la Santé et de la Sécurité afin de limiter l'exposition des opérateurs de l'installation à des niveaux sonores trop élevés. L'approche habituelle, dans ces cas, est de limiter la durée d'exposition au bruit ou d'enfermer la machine dans une enceinte qui réduit l'émission du bruit vers l'environnement.

Le niveau sonore d'un moteur dépend de plusieurs facteurs :

- Du type de moteur,
- Du point de fonctionnement du moteur,
- Du type de mécanisme utilisé
- Des caractéristiques acoustiques du bâtiment.

Il est rappelé que lorsque le niveau de pression acoustique, dans les zones où le personnel doit intervenir, est :

**Inférieur à 70 dB (A) :** il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières.

**Supérieur à 70 dB (A) :** Des dispositifs de protection contre le bruit doivent être fournis aux personnes travaillant en permanence dans la salle des machines.

**Inférieur à 85 dB (A) :** Aucune mesure particulière n'est requise pour les visiteurs occasionnels restant dans la salle pendant une durée limitée.

**Supérieur à 85 dB (A) :** la salle doit être classée parmi les zones présentant un danger.

**Supérieur à 105 dB (A) :** des protecteurs antibruit spéciaux, adaptés à ce niveau de bruit et aux composants spectraux du bruit, doivent être installés et un panneau d'avertissement doit être placé à cet effet au niveau de chaque entrée.

Le personnel dans le local doit être équipé de casques antibruit.

Il est nécessaire de s'assurer que le bruit se propageant à travers les murs et les fenêtres n'engendre pas de niveaux de bruit trop élevés dans le périmètre de la salle des machines.

## **5) CONCLUSION**

L'installation de reprise est une installation très importante parce qu'elle assure une fonction indispensable au moyen du pont à pince. Pour localiser les points faibles dans l'installation on peut faire une étude FMD pour trouver les différents modes de défaillance sur l'installation.

# **CHAPITRE VI :**

## **ANALYSE FMD**

- 1) FIABILITE**
- 2) MAINTENABILITE**
- 3) DISPONIBILITE**
- 4) CONCLUSION**

## **1) FIABILITE :**

### **1.1. Introduction à la fiabilité :**

La fiabilité est née avec les câbles sous-marins dont les réparations même élémentaires étaient fort coûteuses à cause du déplacement d'un navire, mais souvent impossible selon les saisons. Des composants pouvant fonctionner très longtemps sans tomber en panne ont donc été mis au point.

La fiabilité a ensuite subi un deuxième essor avec l'activité aéronautique et spatiale, les interventions étant impossibles en vol.

Enfin, elle a subi un troisième essor avec l'électronique mais dans un but de maintenance, donc différent. Dans ce cas, le matériel reste accessible mais muet, et la fiabilité permet de supprimer une partie des pannes, préventivement, ce que la maintenance ne pourrait faire.

### **1.2. Définition de la fiabilité :**

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 déterminé (norme AFNORx06501). La "fonction requise" exige la définition d'un seuil d'admissibilité en deçà duquel la fonction n'est plus remplie.

La "conditions d'utilisation" doit être bien définie. Le même matériel placé dans deux contextes de fonctionnement différents n'aura pas la même fiabilité.

La « période de temps » doit être définie en unités d'usage (temps de fonctionnement ; kg Parcours ; tonnage produit ; etc.)

### **1.3. Objectifs de la fiabilité :**

La fiabilité a pour objectif de :

- Mesurer une garantie dans le temps.
- Évaluer rigoureusement un degré de confiance.
- Déchiffrer une durée de vie.
- Évaluer avec précision un temps de fonctionnement.
- Déterminer la stratégie de l'entretien.
- Choisir le stock.

**1.4. Indicateur de fiabilité  $\lambda$  et MTBF :**

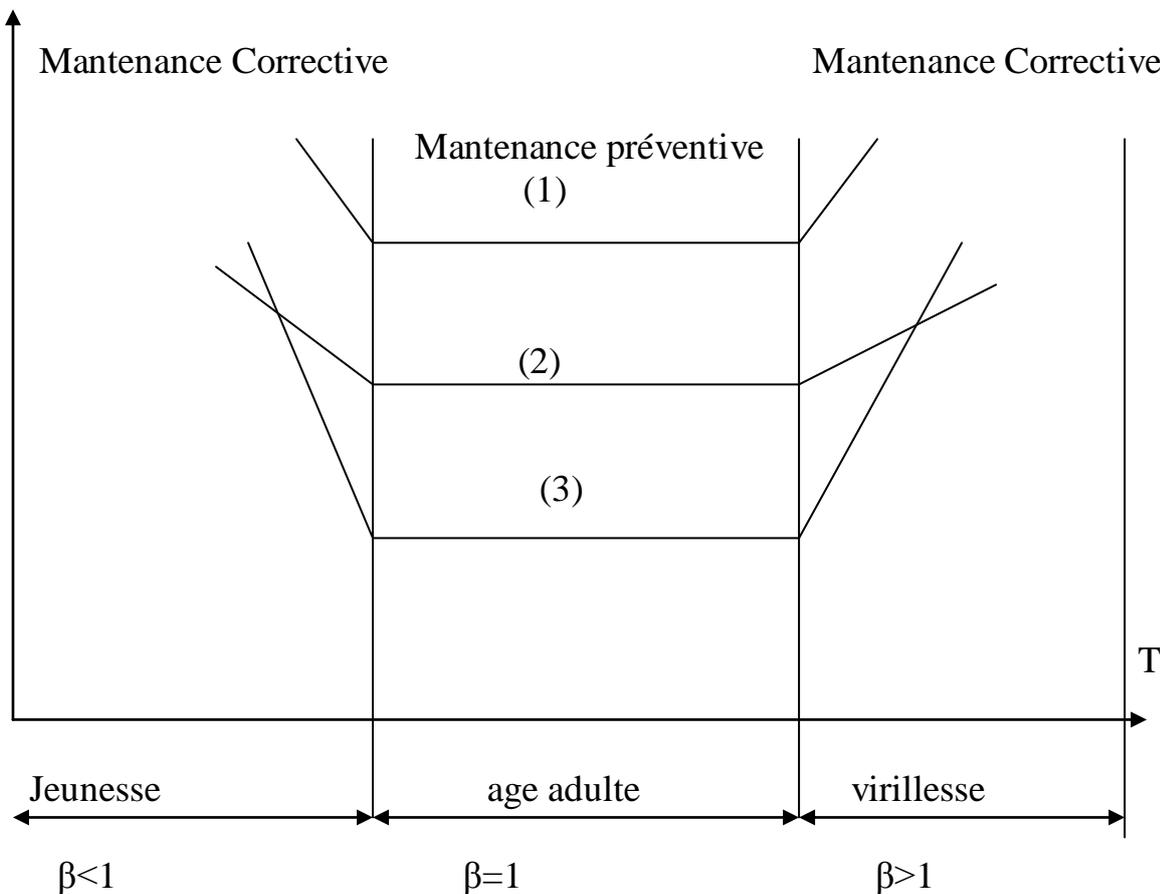
Ils sont les deux principaux indicateurs de la fiabilité utilisés industriellement.

$\lambda$  : représente le temps de défaillance ou le temps d'avarie. Il caractérise la vitesse de variation de la fiabilité au cours du temps pour un période de travail donnée. Durée totale

$$\lambda = \frac{\text{Nombre total de défaillance pendant le service.}}{\text{Durée totale de bon fonctionnement}}$$

En pratique ; le taux de panne  $\lambda$ , peut être constant, mais aussi croissant ou décroissant au cours du temps, avec changement graduel, sans discontinuité.

Pour la majorité des produits industrielle, les variations de  $\lambda$ , (t) au cours du temps « courbe en baignoire » présentent trois zones typiques (fig. Suivante)



- (1) Matériel mécanique.
- (2) Matériel électrique.
- (3) Matériel électronique.

**Zone 1: période de jeunesse :**

C'est le début de la vie de produit et les défaillances sont dites de jeunesse. Le taux de défaillance  $\lambda$  décroît rapidement au cours du temps. Prévention possible : rodage, contrôles, et testes renforcés avant livraison, etc. la loi de WEEBULL (avec  $\beta < 1$ ) est utilisable pour décrire ce type de défaillance.

**Zone 2 : période de défaillance à taux constante :**

C'est la zone de maturité ou de pleine activité du produit pour laquelle le taux de défaillance  $\lambda$  est sensiblement constant. C'est également le domaine des défaillances imprévisibles se produisant de façon aléatoire. En étude de probabilité, la loi de fiabilité adaptée à cette zone ( $\lambda = \lambda(t) = \text{constante}$ ) est la distribution exponentielle.

Le phénomène d'arrivée des pannes dans le temps appelé « processus de poisson

**Zone 3 : période de vieillissement :**

C'est la période de fin de vie du produit caractérisé par des défaillances dues à l'âge ou à l'usure des composants.  $\lambda$  croît rapidement avec le temps, du fait de la dégradation du matériel (usure mécanique, phénomène de fatigue et dérive des composants électriques ...

Les lois de fiabilité adaptées à cette zone sont : les lois normale, gamma, log normale ou weibull (avec  $\beta > 1$ ).

**L'MTBF :**

Est souvent traduit comme étant la moyenne des temps de bon fonctionnement mais représente la moyenne des temps entre deux défaillances

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

**1. 5. Calcule des paramètres de fiabilité :**

**Tableau VI-1: fiche historique des pannes du PONT A PINCE**

<b>DATE</b>	<b>TTR(H)</b>	<b>TBF(H)</b>
09/02/2008	0.17	960
13/02/2008	1.33	95.33
31/03/2008	1.75	430.67
10/05/2008	3.25	958.25
10/05/2008	7	20.75
15/05/2008	0.42	113
18/05/2008	0.5	71.58
18/05/2008	0.33	23.5
21/05/2008	0.25	71.67
21/05/2008	0.25	23.5
29/05/2008	0.75	191.75
12/07/2008	0.25	815.25
13/07/2008	0.17	47.75
26/07/2008	1.66	311.83
28/07/2008	0.33	70.34
14/10/2008	0.08	1871.67
02/11/2008	4	408
03/11/2008	2.08	44
03/11/2008	2.67	21.92
05/11/2008	2.5	69.33
06/11/2008	0.33	45.5
16/11/2008	0.17	263.67
18/11/2008	0.33	71.83
20/11/2008	0.67	71.67
13/12/2008	1.33	575.33
16/12/2008	0.25	94.67
20/12/2008	1.42	119.75
<b>total</b>	<b>34.24 H</b>	<b>7767.84 H</b>

**TTR : temps techniques de réparation en heure (h).**

**TBF : temps de bon fonctionnement en (h).**

Pour pouvoir utiliser le papier d'ALAIN PLAÏT (dit de weibull).il faut calculer la fonction de réparation réelle  $f(t)$  et comme nous avons 27 point. Donc on applique la méthode des range moyens :

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

On a  $N > 20$

**Tableau VI-2 : calcule de la fonction de répartition réelle F(t)**

**Tableau V I - 2 : calcule de la fonction de répartition réelle F(t)**

TBF (h)	Ni	∑Ni	$f(t_i) = \frac{\sum n_i}{N + 1}$
20.75	1	1	0.036
21.92	1	2	0.071
23.5	1	4	0.143
44	2	5	0.179
45.5	1	6	0.214
47.75	1	7	0.25
69.33	1	8	0.286
70.34	1	9	0.321
71.58	1	10	0.357
71.67	2	12	0.429
71.83	1	13	0.464
94.67	1	14	0.500
95.83	1	15	0.536
113	1	16	0.571
119.75	1	17	0.607
191.75	1	18	0.643
263.67	1	19	0.679
311.83	1	20	0.714
408	1	21	0.750
430.76	1	22	0.786
575.33	1	23	0.821
815.25	1	24	0.857
958.25	1	25	0.393
960	1	26	0.929
1871.67	1	27	0.964

**Tableau VI-2 : calcule de la fonction de répartition réelle F(t)**

A partir de logiciel ( **weibull** ) :

**Nous avons trouvé paramètres de weibull suivants**

**B=0.8833**

**η=229.96**

**Détermination de la MTBF :**

Les tables annexes donnent les valeurs de A pour p=0.88 : A=1.0522 et On en déduit heures et heures.

$$MTBF=MUT= A \eta+\beta =1.0522*229.96 = 241.96$$

La probabilité:

$$R(t) = e^{-(t-229.96/241.96)^{0.88}}$$

La densité de probabilité:

$$f(t) = \frac{0.88}{241.96} \left[ \frac{t-229.96}{241.96} \right]^{-0.1} e^{-(t-229.96/241.96)^{0.88}}$$

La fonction de répartition :

$$F(t) = 1 - e^{-(t-229.96/168,86)^{0.88}}$$

Le taux de défaillance :

$$\lambda (t) = f(t)/R(t)$$

$$\lambda (t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} = \frac{0.88}{241.96} \left[ \frac{t-229.96}{241.96} \right]^{-0.1}$$

$\beta =0.88 < 1$  : correspond à la zone de décroissance rapide c'est la période de mise en place et de « rodage en mécanique » de l'équipement. Les défaillances sont dues à des anomalies des imperfections de montage ou à la méconnaissance du conduit du matériel de la part des opérateurs.

**Tableau VI-3 : valeur et pourcentage de R(t), F(t), f(t), X (t):**

TBF (h)	F(t)	R(t)	$\lambda$ (t)	F(t)
20.75	0.113	0.887	0.00509	0.004513
21.92	0.118	0.882	0.00505	0.004458
23.5	0.125	0.875	0.00501	0.004387
44	0.207	0.793	0.00466	0.003694
45.5	0.213	0.787	0.00464	0.003654
47.75	0.221	0.779	0.00461	0.003596
69.33	0.293	0.707	0.00442	0.003123
70.34	0.296	0.704	0.00441	0.003104
71.58	0.300	0.700	0.0040	0.003081
71.67	0.300	0.966	0.0040	0.003079
71.83	0.301	0.633	0.0040	0.003076
94.67	0.367	0.630	0.00426	0.002699
95.83	0.370	0.586	0.00425	0.002681
113	0.414	0.570	0.00417	0.002447
119.75	0.430	0.427	0.00415	0.002363
191.75	0.573	0.324	0.00392	0.001674
263.67	0.676	0.270	0.00378	0.001223
311.83	0.730	0.190	0.00371	0.001002
408	0.810	0.175	0.00359	0.000683
43067	0.825	0.106	0.00357	0.000626
575.33	0.894	0.047	0.00345	0.000365
815.25	0.953	0.047	0.00331	0.000156
958.25	0.971	0.029	0.00325	0.000096
960	0.971	0.029	0.00325	0.000095
1871.67	0.998	0.002	0.00301	0.000005

**Tableau VI-3 : valeur et pourcentage de R(t), F(t), f(t), X (t):**

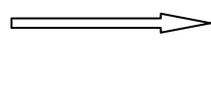
**Tableau VI-4** : Application de test de KOLMGOROV-SMIRNOV:

TBF (h)	F (t)	$f(t_i) = \frac{\sum n_i}{N + 1}$	$D_n =   F(t_i) - f(t_i)  $
20.75	0.113	0.036	0.0769
21.92	0.118	0.071	-0.0464
23.5	0.125	0.143	-0.0180
44	0.207	0.179	0.0285
45.5	0.213	0.214	-0.0017
47.75	0.221	0.25	-0.0292
69.33	0.293	0.286	0.0073
70.34	0.296	0.321	-0.0253
71.58	0.300	0.357	-0.0571
71.67	0.300	0.429	-0.1283
71.83	0.301	0.464	-0.1635
94.67	0.367	0.500	0.1334
95.83	0.370	0.536	<b>0.1660</b>
113	0.414	0.571	-0.1578
119.75	0.430	0.607	-0.1772
191.75	0.573	0.643	-0.0695
263.67	0.676	0.679	-0.0021
311.83	0.730	0.714	0.0155
408	0.810	0.750	0.0597
43067	0.825	0.786	0.0389
575.33	0.894	0.821	-0.0730
815.25	0.953	0.857	-0.0959
958.25	0.971	0.393	-0.0778
960	0.971	0.929	-0.0422
1871.67	0.998	0.964	-0.0340

**Tableau VI-4** : Application de test de KOLMGOROV-SMIRNOV

$$D_{n,\alpha=0,045} = \mathbf{0.27}$$

$$D_{\max} = 0.166$$



$$D_{n,\alpha=0,05} > \mathbf{D_{\max}}$$

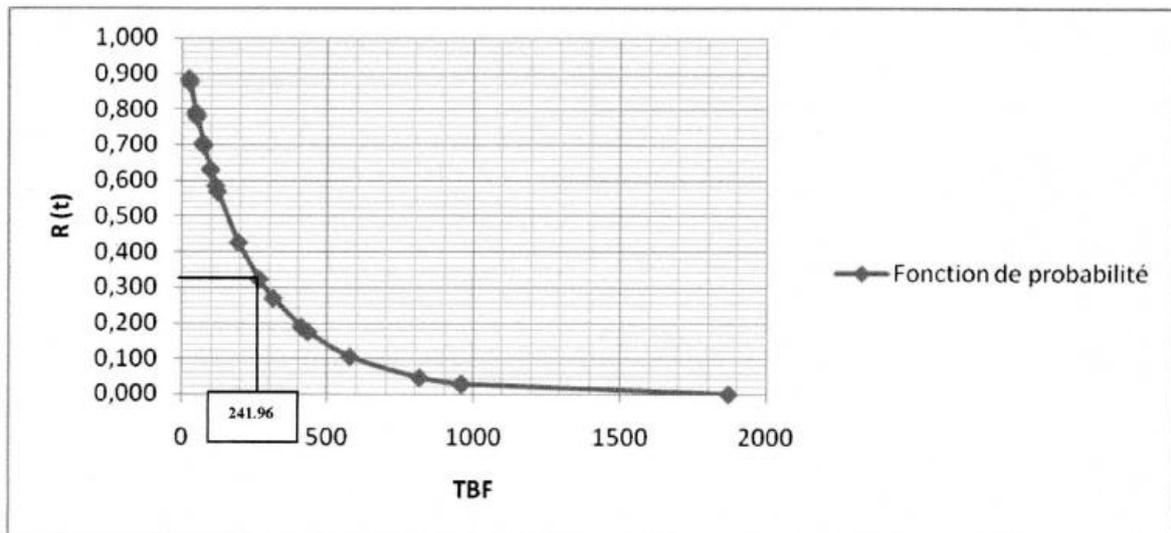
Donc : on accepte la loi de WEIBULL

Cela veut dire que nous pouvons d'ores et déjà prendre les résultats trouvés par ce modèle pour mieux connaître le comportement du PONT A PINCE.

### 1.6. Représentation graphique et interprétation :

Les différentes fonctions  $R(t)$ ,  $f(t)$ ,  $F(t)$  et  $X(t)$  sont représentées graphiquement avec un commentaire pour chacune, afin de mieux comprendre le comportement de l'équipement et les conductions de son travail.

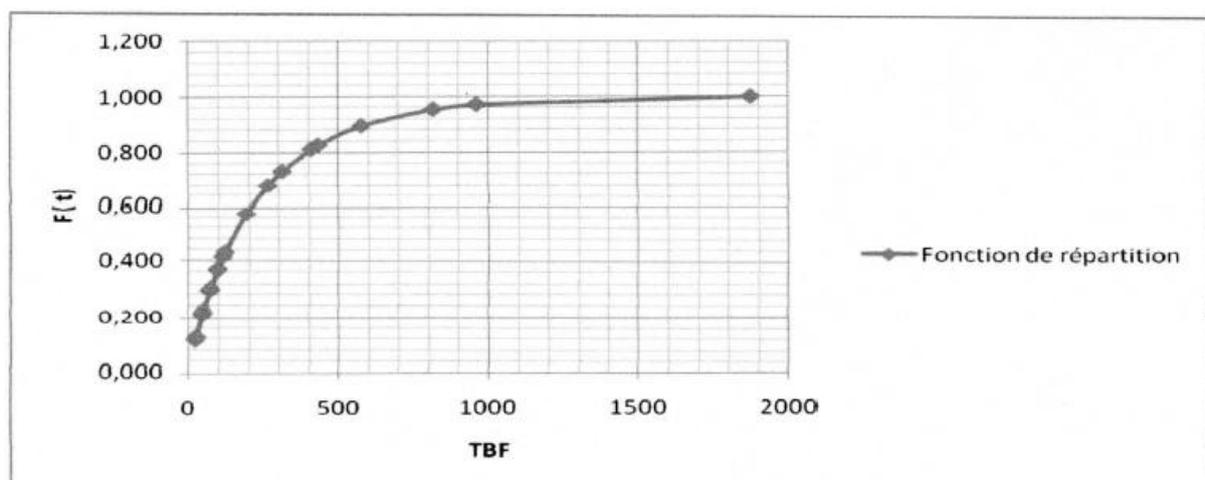
### La fonction de probabilité $R(t)$ :



### Interprétation de la courbe $f(t)$ :

Cette fonction a intérêt de nous montrer la distribution des pannes autour de la moyenne de temps de bon fonctionnement d'un matériel, si par exemple la distribution est serré cela revient à dire que presque tous les organes sont touchés (période de vieillissement); ce qui n'est le cas pour notre courbe qui montre que la densité de probabilité a tendance à diminuer avec l'augmentation du TBF, et cela est encore prouvé par le paramètre de forme  $\beta$ .

### La fonction de répartition $F(t)$ :

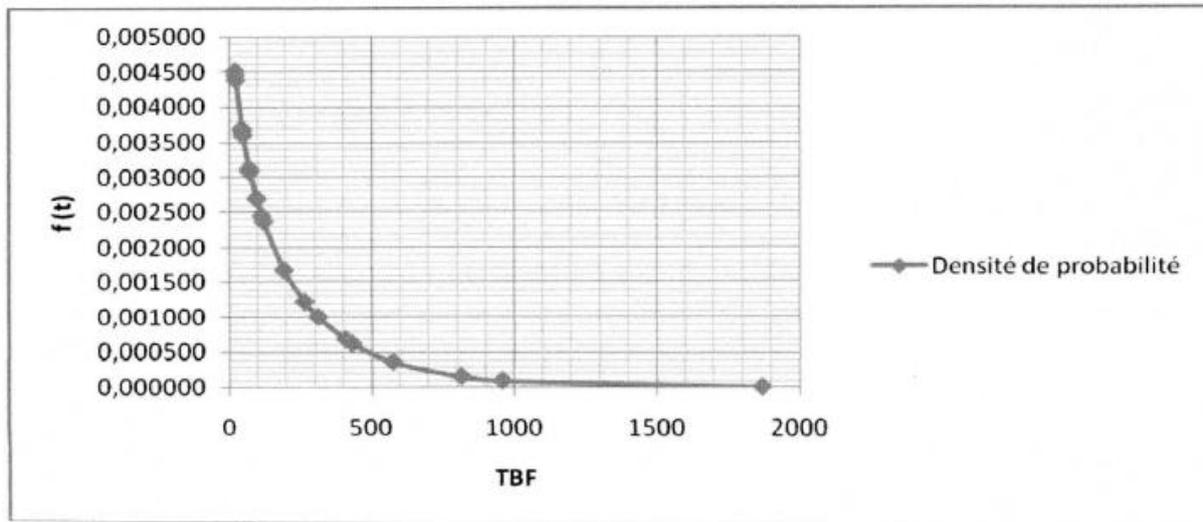


### Interprétation de la courbe $F(t)$ :

La courbe illustrée nous fait comprendre que la réparation des défaillances s'élève au fur et à mesure avec le temps, donc l'estimation d'avoir des pannes de l'équipement en exploitations 'accroissent au cours du temps.

Raisons (erreur de montage, méconnaissance du comportement de l'équipement en service, manque de personnel de maintenance qualifié...)- Mais avec le temps il tend à se stabiliser, le cas de la période ou les défaillances de la jeune sont associées aux défaillances aléatoires (maturité).

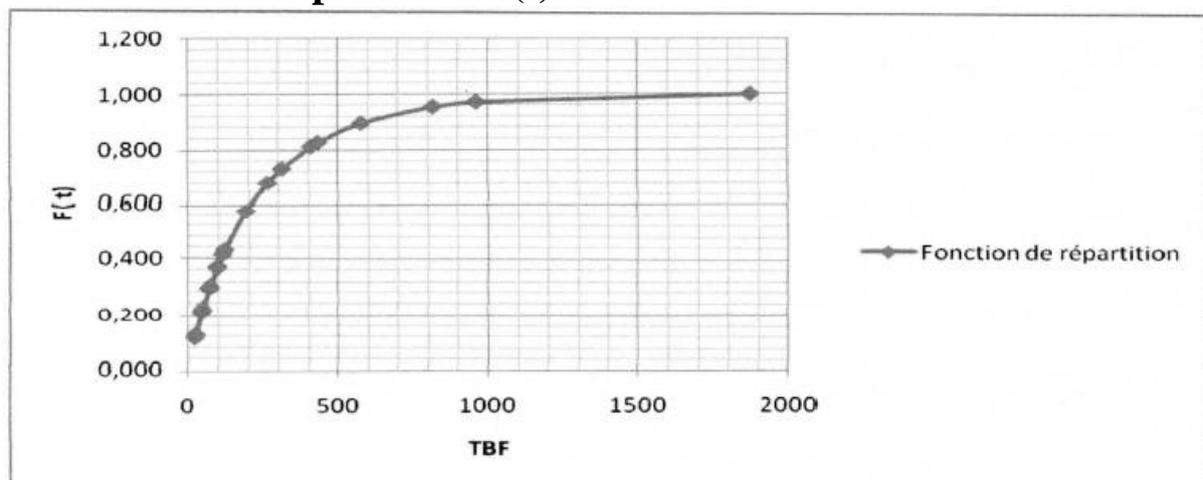
### La fonction de la densité de probabilité $f(t)$ .



### Interprétation de la courbe $f(t)$ :

Cette fonction a intérêt de nous montrer la distribution des pannes autour de la moyenne de temps de bon fonctionnement d'un matériel, si par exemple la distribution est serrée cela revient à dire que presque tous les organes sont touchés (période de vieillissement); ce qui n'est le cas pour notre courbe qui montre que la densité de probabilité a tendance à diminuer avec l'augmentation du TBF, et cela est encore prouvé par le paramètre de forme ( $\beta$ ).

### La fonction de répartition $F(t)$ :



### Interprétation de la courbe $F(t)$ :

La courbe illustrée nous fait comprendre que la réparation des défaillances s'élève au fur et à mesure avec le temps, donc l'estimation d'avoir des pannes de l'équipement en exploitation

S'accroissent au cours du temps.

**2) MAINTENABILITE :  $MTTR=1/\mu$**

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N} = \frac{34.24}{27} = 1,26h$$

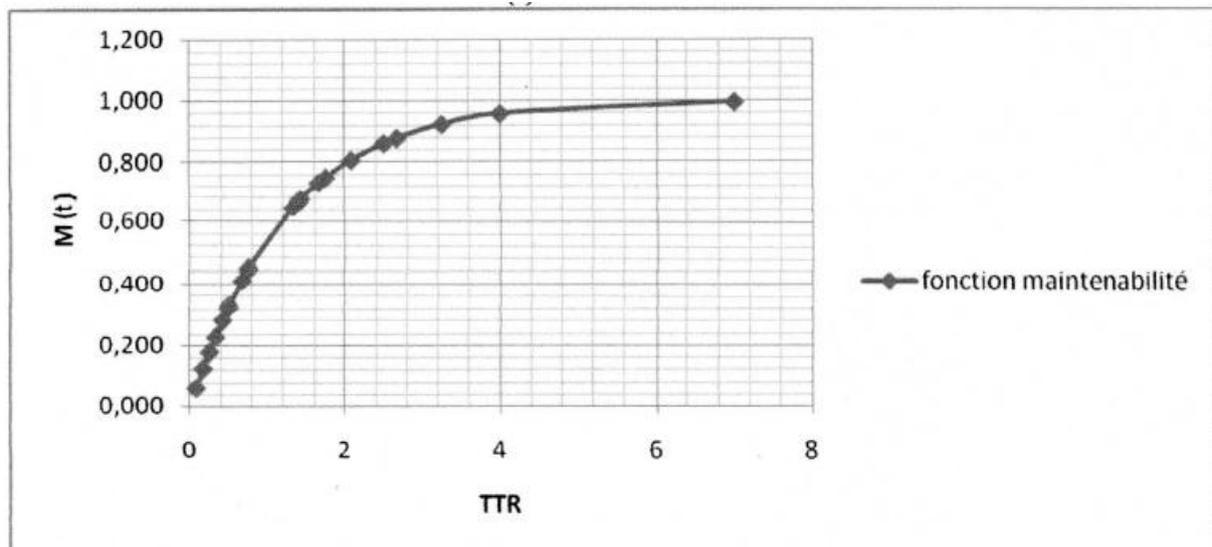
$$\mu = \frac{1}{MTTR} = \frac{1}{1.26} = 0.79$$

$$M(t = 1.2) = 1 - e^{-\mu \cdot t} = 1 - e^{-0,09823 \cdot 10,18} = 0,61$$

TTR	$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$
0.08	0.061
0.17	0.125
0.25	0.178
0.33	0.228
0.42	0.281
0.5	0.325
0.67	0.410
0.75	0.446
1.33	0.649
1.42	0.673
1.66	0.729
1.75	0.747
2.08	0.805
2.5	0.860
2.67	0.877
2.25	0.922
4	0.957
7	0.995

**Tableau VI-5 : calcul de la Maintenabilité M(t)**

**La fonction de la maintenabilité M(t) :**



### **Interprétation de la courbe M(t) :**

Le but de l'analyse de la maintenabilité est de réduire les durées d'intervention sur l'installation pour trouver des solutions. Le graphe qui représente la maintenabilité montre que cette dernière a une relation proportionnelle avec le temps de réparation maintenabilité montre que cette dernière a une relation proportionnelle avec le temps de réparation, donc la maintenabilité est une fonction croissante. Nous remarquerons aussi que la moyenne des valeurs de la fonction M(t) est près de 0.61 (61%), cela veut dire que le matériel entre nos mains n'est pas assez bien maintenu.

### **3) DISPONIBILITE :**

#### **3.1. La Disponibilité moyenne :**

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N} = \frac{7767.84}{27} = 287.69 \text{ h}$$

$$D_m = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{287.69}{287.69 + 34.24} = 0.89$$

#### **3.2. La Disponibilité intrinsèque :**

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL} = \frac{287.69}{287.69 + 34.24 + 1.26} = 0.89$$

#### **3.3. LA Disponibilité instantanée :**

$$D_{i(0.79+0.005)} = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\mu + \lambda} e^{-(\mu + \lambda)t} = \frac{0.79}{0.79 + 0.004} + \frac{0.004}{0.79 + 0.004} e^{-(0.79 + 0.004)t}$$

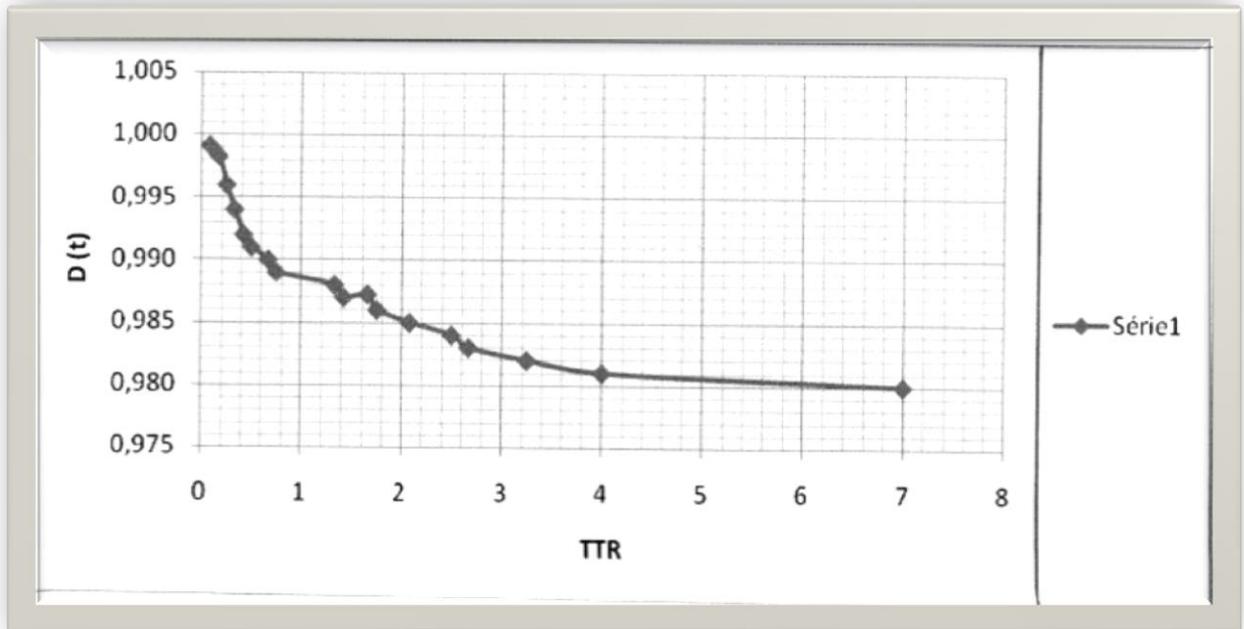
<b>TTR</b>	<b>D(T)</b>
0.08	0.999
0.17	0.998
0.25	0.994
0.33	0.992
0.42	0.991
0.5	0.990
0.67	0.989
0.75	0.988
1.33	0.987
1.42	0.987
1.66	0.986
1.75	0.985
2.08	0.984
2.5	0.983
2.67	0.982
2.25	0.981

4  
7

0.980

**Tableau VI-5 : calcul de la Disponibilité D(t)**

**La fonction de disponibilité:**



#### **Interprétation de la courbe D(t) :**

L'allure de la courbe nous a donné prestation de diminution et puis de stabilisation de la valeur de disponibilité avec la progression de temps. Dans notre cas la disponibilité est entrain de diminuer cela veut dire que la maintenance de l'Equipment n'est pas bien faite, le résultat de  $D_m = 0.89$  montre le manque de la maintenance.

#### **4) CONCLUSION :**

Les résultats de cette étude FMD nous fait preuve que la maintenance du PONT A PINCE n'est pas satisfaisante. Il faudrait donc agir sur les conditions de maintenance par un suivi et un entretien régulier de ces composants pour améliorer la fiabilité du mécanisme.