

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITER BADJI MOUKHTAR –ANNABA-



Faculté des Sciences du l'ingéniorat
Département du Génie Mécanique
MEMOIRE FIN D'ETUDE

MASTER 2 Maintenance industrielle et fiabilité mécanique

Thème :

Etude F.M.D sur la BARDONS

Présenté par

BELEULMI Hamza

Encadré par

Mr. BOUNAMOUS Boubker

Année universitaire : 2016/2017

DEDICACE

Je dédie ce travail :

*A mon père **B.MENAOUER** qui n'a cessé de
m'encourager et de m'aider.*

*A ma mère **N. HEDDI** à qui je dois tout et à
qui j'avoue amour et respect.*

A mes frères et sœurs sans exception.

*A tous mes amis « **T.KHALED, Z.RAMZI,
S.HAKIM, R.SOUFLEN, M.ANIS,
S.HAMOUDA** »*

*A mon très chère copine « **KEBAD MANEL** »*

*A mon encadreur qui m'aider de faire ce
modeste travail **BOUNAMOUS BOUBAKER**.*

HAMZA

REMERCIEMENT

Je remercie tout d'abord « Allah » qui m'a donné la force et la patience nécessaire pour réaliser ce modeste travail.

Je Remercie aussi, mon Encadreur
MR. BOUNNAMOUS

Je Remercie également tous les Enseignants du Département de Génie Mécanique.

Mes collègues et tous les étudiants de Promotion.

En fin je remercie tous ceux qui m'ont aidé

De Près ou de loin à réaliser ce travail.

RESUME

La maintenance des systèmes industriels est devenue un point nécessaire immédiatement de leur conception et de leur exploitation, tant, pour des questions de rentabilité et de qualité.

Alors dans ce cas en cherche le type de maintenance appropriée avec la rigueur économique qui impose l'optimisation de l'exploitation et de la qualité des produits sur la base de la réduction du ratio services et avec l'évolution très rapide des méthodes et outils liés à la Maintenance, parmi ces outils ou machines liés à la maintenance, on trouve la BARDONS.

Le but de notre travail est l'étude de la maintenance de la BARDONS, étude des causes des différents endommagements, ainsi que l'étude de sa fiabilité, maintenabilité et disponibilité.

ملخص

صيانة الأنظمة الصناعية أصبح عنصر ضروري لتصميمها واستغلالها وهذا من أجل التكلفة والنوعية إذا في هذه الحالة نبحث عن أنواع الصيانة المناسبة مع مراعاة الجانب الاقتصادي الذي يتطلب تحسين الاستغلال ونوعية المنتج وذلك بالتخفيض من نسبة الخدمات و الـ BARDONS من بين هذه الآلات.

والهدف من عملنا هذا هو دراسة صيانة الـ BARDONS وأسباب الاضرار المختلفة التي تؤثر على إنتاجها وفعاليتها وقابلية صيانتها

ABSTRACT

The maintenance of industrial systems has become an immediate need for their design and operation, both in terms of cost-effectiveness and quality.

Then in this case it looks for the type of maintenance appropriate with economic rigor

Which requires the optimization of the exploitation and quality of the products on the basis of the reduction of the ratio of services and with the very rapid evolution of the methods and tools related to the Maintenance of these tools or machines related to the maintenance, We find the BARDONS.

The aim of our work is to study the maintenance of the PONG, to study the causes of the various damages, and to study its reliability, maintainability and availability.

SOMMAIRE

Introduction générale.....1-2

CHAPITRE 01 :

GENERALITE SUR LA MAINTENANCE ET FMD.

1. Introduction.....3

2. Origines.....3

3. Définition de la maintenance.....3

4. Fonction de la maintenance.....3

5. La fonction de la maintenance3

6. Rôle de la maintenance.....4

7. Objectifs de la maintenance.....4

8. Situation de la maintenance dans l'entreprise.5-6

9. Types de maintenance.....7-9

10. Les 5 niveaux de maintenance.....10

11. Politiques de maintenance.....11-12

12. les opération de la maintenance12-14

13.Loi de Pareto et la courbe ABC.....14

14.étude FMD.....14-26

15.conclusion.....27



CHAPITRE 02

RAPPORT DE STAGE

I. Introduction.....	29
1. Présentation du complexe	29-30
2. Présentation générale de l'Entreprise Sider TSS.....	30.31
3. Organisation de l'Entreprise Sider TSS_.....	32
4. Processus de fabrication du tube sans soudure.....	33
5. Description des installations.....	34
6. L'atelier de laminage.....	35
7. Four a sole tournante.....	35-36
8. Presse a perce 1200Tonnes.....	36
9. Presse à centrer.....	37
10. Four a plateau.....	37
11. Laminoir oblique.....	37-38
12. Laminoir a pas pèlerin.....	39-41
13. Four a longerons (avant calibreur 5 cages).....	41-42
14. Calibreur 5 cages.....	42-44



15. Four a longerons avant LRE.....	44
16. Laminoir rédacteur étireur (LRE).....	44-45
17. Convoyeur à rouleaux sortie M7A	45
18. Refroidisseur gros tubes.....	45
19. Dresseuse tubes_.....	46
20. L’atelier de finissage.....	46-56
21. Parachèvement : (divisé en deux lignes)_.....	56
22. Traitements thermiques.....	56-57
23. Finition des extrémités.....	57
24. Les filtrages réalisés a AMPTA_.....	57-59
25. Pour l’atelier des manchons.....	59
26. Station de recyclage de l’eau de tuberiez sans soudure (Arcelor Mittal Pipes, Tubes Alegria)	59-60
27.conclusion.....	60



CHAPITRE 03 :
ETUDE FMD SUR LA BARDONS.

Introduction.....	61
01. Historique du pannes.....	61-62
02. Calcul les paramètre du WEIBULL.....	63-64
03. La fonction de la densité de probabilité.....	64-66
04. Calcule de fiabilité.....	66-68
05. Le taux de défaillance.....	68-70
06. Calcul la maintenabilité de la BARDONS.....	70-72
07. Calcule de La disponibilité du BARDONS.....	72-73
08. Conclusion	73
Conclusion générale.....	74
La liste bibliographique	76



INTRODUCTION GENERALE

Dans un contexte économique en constante évolution, la recherche des conditions optimales de maintenance de l'outil de production, représente un grand enjeu pour les entreprises nationales, particulièrement celles du secteur de production .

L'entreprise de la sidérurgie EL-HADJAR cherche toujours à exploiter les équipements statiques et les machines tournantes et de coupe de ses usines à leur plein régime dans un souci de compétitivité et de respect des délais tout en cherchant à garantir les exigences de qualité et de sécurité requises.

Ces objectifs peuvent difficilement être atteints sans une maintenance adéquate de ses équipements.

Cela mène l'entreprise à l'obligation de dynamiser leur production et optimiser la disponibilité opérationnelle de leurs équipements stratégiques, pour produire plus et mieux, pour réduire le risque de rupture inopinée du service, pour mieux faire face à une concurrence agressive, et réduire les coûts d'exploitation.

C'est dans cette optique que notre modeste travail s'inscrit. Il se veut, au fil des trois chapitres, l'analyse de la fiabilité, de la maintenabilité, et de la disponibilité (F.M.D.) d'une

Machine de coupe, installée à l'unité de T.S.S à EL-HADJAR.

Dans le premier chapitre on a présenté l'étude théorique des concepts FMD en maintenance, après avoir rappelé quelques notions et généralités sur la maintenance

Le deuxième chapitre est réservé à la représentation du site de l'unité T.S.S et l'usine d'EL-HADAR passant par la théorie de la BARDONS.

Le troisième chapitre est une validation expérimentale des indicateurs FMD sur notre machine (BARDONS), cela est réalisé sur la base de l'historique des temps de bon fonctionnement, des temps d'arrêt et des temps de disponibilité à l'arrêt de la turbine.

1. Introduction :

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Ainsi la recherche des performances des systèmes de production devenus complexes mène la fonction maintenance à être responsable de la garantie de la disponibilité de tels systèmes. Cette garantie doit être assurée dans des conditions financières optimales.

2. Origines :

Elle apparaît dans l'industrie de production de bien à la fin des années **1970**, puis à partir des années **1990**, elle pénètre le secteur de production de services.

3. Définition de la maintenance :

L'AFNOR, par la norme **NFX60-010**, définit la maintenance comme : « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

4. Fonction de la maintenance :

La MAINTENANCE est une fonction à part entière de l'entreprise. A ce titre, elle doit par son optimisation être une source de profit.

La maintenance intervient à tous les niveaux du cycle de vie d'un bien, de sa conception à son élimination.

5. La fonction de la maintenance est de:

- ✓ Améliorer la disponibilité des moyens de production ou de service en minimisant le nombre et la durée des pannes et en organisant au mieux les activités de maintenance, permettant ainsi d'optimiser les coûts de non production,
- ✓ Améliorer la sécurité des biens et des personnes en préservant la santé des personnes, en assurant leur sécurité, en maîtrisant les risques et en respectant les textes de réglementation,
- ✓ Intégrer des moyens nouveaux dans le dispositif de production ou de service permettant d'améliorer l'outil de production, la maintenance et la sécurité.

La fonction maintenance s'intègre également dans le processus de qualité de l'entreprise en mettant en place une démarche de progrès dans toutes ses activités, en assurant une veille technologique constante et en exploitant au mieux les retours d'expérience.

Elle participe aussi à la préservation de l'environnement.

Les métiers de la maintenance doivent mobiliser:

- ✓ Des compétences pluri techniques permettant d'aborder différentes technologies
- ✓ Des capacités de travail en équipe et d'échanges avec les services internes de l'entreprise et avec les partenaires extérieurs.

L'homme de maintenance est à la fois:

- ✓ Un technicien capable d'aborder des problèmes techniques variés,
- ✓ Un gestionnaire capable de programmer les activités de maintenance, de gérer le personnel, les outillages et les stocks.
- ✓ Un manager capable d'animer, d'encadrer une équipe ou un service, de communiquer avec les autres services de l'entreprise et les entreprises externes.

6. Rôle de la maintenance :

Elle assure la maîtrise de la disponibilité opérationnelle des équipements afin qu'il soit unis à la disposition de la production. Par ces actions, la maintenance assure le meilleur rendement cumulé durant la vie des équipements par :

- La réduction des coûts des maintenances.
- L'allongement de la durée rentable de vie des équipements
- Réduction des accidents et des risques concernant la sécurité des hommes et de l'environnement
- Maintenir qui suppose un suivi et une surveillance ;
- Rétablir qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut ;
- État qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance.

Dans une entreprise, quel que soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise ; cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production.

7. Objectifs de la maintenance :

✓ Objectif : réduire les dépenses

- Améliorer la productivité du service
- Réduire les stocks
- Diminuer les consommations énergétiques
- Utilisée correctement les équipements
- Chasser les GASPIS
- Adapter les équipements

✓ Objectif : réduire les pannes

- Réduire la fréquence des pannes
- Dépanner rapidement et bien
- Fiabiliser le matériel
- Prévenir les pannes au niveau de l'utilisateur
- Développer des plans préventifs adaptés
- Réduire la gravité des pannes.

8. Situation de la maintenance dans l'entreprise :

Il existe 2 tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

✓ La centralisation:

Où toute la maintenance est assurée par un service. Les avantages sont :

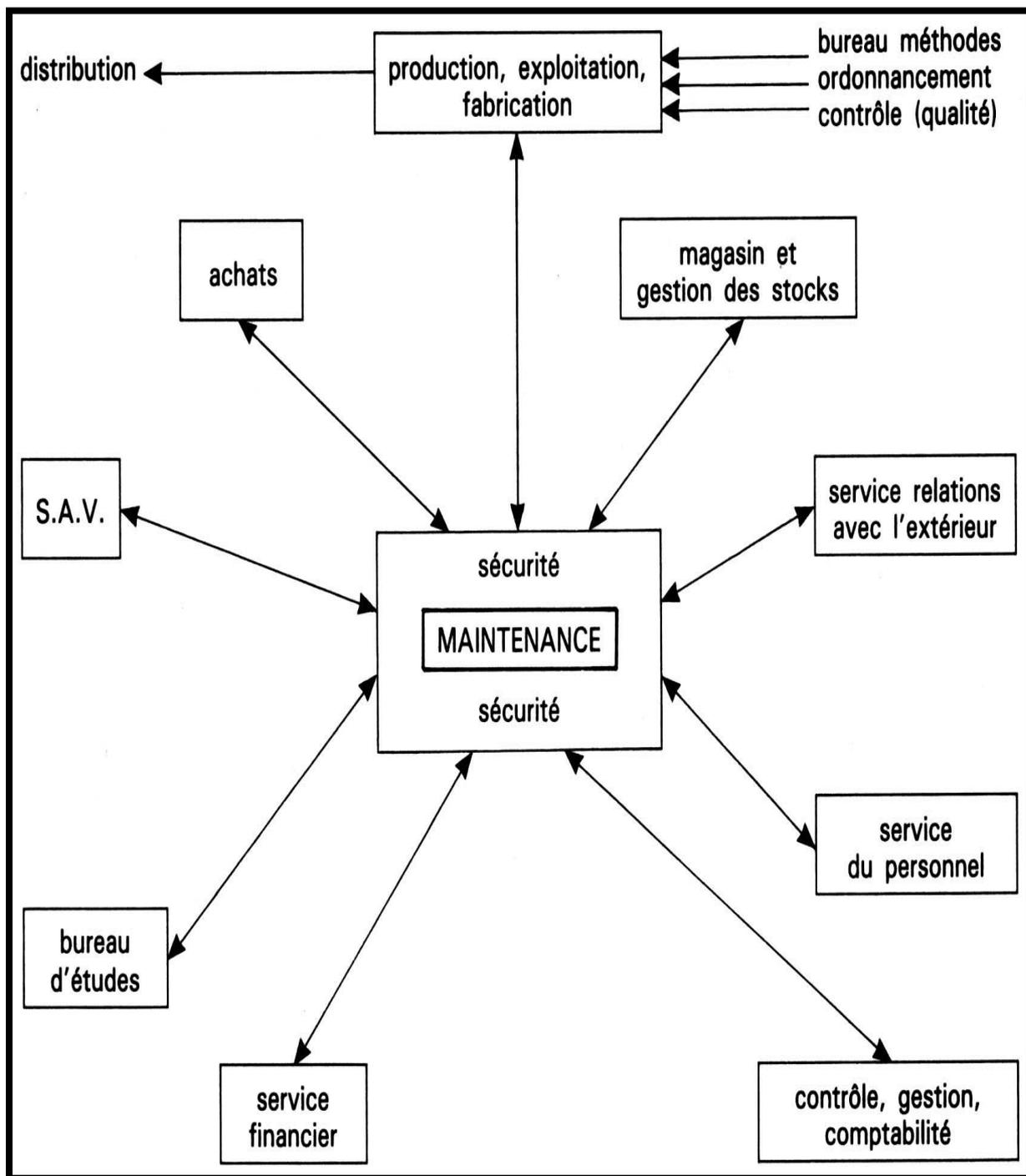
- Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication
- Possibilité d'investir dans des matériels onéreux grâce au regroupement
- Vision globale de l'état du parc des matériels à gérer
- Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels
- Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (amortissement plus rapide)
- Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles
- Communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée

✓ La décentralisation :

Où la maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise.

Dans ce cas, le service maintenance n'a pas de direction unique. Les différents pôles maintenance adjoints aux autres services de l'entreprise dépendent bien souvent hiérarchiquement de ces derniers. Les avantages sont :

- Meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du parc à maintenir
- Effectifs moins importants dans les différentes antennes
- Réactivité aggravée face à un problème
- Meilleure connaissance des matériels
- Gestion administrative allégée



9. Types de maintenance :

Selon que l'activité de maintenance ait lieu avant ou après la **défaillance** d'un bien, c'est-à-dire la cessation de son aptitude à accomplir une fonction requise et correspondant à un **état de panne**, on distingue :

- ✓ La **maintenance PREVENTIVE** effectuée **avant** la défaillance du bien,
- ✓ La **maintenance CORRECTIVE** effectuée **après** la défaillance du bien.

✓ **MAINTENANCE PREVENTIVE:**

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

- ✓ **Maintenance systématique** : maintenance préventive exécutée à des **intervalles de tempspréétablis** ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.
- ✓ **Maintenance conditionnelle** : maintenance préventive basée sur une **surveillance du fonctionnement** du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

✓ **MAINTENANCE CORRECTIVE:**

Maintenance exécutée **après détection d'une panne** et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

Si l'intervention doit être immédiate, la maintenance corrective sera qualifiée **d'urgence**.

Si au contraire l'intervention peut être reportée on parlera de maintenance corrective **différée**.

- ✓ **MAINTENANCE PREVENTIVE**
- ❖ **MAINTENANCE SYSTEMATIQUE**

Maintenance préventive effectuée selon un **échancier** basé sur le temps ou à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage. Le bien ne fait pas l'objet de contrôles préalables.

❖ **MAINTENANCE CONDITIONNELLE**

Maintenance préventive basée sur la **surveillance du fonctionnement** du bien et/ou d'un paramètre significatif de l'état de dégradation du bien.

La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande ou de façon continue.

❖ **MAINTENANCE PREVISIONNELLE**

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

L'analyse de la tendance de l'évolution du paramètre, permet en fonction d'une valeur limite du paramètre à ne pas dépasser (seuil limite) de **programmer l'intervention**.

❖ **MAINTENANCE CORRECTIVE**

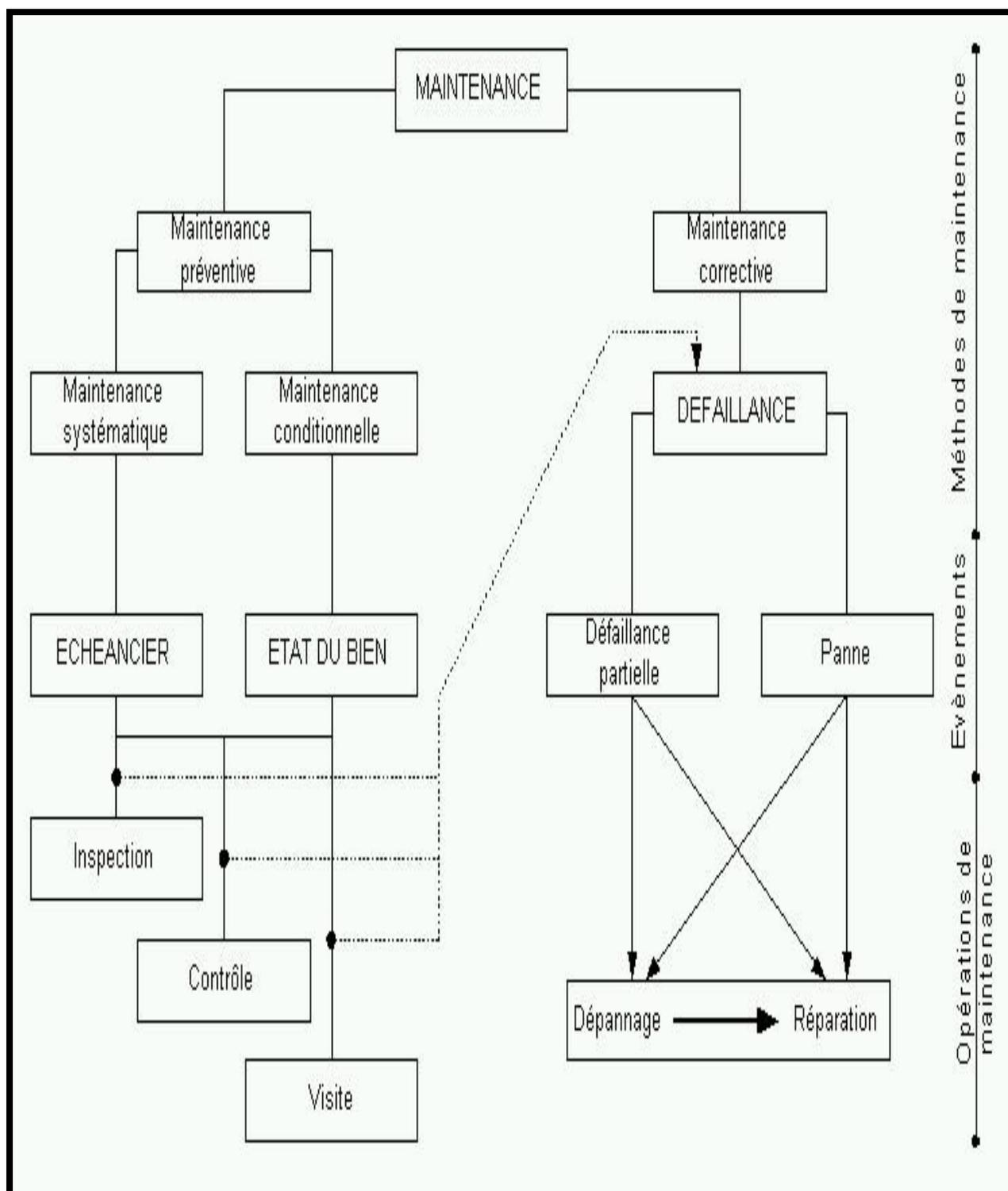
Maintenance exécutée après **détection d'une panne** suite à la défaillance du bien.

La maintenance corrective peut être:

- **d'urgence** : exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables.
- **différée**: qui n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données.

La maintenance corrective peut donner lieu à une action de dépannage permettant au bien de continuer de fonctionner ou à une réparation.

- ✓ Le diagramme suivant synthétise selon la Norme NF X 60-000 les méthodes de maintenance :



10. Les 5 niveaux de maintenance :

✓ 1er Niveau :

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

✓ 2ème Niveau :

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Note : Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

✓ 3ème Niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

✓ 4ème Niveau :

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

✓ 5ème Niveau :

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaire : par définition, ce type de travail est donc effectué par le constructeur, ou

par le constructeur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

11. Politiques de maintenance :

La politique de maintenance s'adresse aux cadres qui sont appelés à superviser la fonction maintenance, aux directeurs d'usines, aux directeurs industriels, aux ingénieurs et aux responsables maintenance.

La politique de maintenance se décompose en deux domaines:

1. La maintenance corrective, qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant.

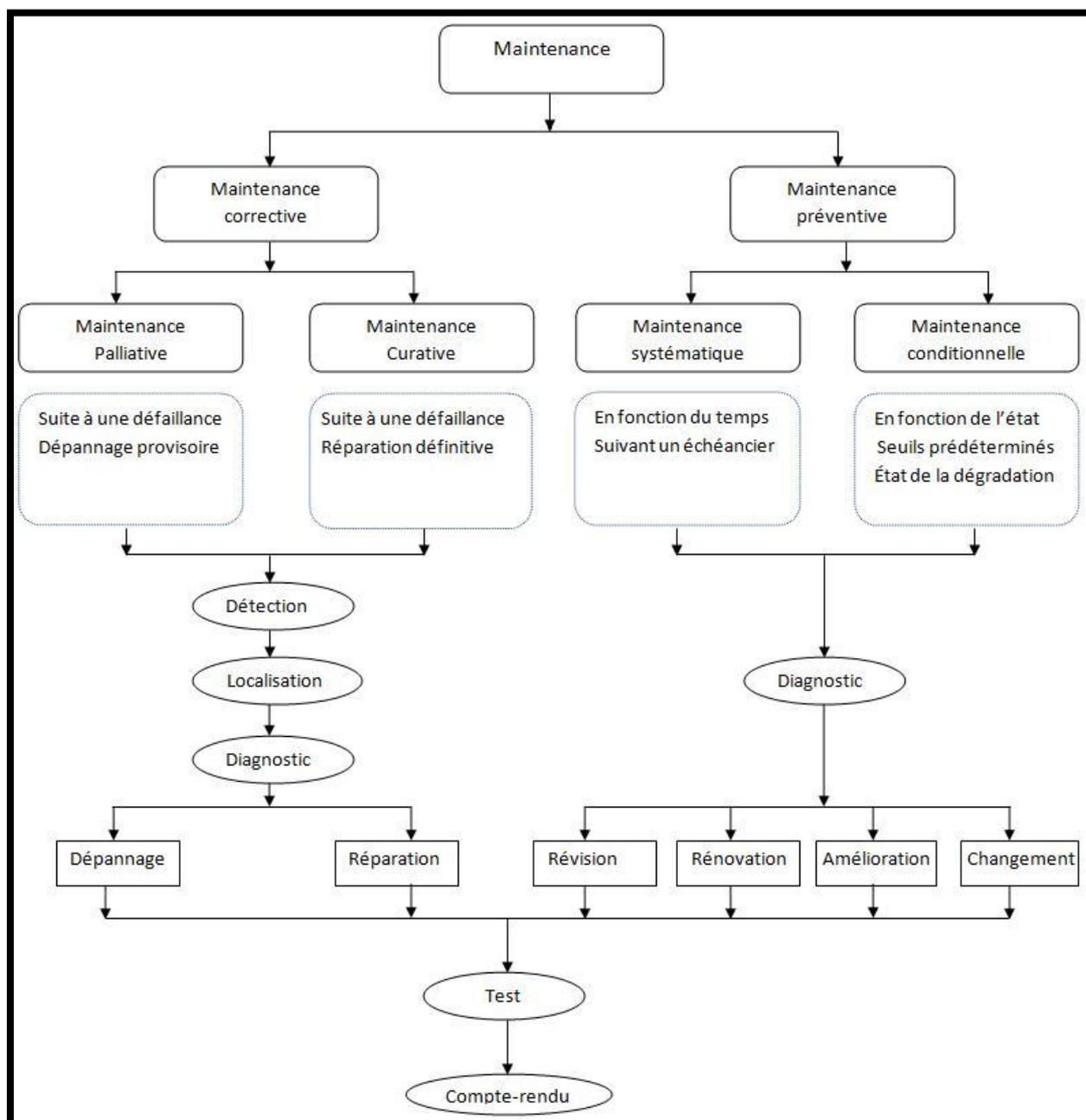
Elle se subdivise en :

- ✓ **Maintenance palliative** : dépannage (provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.
- ✓ **Maintenance curative** : réparation (durable) consistant en une remise en état initial.

2. La maintenance préventive, qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. On interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis).

La maintenance préventive se subdivise à son tour en:

- ✓ **Maintenance systématique**, périodique ou programmée: ils désignent des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.) ;
- ✓ **Maintenance conditionnelle**: réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement.
- ✓ **Maintenance prévisionnelle**: réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.



12 .Les opérations de maintenance :

12.1. Le dépannage :

C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un équipement en panne en vue la remettre en état de fonctionnement.

Cette action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation hors règles de procédures, de coût et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Souvent les interventions de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses et n'exigent pas la connaissance du comportement des équipements et des modes de dégradation.

12.2. La réparation : C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

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

12.4. Les visites :

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

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

12.5. Les contrôles :

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement.

Le contrôle peut, comporter une activité d'information, inclure une décision, acceptation, rejet, ajournement, déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Les opérations de surveillance (inspection, visite, contrôle) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

12.6. Les révisions :

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

Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles, des révisions générales. Dans les deux cas, cette opération implique la dépose de différents sous-ensembles.

13. Loi de Pareto et la courbe ABC :

13.1. Diagramme de Pareto :

Le diagramme de Pareto est un outil statistique qui permet d'identifier l'importance relative de chaque catégorie dans une liste d'enregistrements, en comparant leur fréquence d'apparition. Un diagramme de Pareto est mis en évidence lorsque 20 % des catégories produisent 80 % du nombre total d'effets. Cette méthode permet donc de déterminer rapidement quelles sont les priorités d'actions. Si on considère que 20 % des causes représentent 80% des occurrences, agir sur ces 20 % aide à solutionner un problème avec un maximum d'efficacité.

13.2. Définition de la méthode ABC :

La méthode ABC est un moyen objectif d'analyse, elle permet de classer les éléments qui représentent la fraction la plus importante du caractère étudié, en indiquant les pourcentages pour un caractère déterminé.

13.3. But de la méthode ABC :

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les éléments les plus pénalisants afin d'en diminuer leurs effets :

- Diminuer les couts de maintenance.
- Améliorer la fiabilité des systèmes. Justifier la mise en place d'une politique de maintenance.

14. Etude de FMD :

14. 1. La fiabilité :

Définition selon la NF X 06–501 : la fiabilité est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation données et pour une période de temps déterminée. [8]

a. fiabilité intrinsèque : elle est propre à un matériel et à un environnement donné et ne dépend que de ce matériel.

b. fiabilité extrinsèque : elle résulte des conditions d'exploitation, de la qualité de la maintenance, d'une manière générale d'événement relatif à l'intervention humaine.

14.1.1. Objectifs de la fiabilité :

La fiabilité a pour objectif de :

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

14.1.2. Principales lois de probabilité utilisées en fiabilité :

Dans les études de fiabilité des différents équipements, une variable aléatoire continue ou discrète peut être distribuée suivant diverses lois qui sont principalement :

14.1.2.1. La loi exponentielle :

Elle est la plus couramment utilisée en fiabilité électronique pour décrire la période durant laquelle le taux de défaillance des équipements est considéré comme constant. Elle décrit le temps écoulé jusqu'à une défaillance, ou l'intervalle de temps entre deux défaillances successives.

14.1.2.2. La loi de WEIBULL :

C'est une loi continue à trois paramètres, donc d'un emploi très souple. En fonction de la valeur de ses paramètres, elle peut s'ajuster à toutes sortes de résultats expérimentaux. Cette loi a été retenue pour représenter la durée de vie des pièces.

14.1.2.3. La loi normale :

C'est une loi continue à deux paramètres ; la valeur moyenne et l'écart type caractérise la dispersion autour de la valeur moyenne. Elle est la plus ancienne, utilisée pour décrire les phénomènes d'incertitudes sur les mesures, et ceux de fatigue des pièces mécaniques.

14.1.2.4. La loi log-normale (ou loi de GALTON) :

Soit une VA continue positive ; si la variable $y = \text{Log}x$ est distribuée selon une loi normale, la variable x suit une loi log-normale. De nombreux phénomènes de mortalité ou de durée de répartition sont distribués selon des lois log-normale.

14.1.2.5. La loi binomiale :

La loi binomiale est une loi discrète. On l'applique pour décrire un phénomène ayant deux occurrences s'excluant mutuellement (succès ou échec, état défaillant ou en fonctionnement par exemple). En fiabilité cette loi représente la probabilité de voir k défaillances de matériels lors de l'exécution de n essais, sachant que la probabilité élémentaire de défaillance d'un matériel est P .

-Sa variance :
$$V = nP(1 - P)$$

-Son écart type :

$$\sigma = \sqrt{nP(1 - P)}$$

14.1.2.6. La loi de POISSON ou loi de faibles probabilités :

La réalisation d'évènements aléatoires dans le temps se nomme « processus de POISSON » et caractérise une suite de défaillances indépendantes entre elles et indépendantes du temps.

La loi de POISSON est une loi discrète, elle exprime la probabilité d'apparition d'un évènement lorsque celui-ci peut se manifester de nombreuses manières mais avec une faible probabilité.

Ses paramètres sont, en posant Sa variance : $m = \lambda t$

- Sa fréquence :
$$\text{Pr}[X = k] = \frac{m^k}{k!} e^{-m}$$
- Sa fonction de répartition :
$$F(x) = \sum_{k=0}^x \frac{m^k}{k!} e^{-m}$$

14.1.3. Paramètres nécessaires à la mesure de fiabilité :

14.1.3.1. Densité de probabilité :

La densité de probabilité de l'instant de la défaillance T s'obtient en dérivant la fonction de répartition F (t) :

$$f(t) = \frac{df(t)}{dt} = - \frac{dR(t)}{dt}$$

14.1.3.2. Fonctions de répartition :

Fonction de

C'est la probabilité pour que le dispositif soit en panne à l'instant t :

$$F(t) = \Pr(T \leq t)$$

Notons que ces deux fonctions sont complémentaires :

$$F(t) + R(t) = 1$$

14.1.3.3. La fonction de fiabilité : nous appelons R (t) la fonction de fiabilité, qui représente la probabilité de fonctionnement sans défaillances pendant un temps (t), ou la probabilité de survie jusqu'à un temps (t).

La probabilité d'avoir au moins une défaillance avant le temps (t), qui représente la probabilité cumulative des défaillances, est appelé : « probabilité de défaillance ».

14.1.3.4. Taux de défaillance :

Prenons maintenant une pièce ayant servi pendant une durée t et encore survivante.

La probabilité qu'elle tombe en panne entre l'âge t qu'elle a déjà et l'âge T + dt est représentée par la probabilité conditionnelle qu'elle tombe en panne entre T et T + dt, sachant qu'elle a survécu jusqu'à T. D'après le théorème des probabilités conditionnelles cette probabilité est égale à :

$$\lambda(t) dt = \frac{F(t + dt) - F(t)}{R(t)} = \frac{dF(t)}{1 - F(t)}$$

Avec $\lambda(t)$ taux de défaillance de la pièce d'âge t.

On a donc :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$\lambda(t)$ s'exprime également par l'inverse d'un temps, mais n'est pas une densité de probabilité. L'expérience montre que pour la plupart des composants, le taux de défaillance suit une

courbe en baignoire représentée sur la figure suivante :

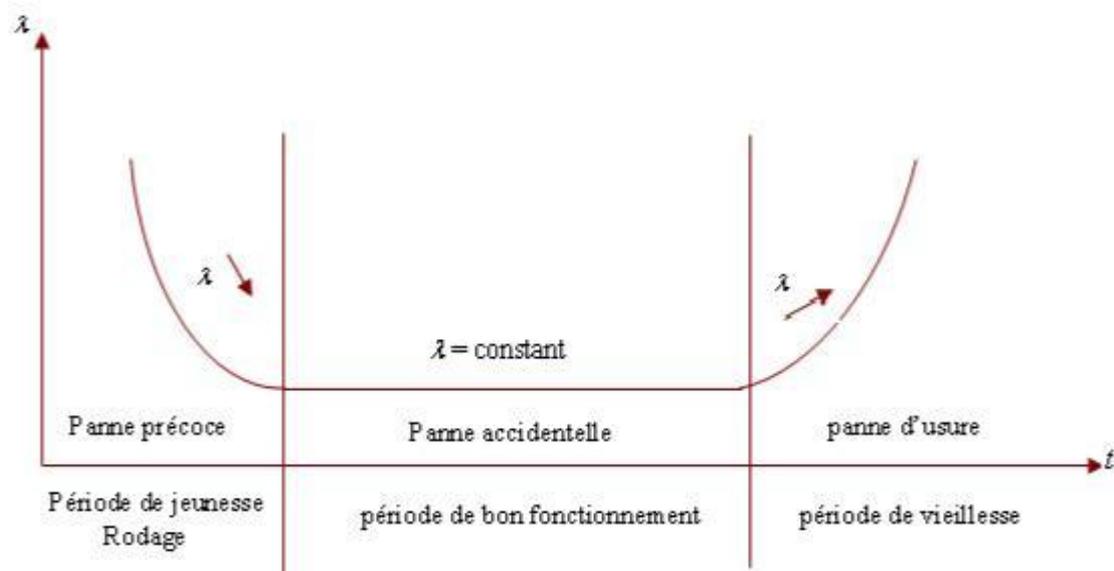


Figure II.2. Courbe en baignoire

Cette courbe représente trois périodes :

- **La période de jeunesse ou de rodage :** correspond à l'apparition de défaillances, dues à des mal façons ou à des contrôles insuffisants. Dans la pratique, le fabricant procède à un rodage de son matériel afin d'éviter que cette période ne se produise après l'achat du matériel.
- **La période de bon fonctionnement :** dans cette période, le taux d'avaries est sensiblement constant, les avaries surviennent de manière aléatoire et ne sont pas prévisibles par examen du matériel ; ces défaillances sont dues à un grand nombre de causes et sont liées à la fabrication des dispositifs.
- **La période de vieillissement :** le taux d'avaries est croissant, cette période correspond à une dégradation irréversible des caractéristiques du matériel, d'où une usure progressive.

• **La MTBF :**

Le temps moyen jusqu'à défaillance (ou moyenne des temps de bon fonctionnement) est :

$$\text{MTBF} = \frac{\Sigma \text{ temps de bon fonctionnement}}{\text{nombre d'intervalles de temps de bon fonctionnement}}$$

$$\text{MTBF} = \int_0^{+\infty} \mathbf{R(t)} dt$$

14.1.4. Loi de Weibull :

La loi de Weibull est utilisée en fiabilité, en particulier dans le domaine de la mécanique.

Cette loi a l'avantage d'être très souple et de pouvoir s'ajuster à différents résultats d'expérimentations.

La loi de Weibull est une loi continue à trois paramètres :

- le paramètre de position γ qui représente le décalage pouvant exister entre le début de l'observation (date à laquelle on commence à observer un échantillon) et le début du processus que l'on observe (date à laquelle s'est manifesté pour la première fois le processus observé) ;
- le paramètre d'échelle η qui, comme son nom l'indique, nous renseigne sur l'étendue de la distribution ;
- le paramètre de forme β qui est associé à la cinétique du processus observé

- Densité de probabilité : $f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$ avec $t \geq \gamma$
- Fonction de répartition : $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$
- Loi de fiabilité: $R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$
- Taux de défaillance :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1-F(t)} = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \cdot \frac{1}{e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}} \Rightarrow \lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Remarque : si $\begin{cases} \gamma = 0 \\ \beta = 1 \end{cases} \Rightarrow \lambda(t) = \frac{1}{\eta} = \frac{1}{\text{MTBF}}$

$$a = \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \text{ et de } b = \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}$$

Moyenne des temps de bon fonctionnement: $\text{MTBF} = \gamma + \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$

En fonction de β ; d'où $\text{MTBF} = \gamma + a \eta$

Le paramètre de position γ étant souvent nul, on se ramène à

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{t}{\eta}\right)^\beta$$

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right]$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right]$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Donc $\gamma = 0$ ou, en faisant le changement de variable, $t_1 = t - \gamma$, on obtient la distribution de Weibull à 2 paramètres, définie pour t (ou t_1) positif ou nul, dont les caractéristiques sont illustrés sur la (Figure II-3)

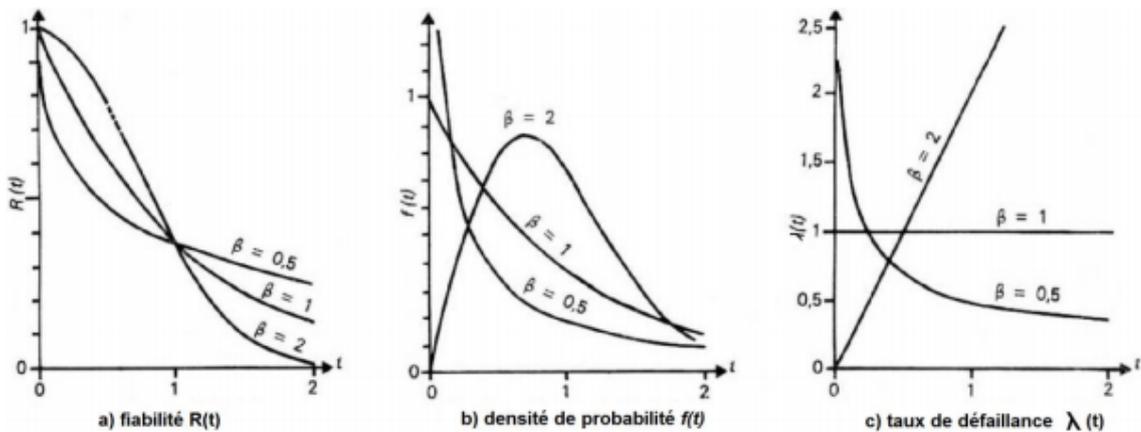


Figure II.3 : Principales propriétés de la distribution de Weibull.

14.1.4.1. Application à la fiabilité :

Suivant les valeurs de β , le taux de défaillance est

Soit décroissant ($\beta < 1$),

Soit constant ($\beta = 1$),

Soit croissant ($\beta > 1$).

La distribution de Weibull permet donc de représenter les trois périodes de la vie d'un dispositif (courbe de baignoire).

Le cas $\gamma > 0$ correspond à des dispositifs dont la probabilité de défaillance est infime jusqu'à un certain âge γ .

14.1.4.2. Estimation des paramètres de la loi de weibull :

Un des problèmes essentiel est l'estimation des paramètres (β, η, γ) de cette loi, pour cela, nous disposons de la méthode suivante :

➤ **Graphique à échelle fonctionnelle :**

Si pour la distribution de Weibull à 2 paramètres, on fait la transformation :

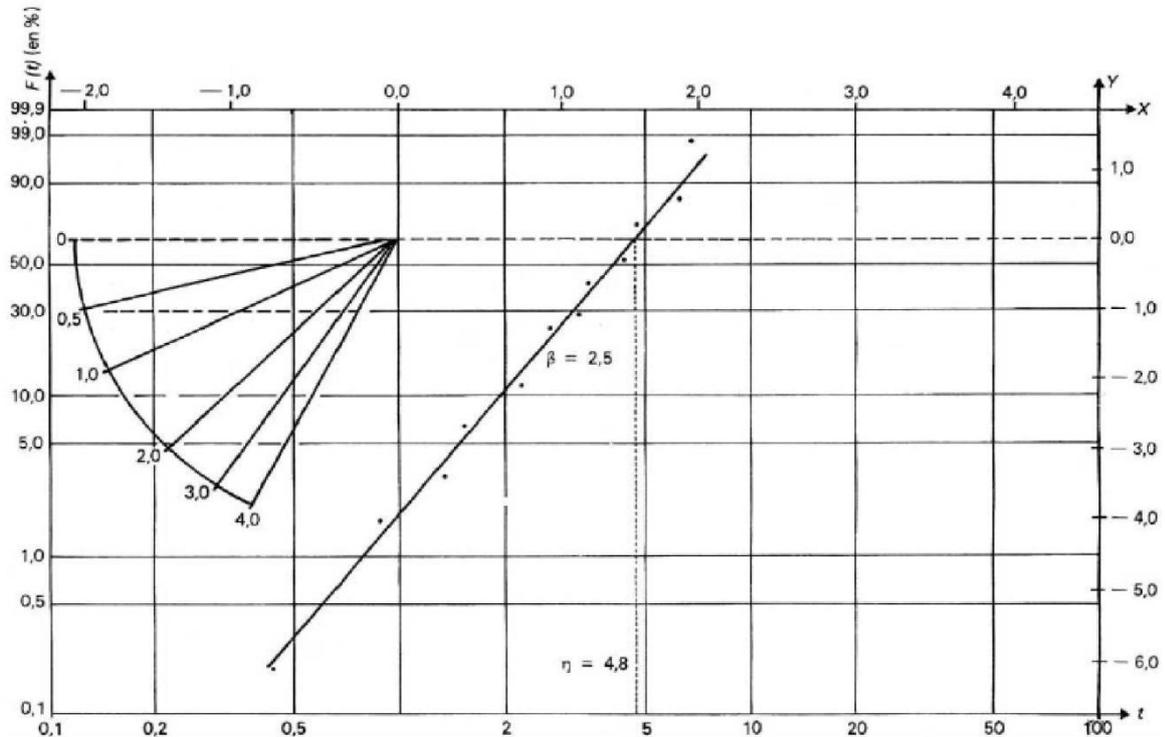


Figure II.4 : Représentation sur graphique à échelle fonctionnelle de la distribution de Weibull (graphique d'Allan Plait).

- A : Axe de t
- B : axe de F(t) (en %)
- a : Ln (t)
- b : Ln (Ln (1/ [1-F(t)]))
- X et Y : permettent de déterminer bêta ($Y = \text{bêta } X$)

L'historique permet de déterminer des Temps de bon fonctionnement et des fréquences cumulées de défaillance F(i), approximation de F(t).

14.1.4.3. Préparation des données :

- 1) Calcul des Temps de bon fonctionnement
- 2) Classement des temps de bon fonctionnement en ordre croissant

3) N = nombre de Temps de bon fonctionnement

4) Recherche des données F(i), F(i) représente la probabilité de panne au temps correspondant au Temps de bon fonctionnement de l'ième défaillant.

1- Si $N > 50$, regroupement des Temps de bon fonctionnement par classes avec la fréquence cumulée :

$$F(i) = \frac{Ni}{N} = \frac{\sum Ri}{N} \approx F(t)$$

2- Si $20 < N < 50$, On affecte un rang "Ni" à chaque défaillance (approximation des rangs moyens):

$$F(i) = \frac{Ni}{N + 1} \approx F(t)$$

3- Si $N < 20$, On affecte un rang "Ni" à chaque défaillance (approximation des rangs médians):

$$F(i) = \frac{Ni - 0,3}{N + 0,4} \approx F(t)$$

Et on fait le Tracé du nuage des points M (F(i), t) :

a. Recherche de γ :

Si le nuage de points correspond à une droite, alors $\gamma = 0$. ($\gamma = 0$)

Si le nuage de points correspond à une courbe, on la redresse par une translation de tous les points en ajoutant ou en retranchant aux abscisses "t", une même valeur (gamma) afin d'obtenir une droite comme le montre la figure suivante.

On a 3 cas différents :

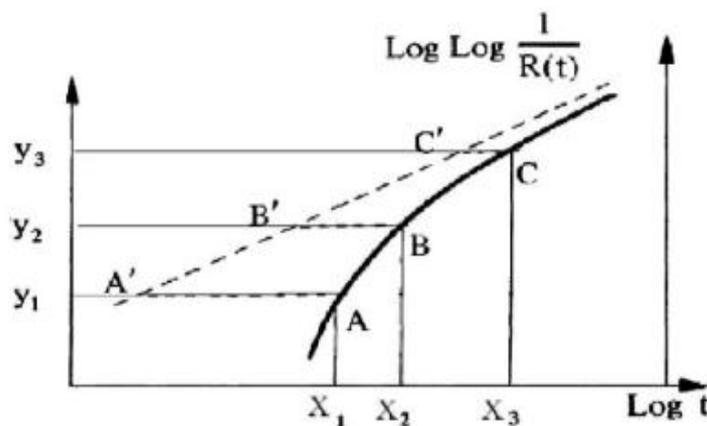


Figure II.5 : redressement de la courbe par translation.

$$Y = \frac{X_3 * X_1 - X_2^2}{X_3 + X_1 - 2X_2}$$

Considérons les points :

A(X₁, Y₁) ; B(X₂, Y₂) ; C(X₃, Y₃)

$$\text{Et } \begin{cases} Y_3 > Y_2 > Y_1 \\ 2Y_2 = Y_1 + Y_3 \end{cases}$$

En arrangeant on obtient

$$Y = X_2 - \frac{(X_3 - X_2) * (X_2 - X_1)}{(X_3 - X_2) - (X_2 - X_1)}$$

b. Recherche de η :

La droite de régression linéaire coupe l'axe A à l'abscisse $t = \eta$.

c. Recherche de β :

- béta est la pente de la droite de corrélation.
- On trace une droite parallèle à la droite de corrélation, et passant par $\eta = 1$ On lit ensuite béta sur l'axe B.

14.2. La maintenabilité :

La maintenabilité est « l'aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions, avec des procédures et des moyens précis ».

La maintenabilité caractérise la facilité de remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement.

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

La maintenabilité est des temps techniques de

caractérisée par la moyenne réparation MTTR .

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N}$$

14.2.1. Taux de réparation μ :

$$\mu = \frac{1}{\text{MTTR}}$$

La probabilité de réparation d'un composant est principalement fonction du temps écoulé depuis l'instant de défaillance. Il existe un certain délai t avant que le composant puisse être réparé. Ce délai t comprend le temps de détection et le temps d'attente de l'équipe de réparation.

Il s'y ajoute le temps de réparation proprement dit (Figure II-6) donne l'allure de la probabilité de réparation d'un composant tombé en panne en $t=0$.

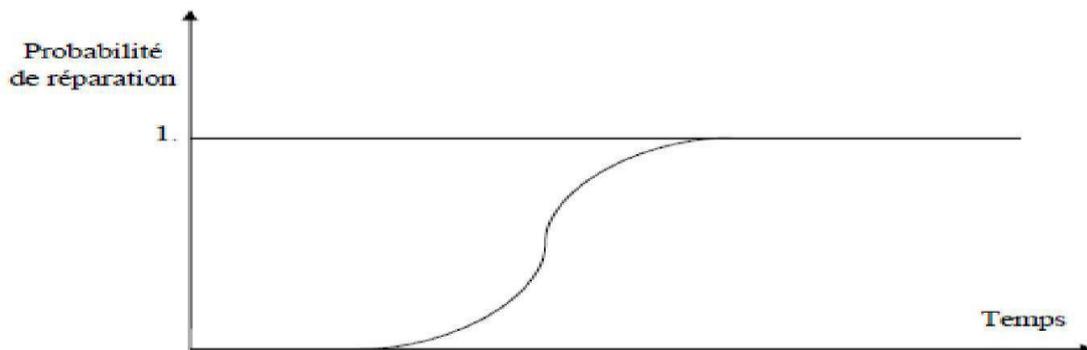


Figure II.6 : probabilité de réparation au cours de temps.

14.2.2. Amélioration de la maintenabilité :

L'amélioration de la maintenabilité passe par :

- le développement des documents d'aide à l'intervention,
- l'aptitude de la machine au démontage (modification, risquant de coûter chère).
- l'accessibilité.
- l'interchangeabilité et la standardisation.
- la facilité de remplacement.
- l'aide au diagnostic.

Il assurera de ce fait la réduction des durées de détection des pannes d'état, diminuant, ainsi les TTR l'amélioration de la maintenabilité d'une manière considérable.

Le maintenancier doit améliorer la maintenabilité par les actions suivantes :

- 1- disponibilité de la documentation tenue à jour du matériel.
- 2- utilisation des systèmes d'aide au diagnostic

- 3- utilisation des capteurs intégrés pour la localisation de la panne
- 4- disponibilité des accessoires outillages

14.3. La disponibilité :

La disponibilité est « l'aptitude d'un bien, sous les aspects combinés de sa fiabilité, maintenabilité et de l'organisation de la maintenance, à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions de temps déterminées ».

Pour qu'un équipement présente une bonne disponibilité, il doit :

- avoir le moins possible d'arrêts de production,
- ✓ être rapidement remis en état s'il est défaillant.

La disponibilité relie donc les notions de fiabilité et de maintenabilité.

14.3.1. Les type de disponibilité :

14.3.1.1. Disponibilité intrinsèque : cette disponibilité est évaluée en prenant en compte les moyennes de bon fonctionnement et les moyennes de réparation, ce qui donne

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

II.9.3.1.2. disponibilité instantanée :

Pour un système avec l'hypothèse d'un taux de défaillance λ constante et d'un taux de réparation μ constant, la disponibilité instantanée est :

$$D(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-t(\lambda + \mu)}$$

14.3.2. Amélioration de la disponibilité :

- l'allongement de la *MTBF* (action sur la fiabilité).
- la réduction de la *MTTR* (action sur la maintenabilité).
- Fiabilité.
- maintenabilité.
- logistique.

14.4. La relation entre MUT, MTBF, et MTTR :

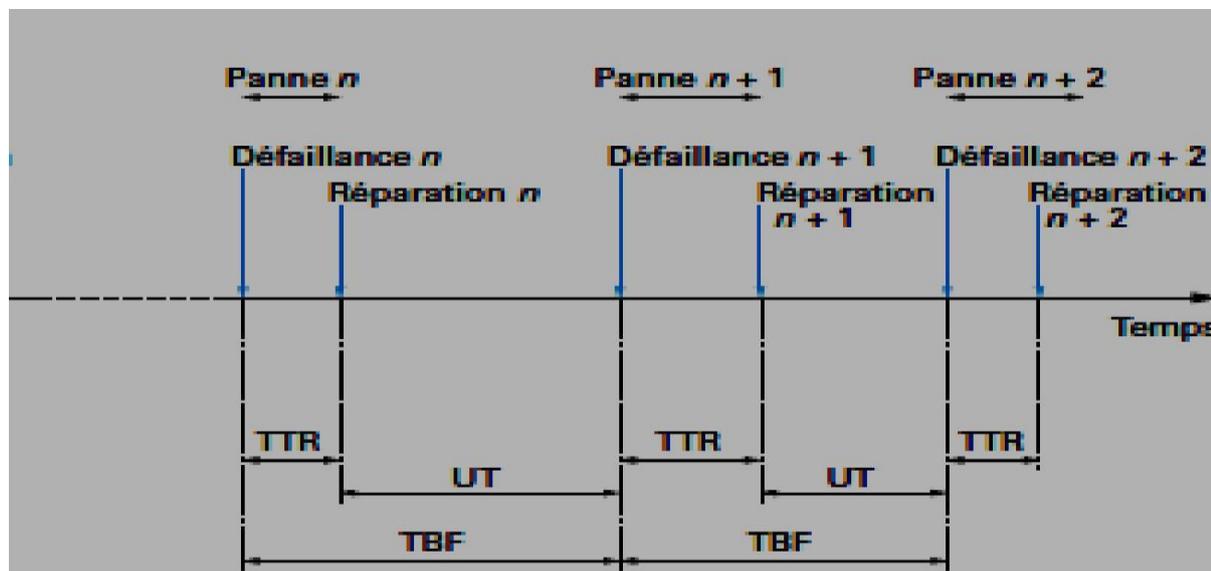


Figure II.7 : Vie d'un système : évolution dans le temps. [2]

$$MTBF = MUT + MTTR$$

En général, on utilise les sigles d'origine américaine MTBF, MTTR et MUT, avec le risque de mal se comprendre évoqué au début du paragraphe ; on peut proposer les expressions françaises suivantes pour utiliser exactement les mêmes notions en levant les ambiguïtés :

- TTR temps de réparation,
- TBF temps de bon fonctionnement,
- UT temps entre défaillances.

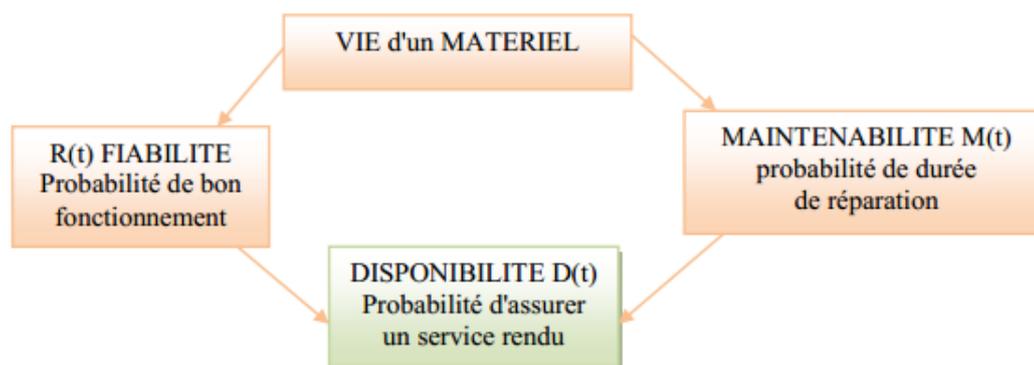


Figure II.8 : La relation entre les notions FMD. [2]

15. Conclusion :

La maintenance est une fonction essentielle de l'entreprise ; ses objectifs vont au delà de remettre en état l'outil de travail, mais surtout d'anticiper des événements qui interviennent dans un environnement d'incertitudes, et de contribuer à la performance globale du système de production.

Cela nous mène à substituer la maintenance curative par celle préventive visant à préserver la fiabilité de l'équipement, réduire les surcoûts, et assurer la qualité des produits finies. Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et l'intervention sur l'équipement.

La sûreté de fonctionnement d'une machine en tenant compte de l'aspect sécurité et les critères visant à éviter un entretien fréquent, difficile et coûteux se résument en trois points connus sous la notion F.M.D. (Fiabilité_ Maintenabilité_ Disponibilité) que le concepteur d'équipement devrait tenir compte lors des études d'engineering.

I. Introduction :

Les hydrocarbures sont actuellement fondamentaux pour l'économie de nombreux pays. Ainsi, le transport des hydrocarbures par pipelines reste le moyen le plus sécurisant pour, acheminer de grandes quantités de pétrole et de gaz, sur de longues distances. Ce qui les rend, par conséquent, d'une importance capitale pour transport des hydrocarbures.

La production des tubes en spirale soudés destinés au secteur d'hydrocarbure, débute du métal de base en forme de bande en bobine. Cette dernière passe par un procédé de soudage, inspecté de plusieurs manières et enfin, revêtu. Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés aux propriétés des pipelines, du procédé de fabrication, ainsi qu'une revue des modes de dégradation liés au fonctionnement et à l'environnement.

1. Présentation du complexe :

1.1 Historique :

L'entreprise nationale de sidérurgie (**ENS**) a été créée par la société bônoise sidérurgie (**SBS**) en 1959 suite à la mise en application du plan de Constantine créée le 4 septembre 1964, la **SNS** a été chargée de construire un complexe sidérurgique à **EL HADJAR**. En exécution d'une politique définie et exprimée par le gouvernement. Les minerais seront acheminés par les chemins de fer depuis les mines du **l'OUENZA**, à 150km, de la coke également sera acheminé depuis le port de Annaba.

Issue de la restructuration de la société nationale de sidérurgie SNS, l'entreprise (**SNS**) par abréviation **SIDER** a été créée par décret (**n°83-628**) du 05 novembre 1983 et après métal Steele Annaba le 25 juin 2005, et devenir Arcelor métal Annaba le 6 mars 2007 et **sider El Hadjar en Octobre 2015**.

1.2 Situation géographique du complexe :

Le complexe sidérurgique d'**EL HADJAR** situé de 15km au sud de la ville d'Annaba, occupe une superficie de 800 hectares qui se répartit en trois zones, figure N° 01 :

-1er zone : Les ateliers de production « 300 Hectares ».

-2ème zone : Les superficies de stockage « 300 Hectares ».

-3ème zone : La surface de service « 200 Hectares ».

Le complexe a pour mission de valoriser le minerai de fer national et de fabriquer des demi-produits sidérurgiques nécessaires aux autres branches du secteur de l'industrie. En outre, pour ses besoins d'énergie et de fluides, le complexe est équipé de dispositif tel que :

- Trois (3) centrales thermiques d'une capacité totale de 65mW/h.
- Quatre (4) centrales à oxygène d'une capacité totale de 3500m³/h.
- Trois (3) usines à eau d'une capacité de 28400 m³/h.

Le complexe dispose au niveau du périmètre du port d'Annaba les installations suivantes :

Un quai sidérurgique équipé de grues dont 5 d'une capacité de 25tonne et deux de 40 tonnes.

On distingue trois phases :

Une phase allant du démarrage du premier (**HF N°1**) jusqu'à 1974, année de mise en service des premières installations du LAF (**laminoir réversible**) de capacité de 400000 tonnes d'acier liquide.

Une phase dite (**Extension des Gammes**) entre 1974 et 1977 il s'agit de la construction de la filière tube sans soudure pour une meilleure sécurité du complexe et structuré par organigramme de produit l'approvisionnement en tube à pétrole pour **SONATRACH** et du laminoir à fils rond.

Une phase dite 2.000.000 de Tonnes entre 1978 et 1981 caractérisée par l'installation du haut fourneau de 120.000 Tonne de fonte, l'adjonction d'une cokerie, l'extension de la zone produit plat à une capacité de 1.300.00 Tonnes d'acier liquide et la création d'une filière produit long, d'une capacité de 540.000 Tonnes suite à la construction d'une aciérie à billettes.



Fig.I.1 : vue générale du complexe El-Hadjar

2. Présentation générale de l'Entreprise Sider TSS.

L'entreprise est implantée sur le site du complexe Sider El Hadjar Annaba, a pour mission principale la production des tubes sans soudure, (figure n° 02). Destinés principalement à l'industrie du pétrole et du gaz, son démarrage a eu lieu en 1974.

Figure N° 02: Présentation de Sider TSS



2.1 Localisation du site et l'environnement :

Les ateliers de production Sider TSS se trouvent implantées dans l'enceinte du complexe sidérurgique d'el- HADJAR.

. SITE :

Le site de la tuberie sans soudure a une superficie de 31,5 ha. Des surfaces couvertes atteignent 81 300 m² dont :

- Ateliers de productions : 78 000 m²
- Blocs socio administratifs : 3300 m²

La surface des routes, parking et aires de stockage sont de : 233 700 m².

. Environnement :

Sider TSS est située dans un environnement industrialisé et viabilisé bénéficiant de toutes les infrastructures indispensables à la bonne marche industrielle.

2.2 Les principaux produits de l'Entreprise sont :

- Les tubes casing pour le coffrage des puits de pétrole ; (il n'existe pas la ligne de productions et est à l'état d'arrêt)
- Les tubes Tubings pour la production ;
- Les Tubes line-pipe pour le transport des hydrocarbures liquide et gazeux ;

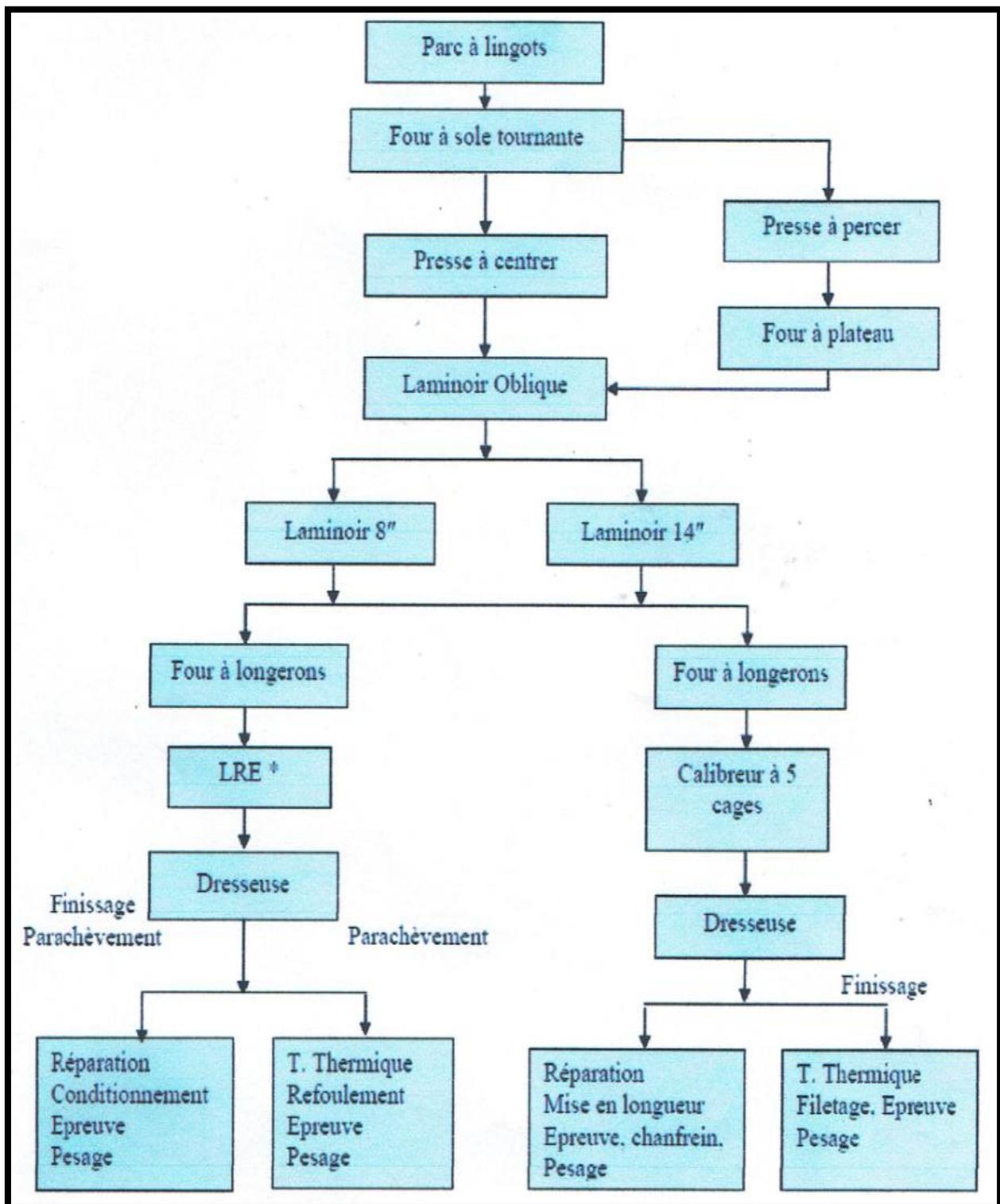
2.3 Les ateliers de production :

a)-LAT : Le laminoir à tubes qui permet la fabrication des tubes avec un large éventail des diamètres et différentes épaisseurs.

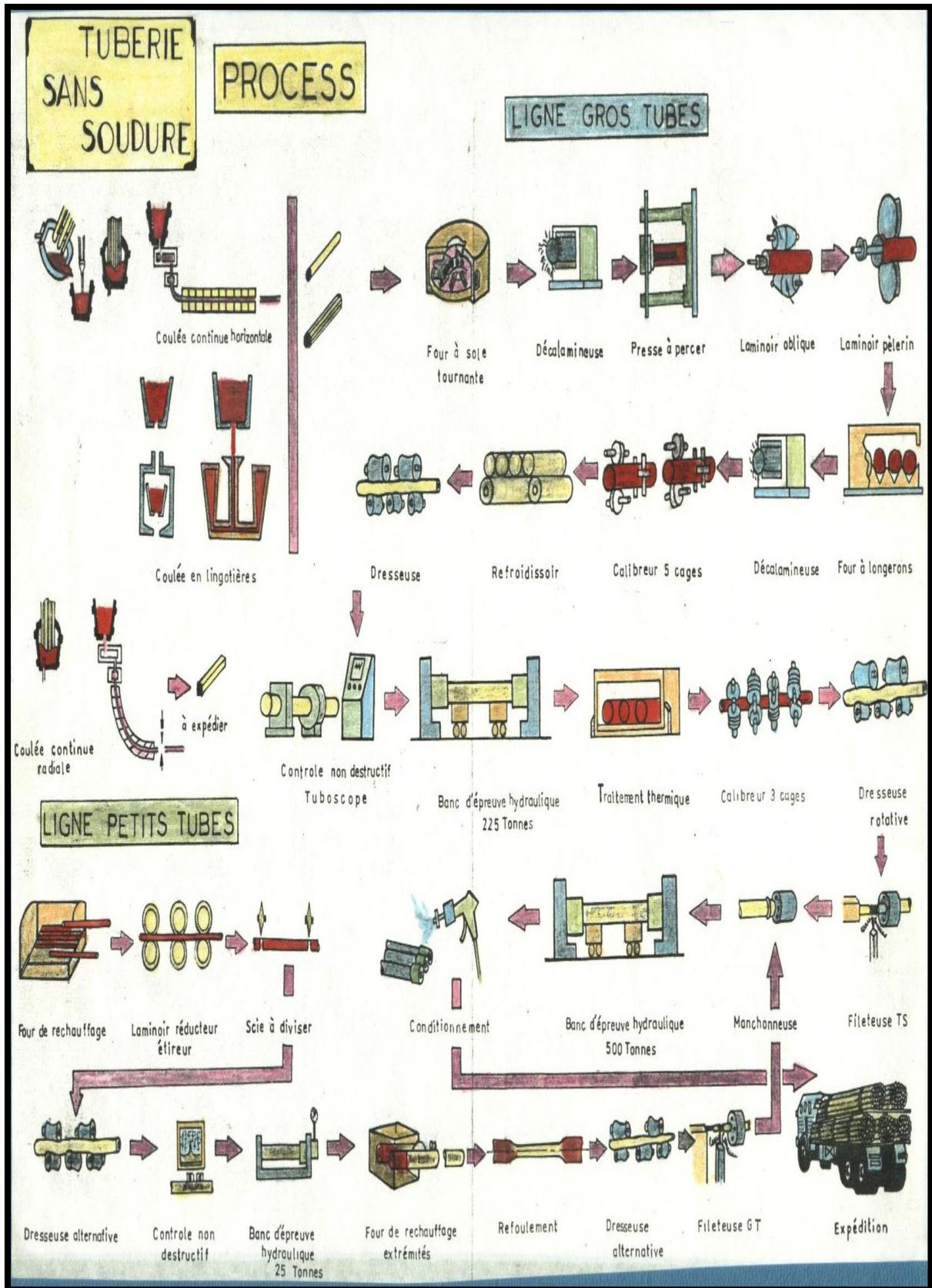
b)-PAT : Le parachèvement à Tubes spécialisé dans le traitement thermique des aciers et dans le filetage et la finition des extrémités des tubes et manchons.

3. Organisation de l'Entreprise Sider TSS :

L'Entreprise Sider TSS est structurée en tête par une direction générale, elle est composée de quatre directions, trois départements et plusieurs services, la structure de L'AMPTA peut se schématiser selon l'organigramme suivant :



4. Processus de fabrication du tube sans soudure :



5. Description des installations :

Les équipements de productions Sider TSS sont répartis dans les ateliers suivants :

- Le laminoir à tubes ;
- Le parachèvement des tubes ;
- Atelier de fabrication des manchons.

Ces ateliers sont desservis par les principales installations annexes suivantes :

- ✓ Station de pompage ;
- ✓ Station de traitement des eaux ;
- ✓ Sous stations électriques.

Les ateliers principaux comprennent pour le laminoir à tube :

Deux types de lingots en provenance de l'aciérie sont stockés dans ce parc

- Lingot rond : Φ (190, 225, 270,345).
- Lingots dodécagonaux : Φ (300, 350, 410, 500).



6. L'atelier de laminage :

Cet atelier comprend les installations suivantes utiles pour la production des tubes sans soudure :

- Four à sole tournante
- Presse à percer (Pour les lingots dodécagonaux)
- Presse à centrer (Pour les lingots ronds)
- Four à plateau (intermédiaire)
- Laminoir oblique
- Laminoir à pas de pèlerin (14'', 8''B – 8''C)
- Scies à chaud
- Fours à longerons
- Calibreur 5 cages (gros tubes)
- Calibreur 20 cages (petits tubes), qui est le LRE (laminoir réducteur étireur)
- Chaines de refroidissement des tubes
- Dresseuse tubes

La Table d'alimentation



7. Four a sole tournante :

Le four à sole tournante est appelé ainsi car seule la sole supportant les lingots, tourne ; L'ossature et Les parois du four restant fixes.

Le four à sole est d'une capacité de 45T/h. et comporte 3 Zones :

- Préchauffage
- Chauffage
- Homogénéisation

La température de défournement des lingots est 1300°C environ, et le temps moyen de séjour des lingots dans le four est de 4 heures.

Ce four est tout à fait moderne, doté de moyens de contrôle perfectionné, c'est-à-dire indication des températures sur enregistreurs à bandes et régulation automatique des températures.

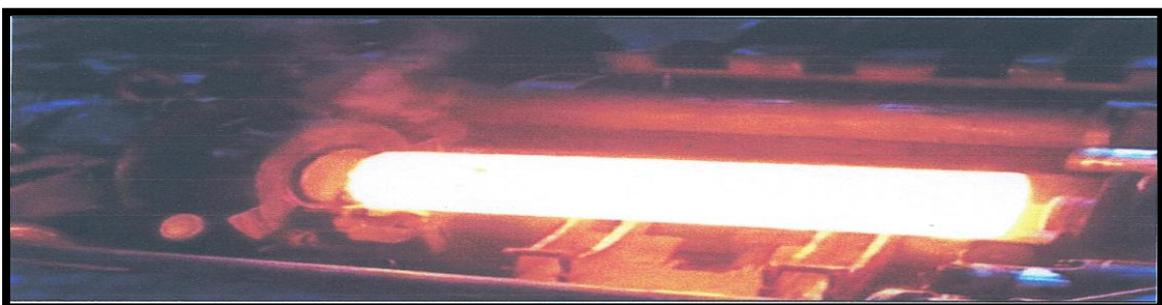


8. Presse a perce 1200Tonnes :

La presse à percer n'est utilisée que pour les lingots dodécagonaux de la section 300-500. C'est une presse horizontale, réglable de 400-1200 tonnes (force de perçage).

Elle utilise comme fluide moteur de l'eau sous-pression à 200 kgf/cm^2 , qui est fournie par une centrale hydropneumatique.

- Perçage des lingots en doigts de gants.
- Capacité de diamètre entre 214-500 mm.
- Longueur lingot 800-1800 mm.
- Coefficient d'allongement 1.15.
- Température mini 1200°C.



9. Presse à centrer :

Les lingots ronds de 190-345 mm de diamètre passent par presse à centrer, et vont directement au laminoir oblique pour perçage (c'est-à-dire ne nécessitent pas le passage par la presse à percer).

La presse à centrer réalise un avant trou sur la face avant (pied du lingot) des lingots ronds, qui facilite le centrage, de ceux-ci sur la tête de perçage dans le laminoir oblique, travaillant alors en perceur.

10. Four a plateau :

L'opération de réchauffage est nécessaire du fait, du refroidissement des lingots dans la matrice de la presse à percer, pour cela un petit four à plateau tournant dans les 2 sens ; compte tenu qu'une seule pince assume l'opération d'enfournement et de défournement des lingots.

Son rôle est d'élever la température des lingots de 1100°C à 1300°C. Le temps de séjour dépend de la cadence normale de laminage.



11. Laminoir oblique :

On trouve en tête de toutes les installations laminage à tubes sans soudure, une installation clé que l'on appelle « LAMINOIR OBLIQUE ».

Les cylindres en forme de tonneaux sont montés dans une cage de laminoir, l'un près de l'autre, leurs axes longitudinaux inclinés de quelques degrés de port et d'autre de l'horizontale et en sens inverse ; (d'où le nom de laminoir oblique). Entre les deux cylindres et vers le centre des tables, on place un mandrin de perçage, fixé à l'extrémité d'une tige.

Cette tige s'appuie sur une butée et maintenue en axe de perçage par des galets fous de guidage.

Le bloc creux poussé par un piston pneumatique est présenté entre les deux

Cylindres qui tournent dans le même sens.



Dès que les cylindres saisissent le bloc creux, celui-ci est entraîné en rotation, et par suite de l'inclinaison des cylindres, il progresse dans l'axe du laminoir et vient rencontrer la tête de perçage.

Un cylindre fou placé à la partie supérieure de la cage, et un patin placé à la partie inférieure guident et centrent le produit en cours de laminage.

Par suite de la forme spéciale des cylindres, on fait subir au bloc creux un travail de déformation mécanique. La compression exercée par les cylindres en rotation opère le formage du bloc creux autour du mandrin de perçage.

En fin d'opération, ce dernier débouche le trou crevant la voile de métal qui formait le bloc creux.

Cette opération de laminage a pour but de diminuer et de régulariser l'épaisseur des parois du bloc creux et de réduire par la même occasion son diamètre ; Le tube court à parois épaisses que l'on obtient est appelé « ébauchée oblique ». C'est-à-dire transformation des lingots ronds au ébauche creuses produite par la presse en ébauches percées.

Longueurs max sortie 3700mm.

Allongement max 1.75.

Taux de réduction 23%.

Immédiatement après le laminoir oblique, un dispositif de répartition distribue les ébauches soit, au laminoir pèlerin 14'', soit aux 2 laminoirs pèlerin 8'', qui vont effectuer l'opération de laminage proprement dite sans aucun réchauffage intermédiaire.

12. Laminoir a pas pèlerin :



La tuberie sans soudure d'EL-HADJAR AMPTA est « équipée de 3 cages finisseuses (laminoir à pas de pèlerin) :

- 1- Cage 14'' (cage 14 pouce)
- 2- Cage 8''

Un laminoir à pas de pèlerin comprenant deux ensembles placés l'un près de l'autre, qui sont :

- 1- Un banc horizontal de présentation (appareil de présentation), sur lequel coulisse un chariot, et sur ce chariot est placé l'appareil de présentation qui est constitué essentiellement par un cylindre d'air à l'intérieur duquel se monte un piston. A l'extrémité du piston, un dispositif d'accrochage permet de fixer un mandrin cylindrique acier dur. Quand on fait une coupe transversale dans l'axe du cylindre, le contour ou noyau du cylindre comporte quatre zones qui participent successivement au travail de laminage et qui se présentent dans l'ordre à chaque tour :
 - A- L'ATTAQUE qui produit le travail de réduction de section de l'ébauche.
 - B- PARTIE CYLINDRIQUE ou FINISSEUR qui régularise la surface du tube.
 - C- LA SORTIE qui abandonne progressivement la section de tube qui vient d'être laminé.
 - D- FAUSSE CANNELURE qui passe sans aucun travail pendant que l'ébauche se translate vers l'avant. LE LAMINAGE est synchronisé avec la vitesse d'avance du chariot porteur de l'appareil de présentation, et la rotation des cylindres de la cage laminoir pèlerin. (vitesse moteur).

Le mandrin reçoit l'ébauche provenant du laminoir oblique.

A l'arrière de l'appareil de présentation, un dispositif de vis et écrou avec roue à crochets provoque une rotation d'un quart de tour pendant la course vers l'avant du piston. Ce mouvement de rotation fractionné qui est nécessaire pour obtenir un tube régulé en épaisseur, ne s'effectuera pas pendant la course vers l'arrière du piston drall.

- 2- Une cage pèlerin dans laquelle sont placés deux cylindres entraînés en rotation par un moteur électrique, menant une cage à pignons et des arbres allonges. Ces cylindres de travail tournent en sens inverse du sens d'avancement du tube laminé.

Le cylindre supérieur est réglable en hauteur à l'aide des vis de pression commandées par un moteur hydraulique à partir du pupitre de l'opération.

Lorsque les cylindres tournent, placés l'un au-dessus de l'autre dans la cage du laminoir pèlerin, la section de la cannelure taillée dans les tables n'est pas constante ; la grande section admet le passage de l'ébauche d'oblique sans la toucher, la petite section correspond au diamètre du tube laminé. Cette variation de la section de la cannelure se reproduit à chaque tour des cylindres.

- 3- Le travail des cylindres en rotation.

Lorsque l'ébauche enfilée sur son mandrin se présente entre les cylindres, elle vient d'abord au contact de « L'ATTAQUE », et cette dernière en se resserrant sur l'ébauche se saisit d'une petite quantité de métal, la serre sur le mandrin, l'allonge dans le « finisseur » qui lisse la surface extérieure du tube. Le laminage dans le finisseur provoque un recul de tube vers l'appareil de présentation, le piston coulisse, comprimant l'air emprisonné dans le cylindre emmagasinant de l'énergie ; Cette énergie sera libérée lorsque les cylindres continuent à tourner, la prise du finisseur sur le tube se relâchera, c'est à dire quand « LA SORTIE » abandonnera progressivement le tube.

A ce moment précis, ce qui reste de l'ébauche avec son mandrin et la section de tube qui vient d'être laminée sont projetés vers les cylindres du laminoir.

Au cours de ce mouvement vers l'avant, le dispositif quart de tour fonctionne ; l'ébauche en tournant traverse la « FAUSSE CANNELURE » et vient à nouveau se présenter au contact de l'attaque.

Un nouveau cycle recommence, et c'est cette succession de cycles se reproduisant à cadence rapide qui permet le laminage entier en tube fini.



A la fin du laminage, le cylindre supérieur est soulevé par l'intermédiaire des vis de pression commandées par un moteur hydraulique. Ensuite on extrait le mandrin du tube à l'aide d'une guillotine située devant la cage, on évacue le mandrin de l'appareil, le tube est à son tour tiré par des rouleaux motorisés à la sortie de la cage à cylindres du laminoir pèlerin, et on affranchit les extrémités du tube à la scie à chaud.

Les Deux trains (8'' et 14'') sont composés de trois parties : La cage, l'appareil de présentation et son chariot ainsi que le circuit des mandrins

- Train 8'' :
 - ✓ Diamètre produite 120 à 254 mm
 - ✓ Poids ébauche er mandrin : 2100Kg
 - ✓ Longueur min/max : 7,5 à 33m
 - ✓ Epaisseur mini/maxi : 6 à 26 mm
- Train 14'' :
 - ✓ Diamètre produite 168 à 372 mm
 - ✓ Poids ébauche er mandrin : 5700Kg
 - ✓ Longueur min/max : 8 à 33m
 - ✓ Epaisseur mini/maxi : 6 à 26 mm

13. Four a longerons (avant calibre 5 cages) :

C'est un four à réchauffage des tubes venants du laminoir pèlerin de longueur maximal 15m

L'enfournement des tubes est assuré par une ligne de rouleaux automoteurs ayant une inclinaison de 25° pour assurer une rotation des tubes.

La cause d'enfournement des tubes est limitée par un butoir ; Un dispositif d'exploitation (Kick-Off) formé des bras réfractaire et qui passent à travers des ouvertures dur la paroi du four, permet le passage des tubes des rouleaux aux longerons fixés.

Lors de chaque passage des tubes d'un berceau au suivant, les tubes tournent sur eux-mêmes en permettant d'obtenir commença un chauffage uniforme sur toute la surface

Le chargement des tubes sera effectué sur une seule file.

A l'enfournement les tubes pourront présenter des différences de température de 150°C, Soit :

- Pour tubes épaisseur 4mm : 550-700°C
- Pour tubes épaisseur 12mm : 650-800°C

La température de défournement entre 850 et 875°C

Il est d'une capacité de 45T/H (110 tubes/heurs)

Produits à réchauffer :

Caractéristique Des Tubes

- Diamètre maxi 369 mm
 - Diamètre mini 147 mm
 - Epaisseur maxi 22 mm
 - Epaisseur mini 3,9 mm
- 5m ≤ Longueur ≤ 16 mètres

Aciers destinés à la fabrication des tubes de toutes nuances, dont les plus utilisés sont :

- C75 - N80
- J55
- P150 - P110



Les nuances d'acier correspondent à des aciers au carbone non alliés ou faiblement alliés en accord avec les normes API en vigueur.

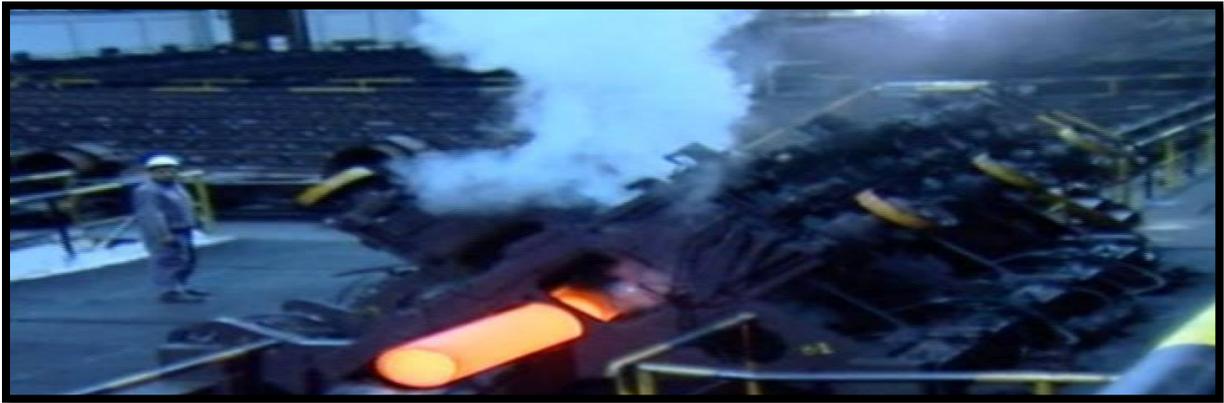
14. Calibreur 5 cages :

Les tubes sortants des cages pèlerins ne présentent pas le même diamètre extérieur, pour cela on réchauffe les tubes dans le four à longerons et on les achemine vers le calibreur 5 cages, qui termine les tubes avec des tolérances très réduites sur les dimensions définitives.

UNE CAGE C'EST L'ENSEMBLE DE DEUX GALETS

Les cages sont alternées et les plans de tables des galets sont perpendiculaires entre eux du fait des réductions de diamètre successives et pour éviter l'augmentation d'épaisseur des tubes, les cages ont des vitesses qui vont en augmentant.

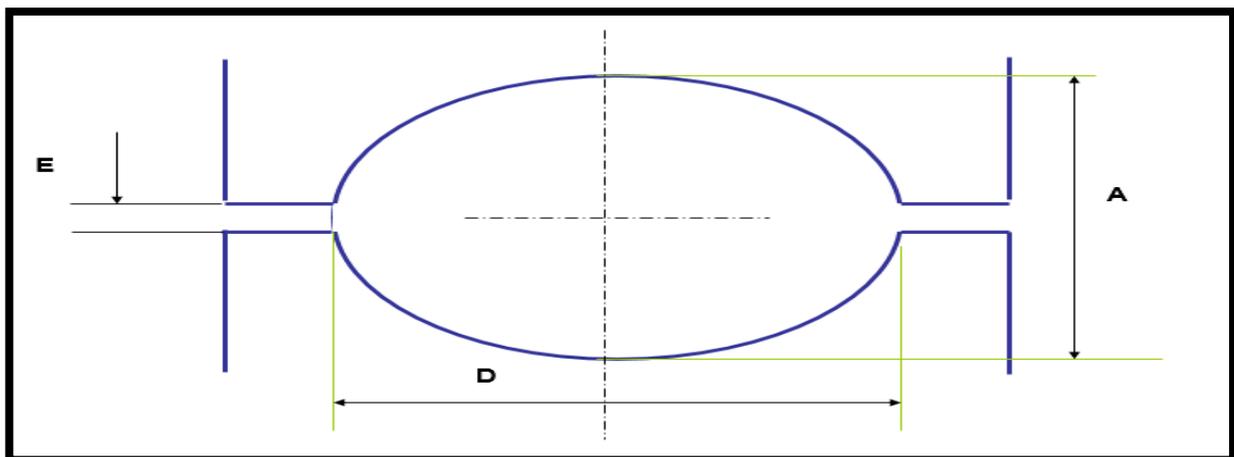
Calibrage de mise en dimension par réduction du diamètre et calibrage cylindrique du tubes bruts produits par laminoir pèlerin 8'' et 14 ''



14.1 .Type de cages :

- **Cage ébaucheuse** :la cannelure de la cage ébaucheuse est définie par A et D, dont D : est la largeur du galet qui est toujours supérieur à A , A : est deux fois la profondeurs du galet plus l'élévation E que l'on se ménage pour le réglage .

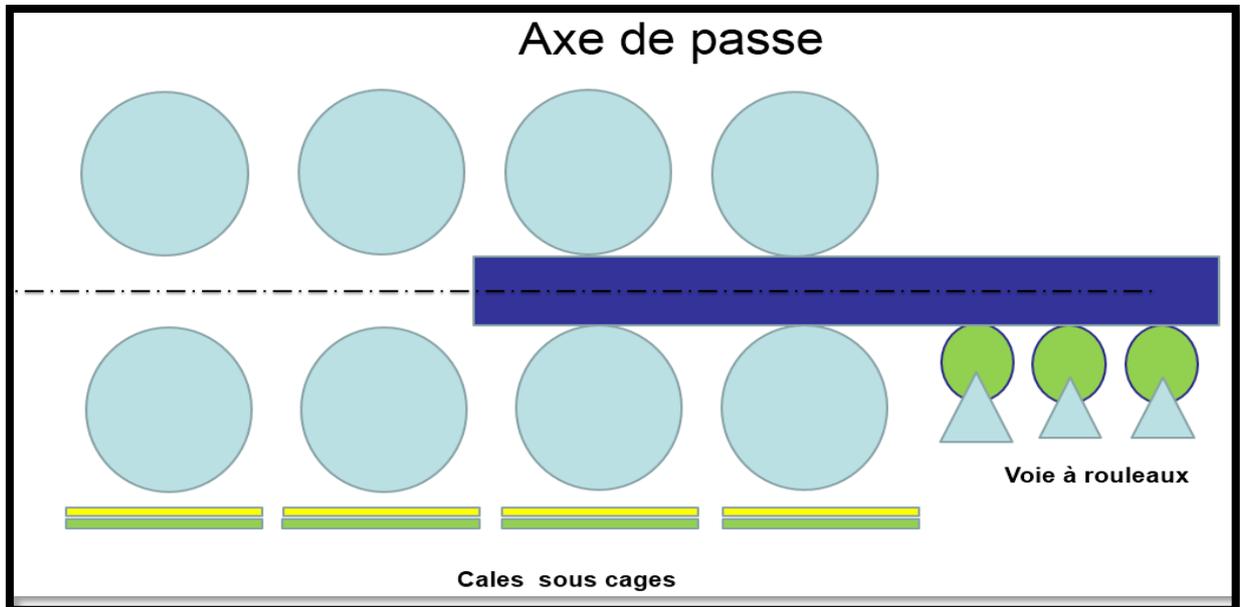
($D > A$)



- **Cage finisseuse** :la cannelure de la cage finisseuse est définie par A et D dont D : est la largeur du galet qui est égale à A , A : est deux fois la profondeurs du galets plus l'élévation E que l'on se ménage pour le réglage ($A = D$).

- **Notion d'axe de passe :** c'est une ligne fictive reliant le centre des cannelures de toutes les cages.

Le centre géométrique des différentes cages détermine une ligne qui doit être droite et correctement dans l'axe du tube sur la voie d'entrée.



15. Four a longerons avant LRE :

Même système de fonctionnement que le four avant calibre 5cages (réchauffage des ébauches de laminoir pèlerin) :

- Sa capacité est de 25T/h (100 tubes/heure)
 - Température d'enfournement 550-650°C
 - Température de défournement 950°C
- 5m ≤ Longueur ≤ 22 mètres

16. Laminoir rédacteur étireur (LRE) :

Il est composé de 20 cages autonomes. La vitesse de rotation des galets est particulière à chaque cage ;(Une cage est un ensemble de 3 galets).

L'augmentation de la vitesse entre deux cages successives se traduit par une mise en traction des tubes entre elles. Il permet à la fois la réduction du diamètre et s'il est nécessaire l'amincissement réduction de l'épaisseur de 20%.

Cela nécessite une bonne prise de métal, et un réglage très précis des vitesses :

- Vitesse d'entrée 0,75-1.2 m/s
- Vitesse de sortie 3,5 m/s

Au niveau de ce laminoir on obtient des réductions max pouvant aller jusqu'à 60% sur le diamètre et $\leq 20\%$ sur l'épaisseur.

Il utilise les sections inférieures ou réglages à $5''^{5/4}$ venant des cages 8''

Les tubes utilisés ont une longueur maximale de 22m, et de diamètre 60,3 à 139,7 mm, épaisseurs maximales possibles (en fonction de la série et des nuances).

17. Convoyeur à rouleaux sortie M7A :

Ce convoyeur permet le cycle de transfert des tubes de la sortie du calibre 5 cages jusqu'à la dresseuse.

Le transfert du tube par la table à rouleaux vers le premier banc de refroidissement ; le culbutage du tube de la table à rouleaux vers le refroidisseur gros tubes se fait par l'intermédiaire des leviers montés sur un arbre et commandés par deux vérins hydrauliques.

18. Refroidisseur gros tubes :

Il est constitué de deux parties, ou lits de refroidissement. Chaque lit est composé d'un ensemble de rails et de chaînes munies de taquets.

Les chaînes entraînent les tubes en les faisant rouler sur les rails, afin que le refroidissement des tubes soit homogène. Chaque chaîne roule sur des lardons en fonte, est commandée par une roue à chaîne, et maintenue, tendue par une roue de renvoi.

Au-dessus du lit, la chaîne est guidée par des roues de soutien. Les roues à chaîne de commande sont fixées sur un arbre qui est lié par joints à un réducteur et un moteur à courant continu.

La liaison entre les deux lits est obtenue par le convoyeur à rouleaux entre les deux parties. A la fin du 2^{ème} lit sont placés trois séries de leviers d'arrêt tubes.

Chaque série est articulée sur un arbre commandé par un vérin oléodynamique.

La descente de la première série de leviers, permet le roulement du tube au bas de refroidissement.

La deuxième série de leviers, arrête le tube sur le convoyeur de sortie vers la dresseuse.

Un système de leviers, placé dans le bac à eau est commandé par un vérin oléodynamique ; permettant l'immersion des tubes dans le bac, et leur évacuation, un à la fois vers le convoyeur de sortie vers dresseuse.

Le même système à levier sert aussi à by-passer le bac dans le cas où l'immersion des tubes dans l'eau n'est pas nécessaire.

19. Dresseuse tubes :

Utilisée pour le dressage à froid des tubes venants du calibreur, au moyen de deux ensembles des 2 galets pour entrainement du tube (déplacement en rotation) et d'un galet intermédiaire de pression ; la température de dressage est de 80°C.

a. Dresseuse rotative :

Dressage à froid des tubes venant du calibreur.



- ✓ Diamètre tubes : 140 à 406mm.
- ✓ Longueur tubes : 5 à 16mm.
- ✓ Epaisseur max : 14mm pour le tube 339.7 mm (figure n°12)
- ✓

b. Dresseuse alternative (petits tubes) :

Diamètre tubes : 60,3 à 113,3 mm.

Après le passage dans la dresseuse, les tubes sont emmenés par des chaines à galets sur des refroidisseurs vastes ensembles constitués par des plans inclinés en rails pour atterrir à l'atelier de finition (FINISSAGE).

20. L'atelier de finissage :

Le finissage se sépare en deux lignes de fabrication venant du calibreur 5 cage et comprises entre 132,1 et 406,4mm.

- La ligne gros tubes servant pour les dimensions du LRE et qui sont comprise entre 60,3 et 117,3mm
- Le finissage fournit des tubes au parachèvement (CASING-TUBING) et à l'atelier des manchons, il fait la finition des tubes LINE-PIPE.

Les opérations effectuées sur tubes au finissage sont les suivantes :

- Contrôle du diamètre extérieur des tubes

- Contrôle CND (tub scope)
- Tronçonnage tubes
- Mise en longueur et pesage
- Essais tubes sur banc d'épreuve haute pression

Contrôle CND (contrôle non destructif)

- ✓ Tub scope (un pour gros tubes et un pour petits tubes).
- ✓ Manga poudre (contrôle visuel des tubes magnétisés).

Toutes les sections transitent par cet appareil qui permet de localiser les défauts transversaux, longitudinaux, ou oblique.

Le tube est magnétisé, chaque défaut rencontré provoque une perte de flux magnétique. Cette perte est enregistrée par les palpeurs qui se déplacent le long du tube.

L'appareil à la possibilité de repérer les défauts décelés par jet de peinture.

Quand il y a repérage de défauts, les tubes sont acheminés vers une grille de levée de doute : là, les agents confirment ou infirment le défaut.



a. **Tronçonneuse BARDONS :**

La machine qui j'ai faire mon étude MBF a eu

Mise en Longueur et coupe des viroles pour les essais mécaniques

Le tube après avoir été visité par les agents de contrôle, est acheminé vers les tronçonneuses BARDONS pour découpe et chanfrein de l'extrémité du tube.

A la sortie des BARDONS, une nouvelle visite est effectuée, les tubes présentant encore des défauts sont envoyés vers les tronçonneuses DURSCHAMIDT (à disque) qui recouperont les parties mauvaise, et la mise en longueur sera effectuée.



Le BARDONS (BARDONS & OLIVER cutting-off and handling lathes and handling Equipment) :

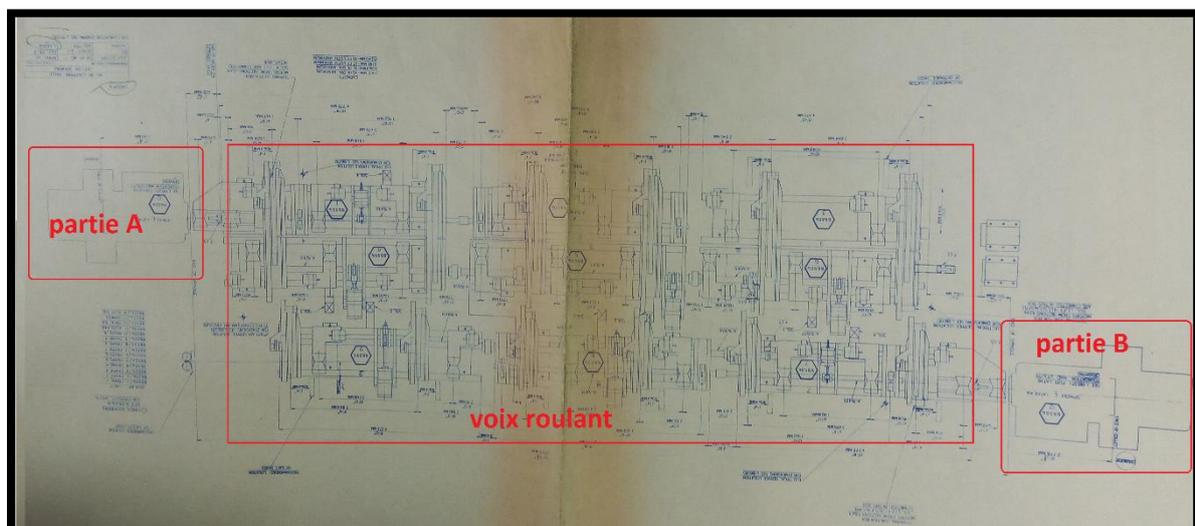
est une machine American très nécessaire dans la chaîne de la production du T.S.S el hajdar située dans l'unité LAT, son rôle principale ces faire la coupe du cote non réglée du tube du défirnt diamètre et faire le chanfrein selon les normes pour affectée une bonne soudure d'un tube avec un autre tube.

Les organes qui composent le BARDONS :

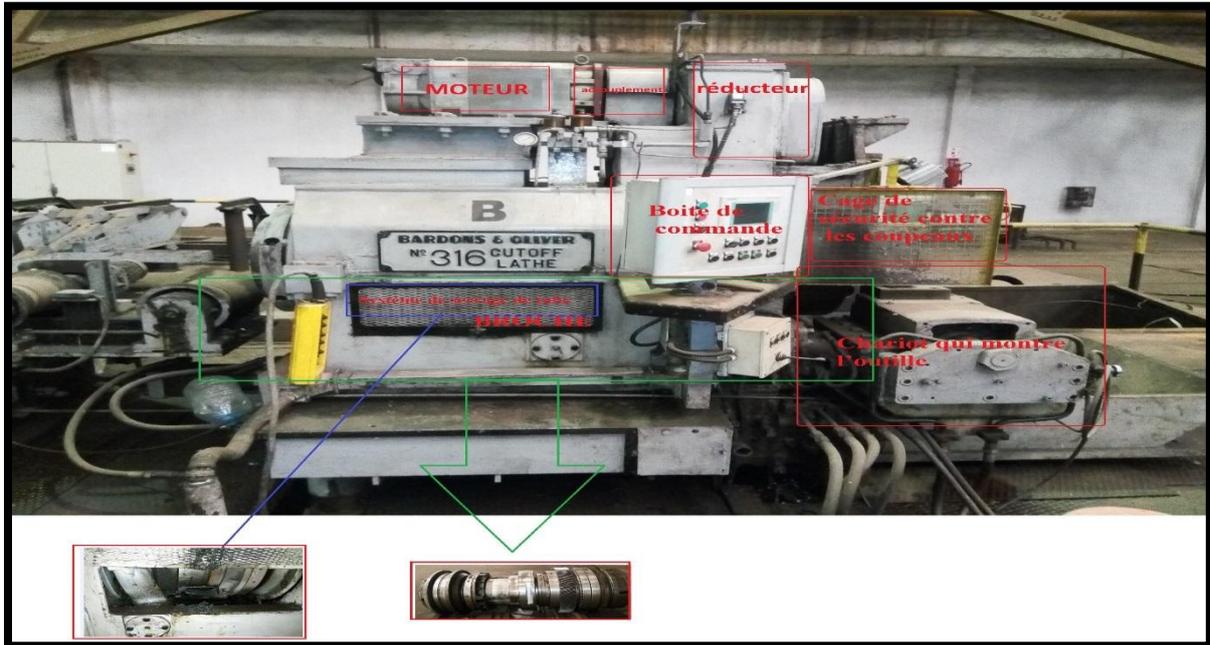
Le BARDONS compose de deux parti A et B enchainée horizontalement qui faire la même opération, partie d'entrée et partie de sortie entre les deux partie il 'a une voix roulant qui aide le tube a mobile de partie d'entré vers le partie de sorti pour assurer de faire le réglage sur les deux coté de tube.

Alors les composant de partie A c Le même composant de la partie B

Le schéma technique de la machine :



Partie B :



Le composant principal de la partie B :

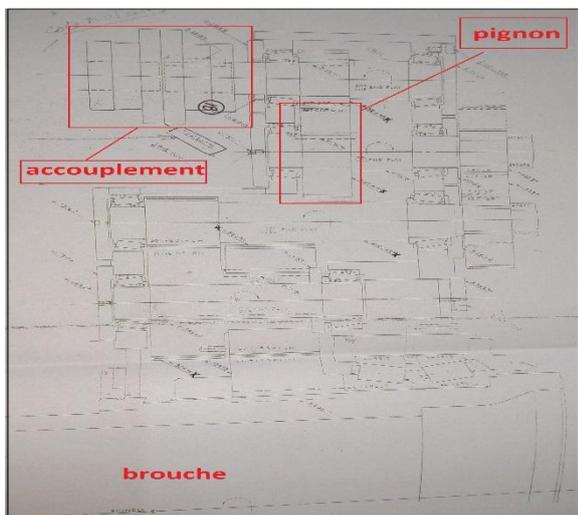
1.Moteur rotation broche :

C'est le moteur principal qui tourne la broche et ses propriétés sont :

- vitesse : 400-160 tour par min
- courant : 203 Volt
- puissance : 45 kW (60 HP)
- fixation : b3 (3 fil)
- type : FKH587AS
- marque : WESTING HOUSE

2.Accouplement : assure la liaison du moteur avec le réducteur

3.Réducteur : qui compose des engrenages et des pignon pour donne la vitesse approprié pour la broche



disignation	pignon
Z=31 Dens M=4,5	A.82498
Z'=57 M=4,5	A.82499
Z=30 M=4,5	A.68289
Z=53 M=4,5	A.68289
Z=27 M=4,5	A.82497
Z=65 M=4,5	A.82496
Z=56 M=5	A.82495
Z=158 M=5	A.82493

4. Broche : c'est le membre principal de la BARDONS qui met les tubes en rotation pour faire le chanfrein et la coupe et se compose de trois parties nécessaires qui sont :

❖ **La broche complète :**

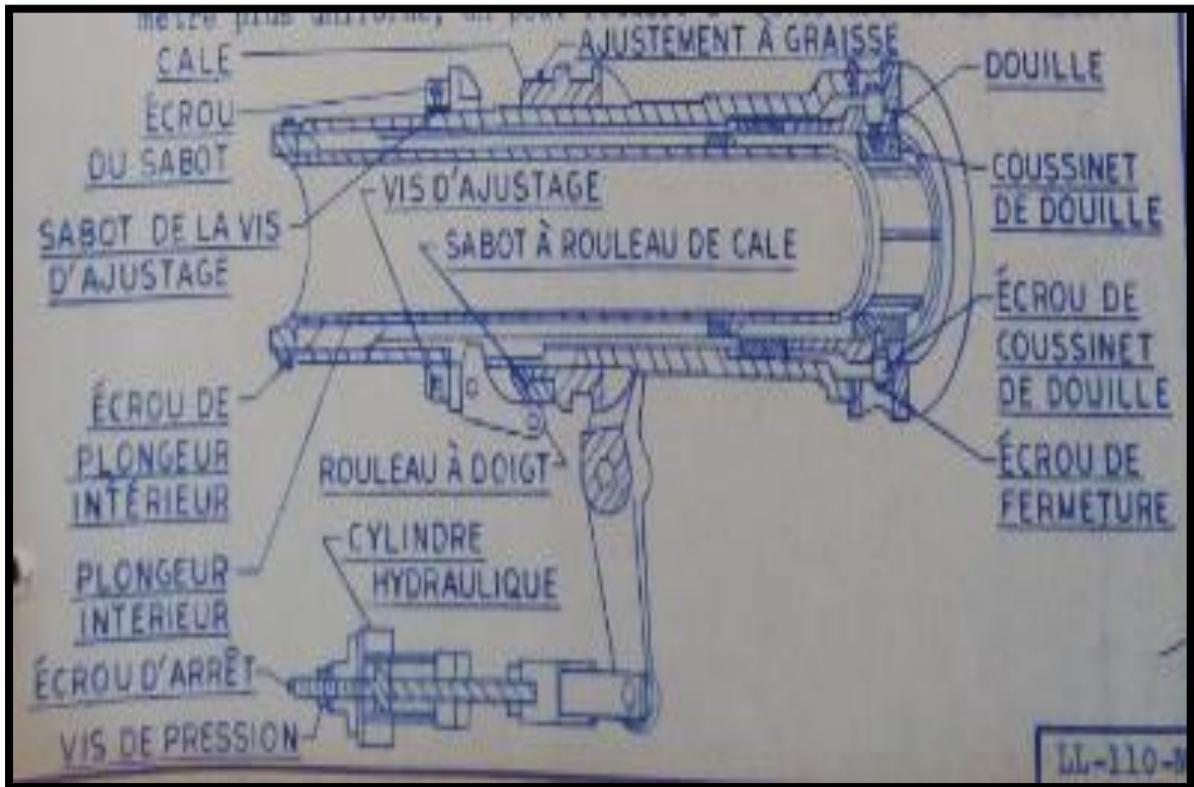


Méthode d'installation :

Les explications données ci-après concernent une installation complète allant d'un diamètre et d'une longueur à un autre diamètre et une autre longueur.

Mandrin de douille automatique

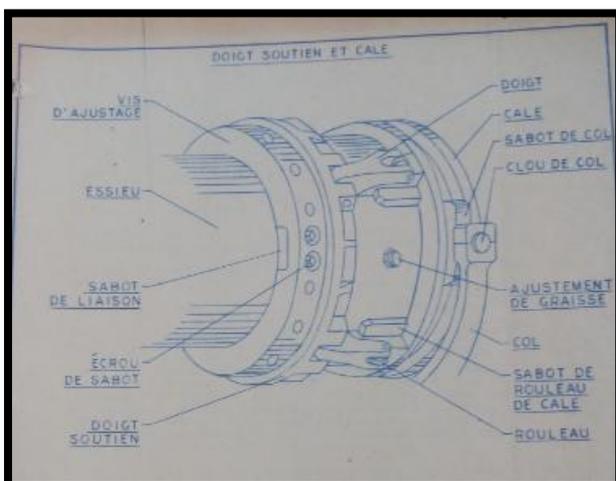
- ✓ ramener en arrière les glissières de l'outil de coupe jusqu'à la fin du mouvement rapide de retour.
- ✓ après avoir desserré les écrous de fermeture, enlevez les écrous du coussinet de la douille et les coussinets de la douille
- ✓ enlever le plongeur intérieur de l'arrière de la machine après l'enlèvement des écrous du plongeur intérieur.
- ✓ insérer le nouveau plongeur et les coussinets de la douille.
- ✓ insérer le bloc dans la machine et fermer la douille .une fois la douille fermée, les rouleaux doigts devraient se trouver à mi-chemin entre les sabots effilés du rouleau de la cale .si les rouleaux sont placés trop haut sur les sabots à rouleaux .desserrer les deux écrous des sabots de la vis d'ajustage et tourner la vis d'ajustage vers la cale. si les rouleaux sont placés trop bas sur les sabots à rouleaux tourner la vis pour l'éloigner de la cale .garder la douille ouverte quand on tourne la vis d'ajustage , une fois l'ajustage terminé .serrer les écrous des sabots pour maintenir en place la vis d'ajustage.
- ✓ ajuster l'arrêt du cylindre hydraulique sur les numéros 38.39.312.et 316 la douille devrait être en position fermée quand on fait l'ajustage. desserrer la vis de pression. puis ajuster l'arrêt à la dissions voulue .et resserrer en place la vis de pression pour le travail de coupe .il est désirable d'ouvrir la douille au maximum. Pour le travail d'accouplement ou le bloc a un diamètre plus uniforme, on peut réduire de la douille.



❖ **Le système de serrage :**

Quand on met en place un bloc a diamètre différent, il est nécessaire de vérifier le mouvement d'ouverture et de fermeture de la douille. Avec un diamètre de tailles nominale, le bloc serré dans la douille .doigts rouleaux devraient être à peu près à mi-chemin de l'effileur du sabot du rouleau de la cale.si les rouleaux sont trop élevés sur la partie effilant .il suffit de desserrer les deux écrous de sabots et tourner la vis d'ajustement vers la cale. Si les rouleaux sont trop bas sur la partie effilant, il suffit alors de tourner la vis d'ajustage au lion de la cale .une fois que l'ajustement approprié pour le bloc est fait, il suffit de serrer les écrous du sabot pour maintenir la vis d'ajustage en place.

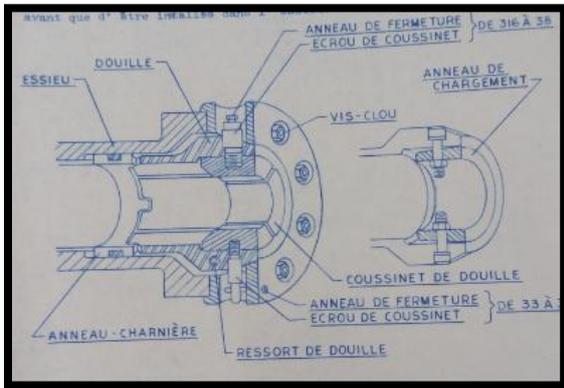
Trois ajustements pour graissage sont fournis pour la lubrification. Ils doivent être remplis chaque jour.



la fourchet qui faire l'ouverture et la fermeture du more de serrage

❖ **Les mor de serrage du tube :**

Les coussinets de douille sont tenus en place dans les segments de douille par les écrous du coussinet. Les Segments sont séparés l'extrémité effilée par les ressorts de la douille. La douille, les ressorts et les anneaux charnières sont assemblés en tant qu'unité avant que d'être installés dans l'essieu.



- A peu près une fois par mois, il est nécessaire de nettoyer le mandrin de la douille et l'ouverture de l'essieu. Pour ce faire, amener les glissières de coupe vers l'arrière de l'essieu et enlever les Supports d'outils et les bases des glissières. Enlever les coussinets de la douille et remplacer avec l'anneau de chargement, utilisant les boulons qui sont fournis. L'anneau de chargement empêche les ressorts de la douille de séparer les segments. Enlever la vis-clou et Soulever l'anneau de la douille pour l'enlever du bout de l'essieu en utilisant le trou fourni Si Le tour est fourni avec un chanfrein glissière il sera nécessaire tout d'abord de basculer vers l'arrière l'attache chanfrein avant que d'enlever l'anneau de la douille. Tirer l'assemblage mandrin de douille, le nettoyer et l'huiler. Nettoyer et contrôler l'ouverture de l'essieu huiler légèrement et replacer le mandrin dans la douille.

5.Boite de commande :

C'est une boîte électronique semi-automatique qui met l'ouvrée réglée la vitesse appropriée du Tour de broche.

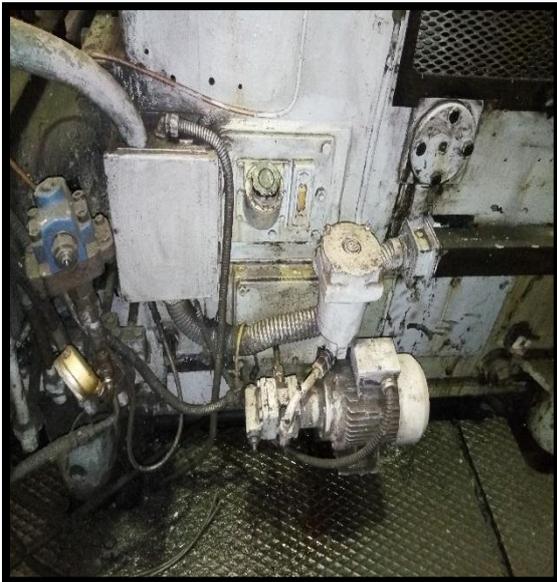


6.Cage de sécurité :

Ces est une outille de sécurité opposée à côté du chariot pour protéger l'ouvrier contre les copeaux du tube



7.Système de lubrification :



Comme tous les systèmes de lubrification ce système compose de :

- réservoir
- moteur
- pompe
- filtre

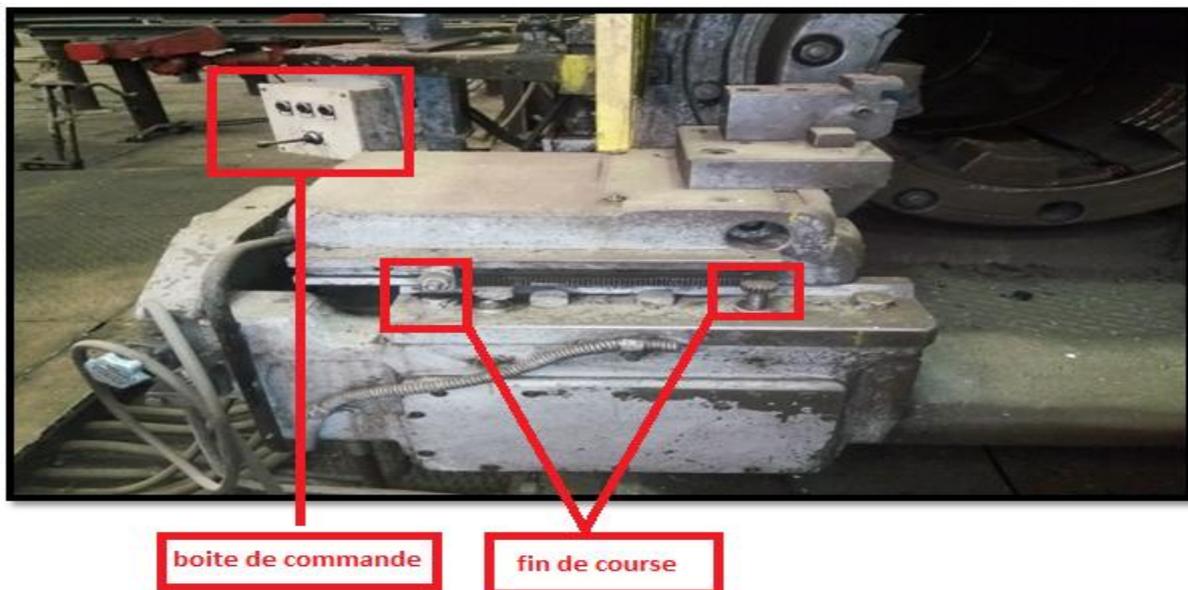
- Des petits tubes de conduite qui transportent l'huile à tous les membres mécaniques pour le graissage (engrenage de la broche, réducteur, l'accouplement) avec des différentes méthodes :
- ✓ **.engrenage de la broche** : il y a un carter sous la broche rempli avec l'huile, quand la broche tourne, l'engrenage est immergé dans l'huile et comme ça la lubrification est effectuée par chaque tour que la broche fait.
- ✓ **.le réducteur** : Le lubrifiant par distillation par un petit processus de tube assure une lubrification d'une manière continue, sans discontinuité.

Renseignements sur le système de lubrification :

- Fabricant de la pompe : J.S BARNES B-84556
- CV et RPM du moteur électrique : 1/2 CV-1500 TM
- Numéro du modèle : PA-7100-A-9-A
- Livraison : 1.5 GALLONS PAR MINUTE
- Capacité du réservoir : 11 GALLON
- Spécification de la graisse, -lub, autom :#1
- Spécification de la graisse –ajust- :#2
- Spécification d'huile : SAE 30

8. chariot du coup :

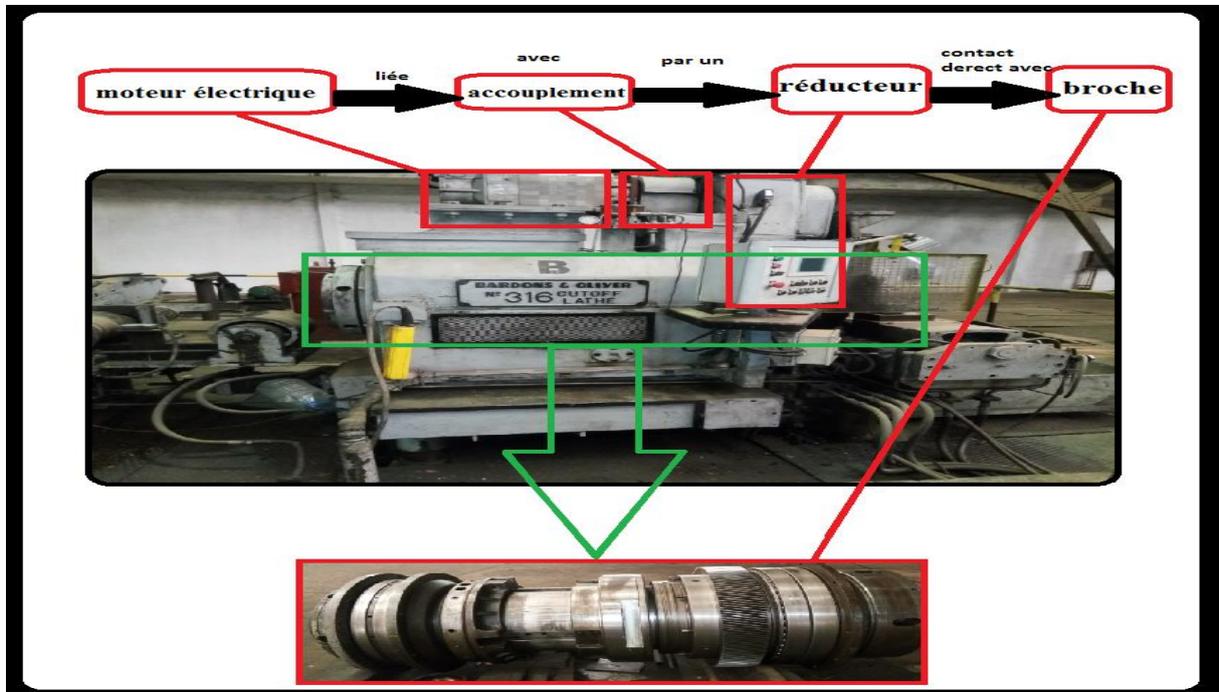
C'est une pièce mécanique comme un support pour l'outil du coup opposé à côté du trou de la broche. Il a un mouvement horizontal avant et arrière avec une commande semi-automatique.



La chaîne cinématique de la BARDONS (partie B) :

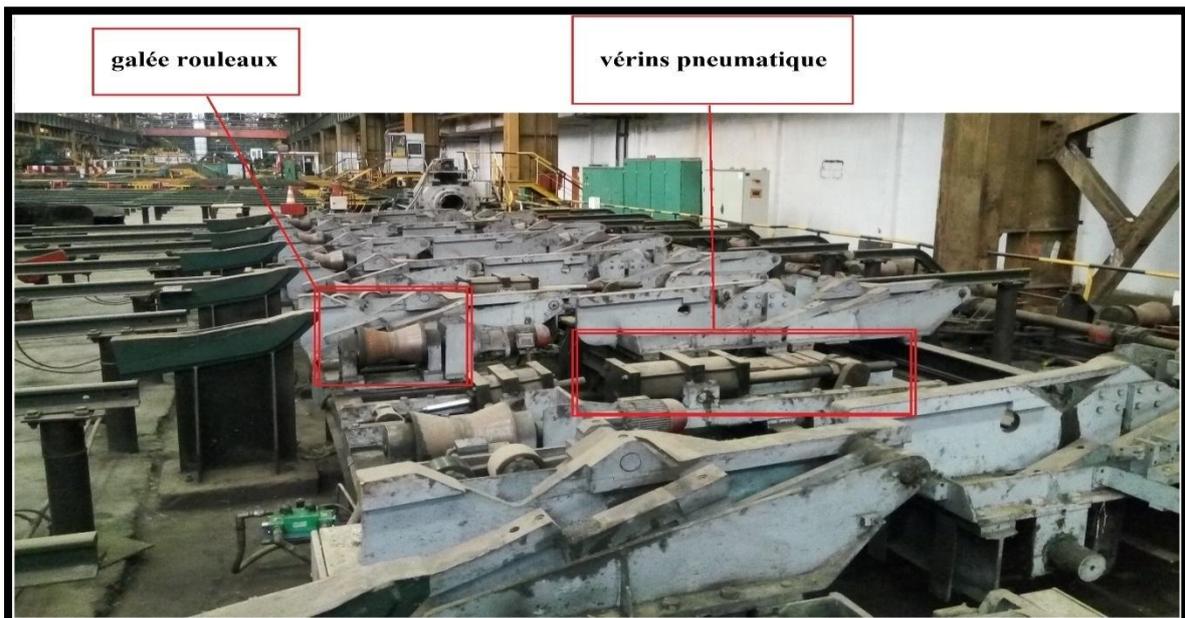
La chaîne cinématique marche suit le schéma se dessine :

Le moteur électrique tourné le réducteur avec un accouplement et le réducteur tourné la broche avec un contact direct par un grand engrenage posé sur la broche



La voix rouleaux :

C'est un table entre le partie A et B avec un système utilise beaucoup plus les vérins pneumatique et les galée rouleaux pour aide les tube de passe facilement de la partie A vers le partie B.



Les tubes bons sont envoyés à la zone suivante ou on revérifie le diamètre extérieur par le passage d'une bague. Cette opération décèle les tubes présentant une ovalisation sur un diamètre, ou un diamètre fort.

b-Banc d'épreuve hydraulique :

Après ces opérations précédentes, les tubes sont testés avec une pression d'épreuve exigée par le client.

- ✓ Un pour petits tubes (60,3 à 114,3 mm) : 25Tonnes
- ✓ Un pour gros tube (114.3 à 372mm) :225 tonnes



Les tubes destinés au parachèvement sont alors pesés et mètres par la bascule prévue à cet effet, et envoyés pour subir les opérations de traitement thermique plus un revenu, et ensuite le filetage des 2 extrémités.

→ Produit à la sortie du finissage :

- ✓ Tubes Casing et tubing expédiés vers le parachèvement à tubes.
- ✓ Tubes Line Pipe et divers (lisses) expédiés vers les clients.

21. Parachèvement : (divisé en deux lignes) :

- ✓ Une ligne pour gros tubes (114,3 à 339,7 mm).
- ✓ Une ligne pour petits tubes (60,3 à 114,3 mm).

Les tubes nécessitant un traitement thermique et une finition aux extrémités passent dans l'atelier en aval qui est l'atelier de parachèvement.

Pour cela, l'atelier dispose de deux fours permettant d'effectuer toutes les opérations de traitement thermique telles que trempe, revenu, écrit ou normalisation.

Le parachèvement possède quatre groupes de machines permettant de réaliser les différents filetages Api, et connexion nobles

Il dispose aussi de toutes les installations de contrôles nécessaires (c-à-d NDT Ultrason) pour satisfaire les exigences des clients.

22. Traitements thermiques :

- ✓ Four de trempe (capacité 24t/h)
- ✓ Four de revenu (capacité 24t/h).
- ✓ Calibreur à trois cages : Calibrage de mise à dimension par réduction de diamètre et calibrage cylindrique des tubes (mise au rond).
- ✓ Dresseuse rotative gros tubes (la même que celle du finissage LAT).
- ✓ Dresseuse alternative petits tubes.
- ✓ Four de réchauffage des extrémités à refouler.
- ✓ Presse à refouler et à calibre de 300 tonnes (Tubing et autres).

La fabrication d'un tube de qualité comporte toujours une phase de traitement thermique pour produits destinés au secteur Pétrolier.

Les caractéristiques mécaniques, la ductilité, mais aussi la résistance aux phénomènes de fragilisation par H25 dépendent essentiellement du traitement effectué.

Cette opération délicate revête une importance primordiale, et requiert des équipements très perfectionnés comme en témoigne les installations du parachèvement.

Les traitements thermiques réalisés à AMPTA sont les suivants :

- Normalisation
- Normalisation et revenu
- Trempe et revenu
- **Types de refoulement : EU (Externat up set)**
 - NU (Non-Up set)
 - IU (Internal up set)
- **Control:**
 - Dimensionnel des extrémités, dur été, aspect extérieur et intérieur, ainsi que le contrôle par ultrason CND (100/400) et PMO (Poste Mobil d'Observation).

23. Finition des extrémités :

C'est sur la partie filetée que repose la fiabilité d'un tube.

Les filetages sont réalisés sur des machines de hautes performances, capables de réaliser tous types de filetage.

Toute opération de filetage est suivie d'une protection avec graisse ou d'un traitement de phosphatation pour éviter le grippage.

24. Les filtrages réalisés a AMPTA :

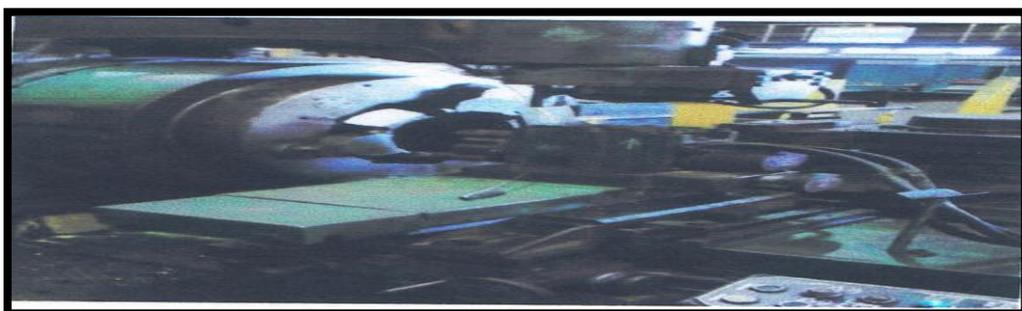
- Filetage API rond court sur les tubes et manchons.
- Filetage API rond long sur les tubes et manchons.

Filet uses numériques PT 5 :



Filete uses semi-automatique TS420 :

Exécution des filetages sur tubes, Types de filetages API longue court, VAM, NEW VAM et BUTRESS (figure n°17).



Banc d'épreuve hydraulique de 500 tonnes :

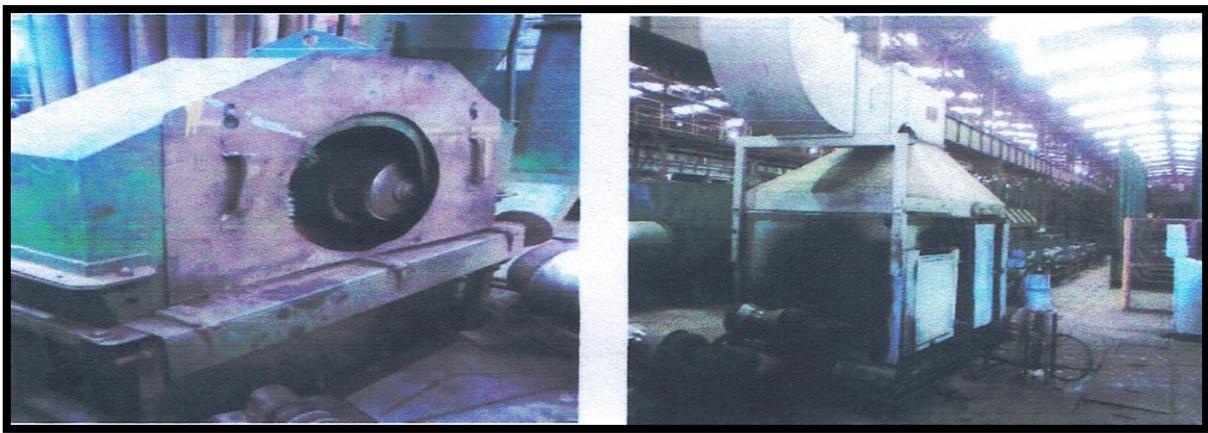
Tubes éprouvés à une certaine pression en fonctions des dimensions et nuances et un temps exigé par le client. Passage tampon : contrôle du diamètre intérieur des tubes sur toute sa longueur.

Conditionnement et finition du produit :

Brossage, Lavage, Peinture, Pesage, Métrage et Marquage.

Contrôle MPI :

Dernier contrôle avant expédition. Parc de stockage pour expédition des tubes casing et Tubing.



25. Pour l'atelier des manchons :

- ✓ Tronçonneuse des viroles sur BARDONS.
- ✓ Cylindrage éventuel des manchons pour les diamètres forts.
- ✓ Filetage (CDM commande Numérique).
- ✓ Formage des bagues (protecteurs).
- ✓ Filetage des protecteurs.

❖ **Zone de phosphatation :**

Phosphatation des manchons : mettre une couche des phosphates de zinc
Huilage des protecteurs.

❖ **Types de filetages :**

- ✓ API (FILET ROND et BUTTRESS°).
- ✓ VAM.

Les manchons et protecteurs sont expédiés vers le parachèvement pour être montés sur les tubes.

26. Station de recyclage de l'eau de tuberiez sans soudure (ArcelorMittal Pipes, Tubes Alegria) :

25.1 But de l'installation :

La station de recyclage de l'eau de la tuberiez sans soudure assure :

- L'alimentation des ateliers en eau d'arrosage et de refroidissement.
- La reprise de cette eau.
- Sa décantation, filtration, réfrigération et son conditionnement

25.2 Partie essentiel de l'installation :

- Dans cette station, on distinguera les petites essentielles suivantes :
 - 1.1 Circuit d'eau d'arrosage :
 - Bâche à eau, pompe, hydro cyclone, décanteurs, filtre, réfrigérant, canaux à battitures, robinetterie et tuyauterie
 - 1.2 Circuit d'eau de refroidissement fours
 - Bâche à eau, pompes, réfrigérant, filtre, robinetterie et tuyauterie
 - 1.3 Circuit d'eau de refroidissement moteur
 - Bâche à eau, pompes, réfrigérant et filtre (commun avec circuit fours) robinetterie et tuyauterie.
 - 1.4 Circuit d'eau de trempe
 - Bâche à eau, pompe, décanteurs, réfrigérant, robinetterie et tuyauterie
 - 1.5 Installations annexes
- Postes de conditionnement, dispositif d'amorçage automatique, fosse de reprise d'eau lavage des filtres

27. Conclusion :

Dans ce chapitre J'ai fait une explication de Quesque J'ai fait dans ma visite à EL-HADJARE et J'ai expliqué aussi bien détailler la machine qui J'ai fait mon étude FMD a eu (BARDONS).

Introduction :

A partir de l’exploitation du historique du panne qui je le ramène au bureau de la maintenance d’el Hadjar dans ce chapitre e suis en train de faire une analyse des indicateur FMD sur la machine BARDONS et tracs les courbe du trois indicateur FMD avers de ces analyse

01.Historique du pannes :

Le tableau de l’historique contient :

-la date des pannes

-type des pannes

-durée de la panne

-description du l’intervention

La date	Type de la panne	Durée de la panne (heur)	Description du l’intervention
01/02/2015	MECANIQUE	1	Intervention sur la machine pour réglage des lunettes tube
02/02/2015	MECANIQUE	1	Intervention sur la machine pour réglage l’écrou serrage des mors
03/02/2015	MECANIQUE	0.5	Intervention sur la machine pour réglage l’écrou de serrage des mors (suite au déplacement du tube pendant la coupe mauvais serrage des mors)
08/02/2015	MECANIQUE	1.5	Intervention pour le changement du groupe motopompe de graissage broche récupération de la pompe du manchon
14/02/2015	MECANIQUE	7	Démontage moteur de graissage à cause d’un problème au niveau la pompe et changé avec d’autre groupe motopompe.
17/02/2015	MECANIQUE	1.5	Intervention sur la machine réarmement à partir de variation
24/02/2015	MECANIQUE	9	Intervention sur la machine (serrage et blocage du distributeur hydraulique commande serrage des mors)
28/02/2015	MECANIQUE	7	Remise en place fils débranchés au niveau du sélecteur manuel-auto
01/03/2015	MECANIQUE	4	Intervention sur la machine (serrage vis de maintien du distributeur de commande serrage mors, réglage en hauteur des galets lunettes)
03/03/2015	MECANIQUE	7	Intervention sur la machine (distributeur hydraulique commande serrage des mors défectueux, changement par un autre distributeur récupérée de bardons manchons, réarmement sélecteur de commande)
06/03/2015	MECANIQUE	6.5	Intervention sur le réglage en hauteur de machine
09/03/2015	MECANIQUE	6.15	Intervention sur la machine (réparation et changement d’une vis-pointeau de blocage au niveau porte outils)
15/03/2015	MECANIQUE	5	Intervention sur la machine (changement fiche électrovanne commande mors)

19/03/2015	MECANIQUE	4.15	Intervention sur la machine (réglage pression de serrage des mors)
22/03/2015	MECANIQUE	5.45	Intervention sur la machine (réglage la pression du serrage de mors)
28/03/2015	MECANIQUE	5.45	Intervention sur la machine (élimination fuite d'eau au niveau pompe d'arrosage)
13/04/2015	MECANIQUE	8	Intervention à cause d'un problème au niveau distributeur commande bras éjection (fuite d'air à la position repos usure tiroir commande de la montée)
20/04/2015	MECANIQUE	7.5	Changement axe et galet suiveur sur la rampe, serrage des mors plus mise de deux cales sous les paliers du 1er rouleau table machine
07/05/2015	MECANIQUE	4	Elimination d'une fuite d'huile au niveau du distributeur hydraulique commande serrage des mors
24/05/2015	MECANIQUE	7.45	Intervention pour le réglage la pression du groupe de graissage
08/11/2015	MECANIQUE	5	Intervention sur machine pou soudure de la goulotte
09/11/2015	MECANIQUE	5	Elimination fuite d'eau au niveau pompe d'arrosage (serrage de la tresse)
17/11/2015	MECANIQUE	5	Elimination fuite d'eau au niveau pompe d'arrosage (serrage de la tresse)
19/11/2015	MECANIQUE	4	Elimination fuite d'eau au niveau pompe d'arrosage et fuite d'huile du cache porte visite
25/11/2015	MECANIQUE	6.45	Fuite importante au niveau la conduite d'eau d'arrosage (changement coud 3/4)
30/11/2015	MECANIQUE	5.15	Intervention au niveau monté bras éjection tube
13/12/2015	MECANIQUE	6.5	Intervention sur machine (changement limiteur de pression)
21/12/2015	MECANIQUE	12	Intervention au niveau la broche suite à l'échauffement des patins (à cause du frottement), changement patins par autre en bronze
22/12/2015	MECANIQUE	8	Réglage de l'écrou serrage du mors et remontage des quatre axes et sabots, démontage des romps et changement d'un patin
23/12/2015	MECANIQUE	11	Intervention sur machine (changement de broche, romps, patins et bielles plus réglage l'écrou de serrage), électrique (changement câble grillé au niveau moteur pompe de graisse)
25/12/2015	MECANIQUE	5.15	Intervention sur machine (changement d'un axe de bille)
28/12/2015	MECANIQUE	5	Elimination fuite d'eau au niveau pompe d'arrosage (serrage de la tresse)
29/12/2015	MECANIQUE	4	Changement d'un axe de bille
03/01/2016	MECANIQUE	5	Machine à l'arrêt problème au niveau pompe de graissage (nettoyage du filtre et réglage de la pression à 10bar)
27/01/2016	MECANIQUE	3.5	Changement axe de bille cisailé
23/02/2016	MECANIQUE	8	Intervention pour déblocage les deux distributeurs pneumatique commande éjection tube

02. Calcul les paramètre du WEIBULL :

TBF	ni	$\sum ni$	F(t)théorie	F(t)théorie %
12,00	1	1	0,02777778	2,78
17,00	1	2	0,05555556	5,56
18,00	1	3	0,08333333	8,33
18,50	1	4	0,11111111	11,11
19,25	1	5	0,13888889	13,89
20,50	1	6	0,16666667	16,67
26,25	1	7	0,19444444	19,44
37,00	1	8	0,22222222	22,22
41,50	1	9	0,25	25,00
42,50	1	10	0,27777778	27,78
64,50	1	11	0,30555556	30,56
64,75	1	12	0,33333333	33,33
66,00	1	13	0,36111111	36,11
67,25	1	14	0,38888889	38,89
68,00	1	15	0,41666667	41,67
86,00	1	16	0,44444444	44,44
89,75	1	17	0,47222222	47,22
112,00	1	18	0,5	50,00
112,75	1	19	0,52777778	52,78
121,67	1	20	0,55555556	55,56
136,25	1	21	0,58333333	58,33
139,00	1	22	0,61111111	61,11
139,75	1	23	0,63888889	63,89
140,33	1	24	0,66666667	66,67
159,50	1	25	0,69444444	69,44
166,00	1	26	0,72222222	72,22
183,25	1	27	0,75	75,00

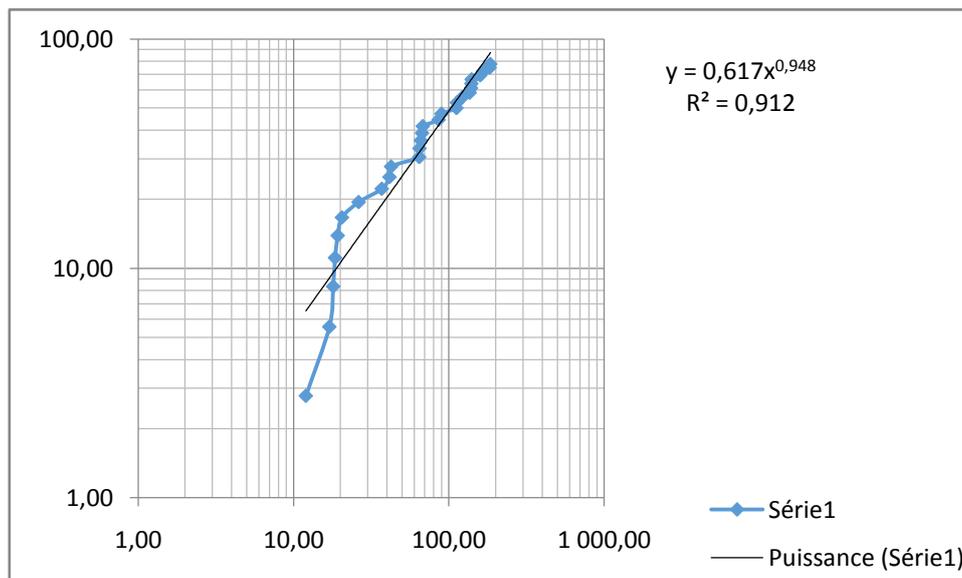
185,00	1	28	0,77777778	77,78
306,25	1	29	0,80555556	80,56
375,25	1	30	0,83333333	83,33
402,25	1	31	0,86111111	86,11
402,25	1	32	0,88888889	88,89
570,00	1	33	0,91666667	91,67
642,75	1	34	0,94444444	94,44
4 025,75	1	35	0,97222222	97,22

A partir du papier WIEBULL en déduire les paramètres suivants :

- $\alpha=0.9122$

- $\beta=0.8823$

- $\gamma=0$ (par ce que les panne passent à l'origine du temps)



03.La fonction de la densité de probabilité :

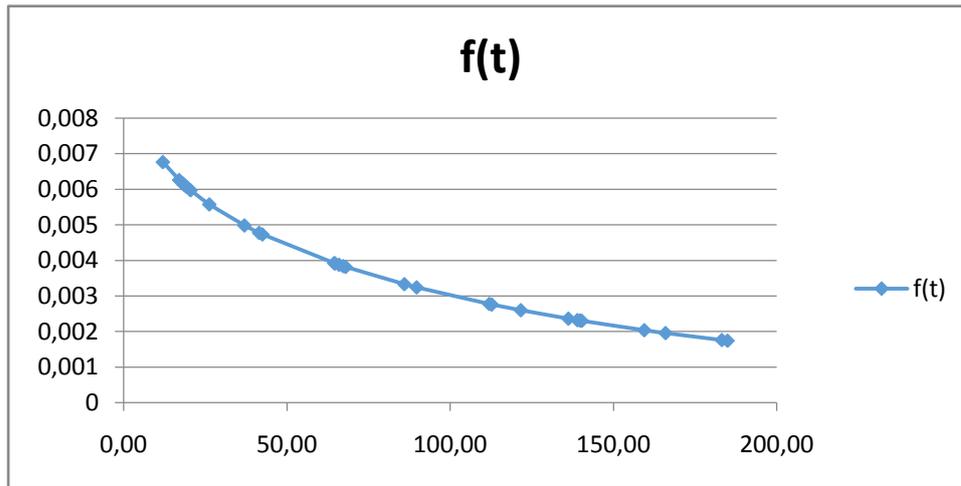
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}$$

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

tbf	F(t)théorie
12,00	0,02777778
17,00	0,05555556
18,00	0,08333333
18,50	0,11111111
19,25	0,13888889
20,50	0,16666667
26,25	0,19444444
37,00	0,22222222
41,50	0,25
42,50	0,27777778
64,50	0,30555556
64,75	0,33333333
66,00	0,36111111
67,25	0,38888889
68,00	0,41666667
86,00	0,44444444
89,75	0,47222222
112,00	0,5
112,75	0,52777778
121,67	0,55555556
136,25	0,58333333
139,00	0,61111111
139,75	0,63888889
140,33	0,66666667
159,50	0,69444444
166,00	0,72222222
183,25	0,75
185,00	0,77777778
306,25	0,80555556
375,25	0,83333333
402,25	0,86111111
402,25	0,88888889
570,00	0,91666667
642,75	0,94444444
4 025,75	0,97222222

Tableau : Calcule de la fonction de la densité de la probabilité

Courbe de la densité de la probabilité :



04.calcule de fiabilité :

La fiabilité :

Définition selon la NF X 06-501 : la fiabilité est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation données et pour une période de temps déterminée.

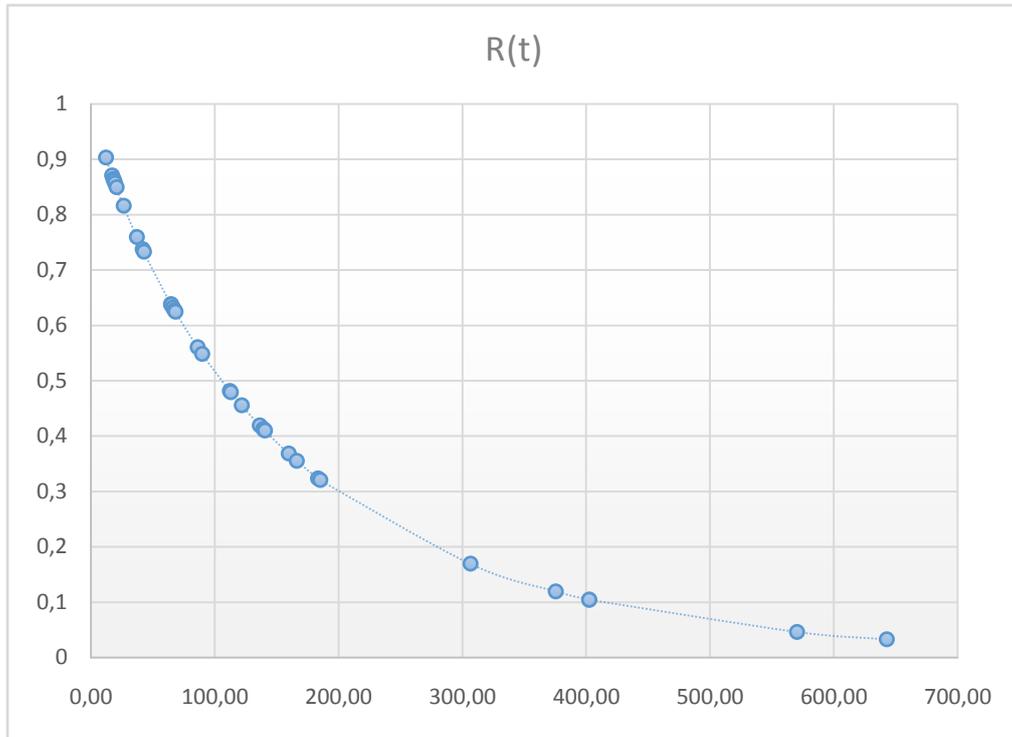
• Loi de fiabilité: $R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t-x}{\eta}\right)^{\alpha}}$

TBF	R(t)
12,00	0,9031636
17,00	0,87066842
18,00	0,86445368
18,50	0,86137821
19,25	0,8568036
20,50	0,84927875

26,25	0,81612257
37,00	0,75952509
41,50	0,73758373
42,50	0,73283283
64,50	0,63817748
64,75	0,63719825
66,00	0,63233115
67,25	0,62751195
68,00	0,6246431
86,00	0,56050673
89,75	0,54819184
112,00	0,48149719
112,75	0,47942335
121,67	0,45555623
136,25	0,41944504
139,00	0,41301291
139,75	0,41127846
140,33	0,40993523
159,50	0,36847083
166,00	0,3555082
183,25	0,32352806
185,00	0,32046817
306,25	0,16943311
375,25	0,11956724
402,25	0,10454362
402,25	0,10454362
570,00	0,04636339
642,75	0,0328891
4 025,75	3,2793E-08

Tableau : calcul de fiabilité

La courbe de la fiabilité :



La courbe de la fonction fiabilité

Analyse de la courbe :

Le graphe décroissant en fonction de temps ce qui fait expliquer par le phénomène de dégradation comme par exemple décrochement

L'amélioration de la fiabilité de la BARDONS passe obligatoirement par une analyse de défaillance avec une étude détaillé de leurs cause de leurs mode et de leurs conséquences.

05.Le taux de défaillance:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta - 1}$$

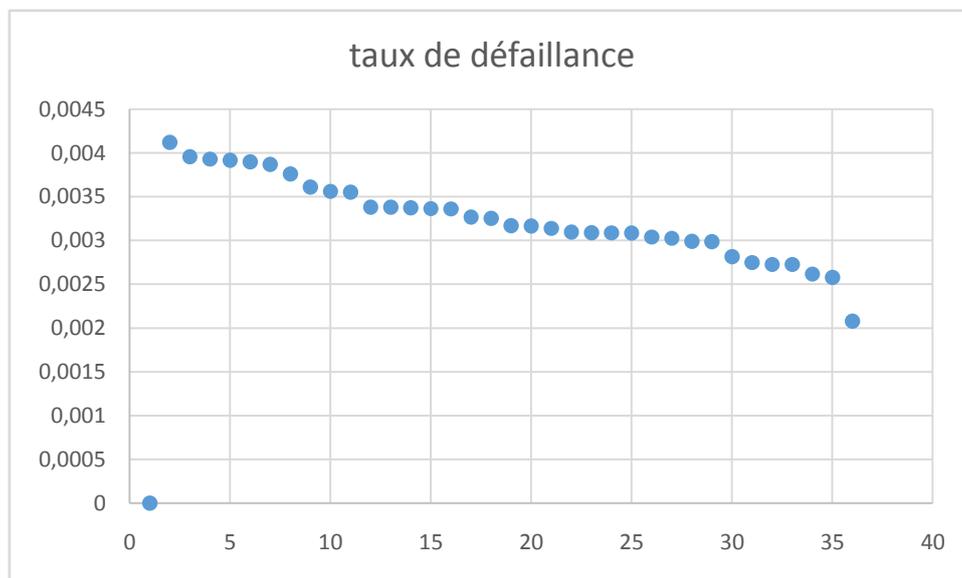
tbf	LAMDA
-----	-------

12,00	0,0041214
17,00	0,00395586
18,00	0,00392933
18,50	0,00391668
19,25	0,0038984
20,50	0,00386964
26,25	0,00375866
37,00	0,00360983
41,50	0,00356139
42,50	0,00355143
64,50	0,00338126
64,75	0,00337973
66,00	0,00337213
67,25	0,00336469
68,00	0,0033603
86,00	0,00326869
89,75	0,00325231
112,00	0,00316863
112,75	0,00316614
121,67	0,0031379
136,25	0,00309637
139,00	0,0030891
139,75	0,00308714
140,33	0,00308563
159,50	0,00303948
166,00	0,00302522
183,25	0,00299023
185,00	0,00298688

306,25	0,00281484
375,25	0,00274832
402,25	0,00272593
402,25	0,00272593
570,00	0,00261636
642,75	0,00257963
4 025,75	0,00207861

Calcule le taux de défaillance

Courbe du taux de défaillance :



Analyse de la courbe :

Le taux de défaillance est décroissant en fonction de temps cette diminution est considérée normal c.-à-d. Né pas rapide.

06.Calcul la maintenabilité de la BARDONS :

D’après l’historique des pannes de la BARDONS

$$MTTR = \sum TR / N$$

TR : temps de réparation

N : nombre de la panne

$$MTTR : 214,75 / 36 = 5,965$$

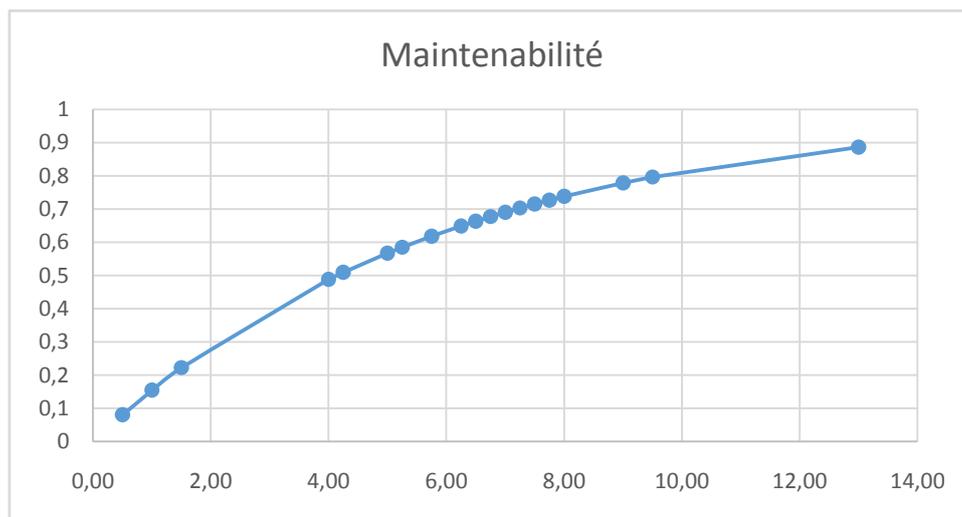
$$M(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

tr	M
0,50	0,08040175
1,00	0,15433907
1,00	0,15433907
1,00	0,15433907
1,50	0,22233169
4,00	0,48857133
4,00	0,48857133
4,25	0,50956197
5,00	0,56750475
5,00	0,56750475
5,00	0,56750475
5,25	0,58525572
5,25	0,58525572
5,25	0,58525572
5,75	0,61860188
5,75	0,61860188
5,75	0,61860188
6,25	0,64926696
6,50	0,66366215
6,50	0,66366215
6,75	0,67746651
7,00	0,6907043
7,00	0,6907043
7,00	0,6907043
7,00	0,6907043
7,25	0,70339877
7,50	0,71557222

7,75	0,72724603
8,00	0,73844071
8,00	0,73844071
8,00	0,73844071
8,00	0,73844071
9,00	0,77880953
9,50	0,79659363
9,50	0,79659363
13,00	0,88687685

La maintenabilité de la turbine

La courbe de la maintenabilité :



Courbe de la maintenabilité

Analyse de la courbe :

La maintenabilité est croissant en fonction de temps à l'instant T=10 heure, la maintenabilité 90 %

07.Calcul de La disponibilité du BARDONS:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{259,39}{259,39 + 5,96} = \frac{259,39}{265,35} = 0,9775$$

Disponibilité instantané :

$$D(t) = \frac{\mu}{\mu + \gamma} + \frac{\gamma}{\gamma + \mu} e^{-(\mu + \gamma)t}$$

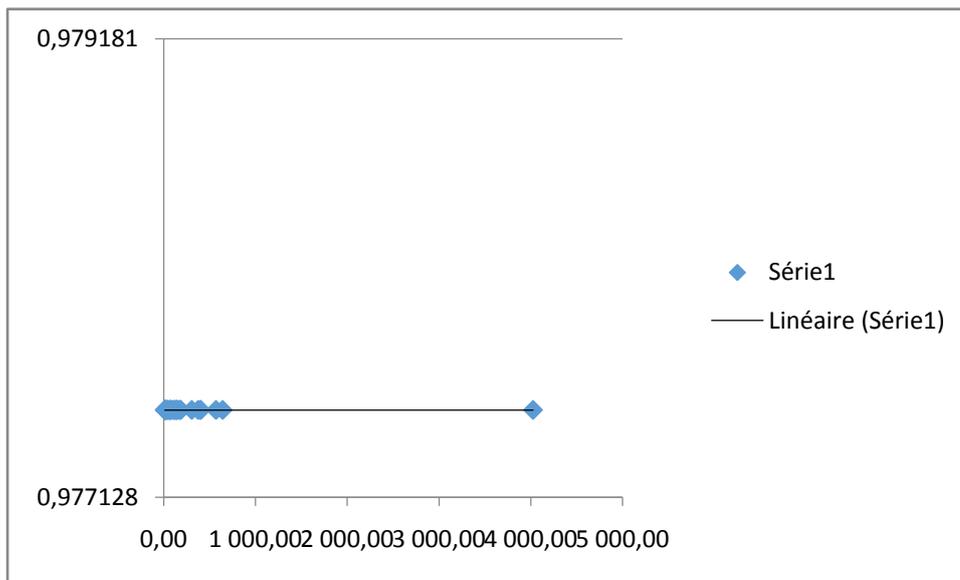
$$MTBF = \frac{1}{\gamma} : \Rightarrow \gamma = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{259.39} = 0.00386$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu} : \Rightarrow \mu = \frac{1}{MTTR} = \frac{1}{5.96} = 0.1677$$

$$\mu + \gamma = 0.00386 + 0.1677 = 0.17156$$

$$D(t) = \frac{0.1677}{0.17156} + \frac{0.00386}{0.17156} e^{-0.17156t}$$

La courbe de la disponibilité :



Analyse de la courbe :

La disponibilité est constante en fonction de temps, pour augmenter la disponibilité de la BARDONS consiste à diminuer le nombre de ses arrêt (augmenté sa fiabilité)

08.Conclusion :

Dans ce chapitre j'ai fait une étude FMD sur la machine BARDONS et j'ai fait les calculs pour déterminer la fiabilité et la disponibilité et La maintenabilité.

Finalemment pour assure la disponibilité de la BARDONS il faut de appliquer un système de maintenance adéquate et ceci résume en deux point :

- diminuer les nombre de son arrêt (indice de la fiabilité)
- réduire le temps nécessaire pour résoudre les cause de ceux –ci (indice de la maintenabilité)

CONCLUSION GENERALE

Le Maintien en condition opérationnelle de l'outil de production, joue un rôle clé dans le développement de l'entreprise. Il ne s'agit pas que les activités d'entretien et de réparation d'un équipement, lorsqu'il est en service, c'est beaucoup plus que cette courte vision. Il s'agit en fait de toutes les activités qu'il faut déployer, pendant la totalité du cycle vie de l'équipement, pour garantir à tout moment que le service qu'on attende sera obtenue, et ceci dans les meilleurs conditions de performance coût/efficacité.

L'orientation actuelle par la méthode dite T.P.M. (Total Productive Maintenance) d'origine Japonaise a pour objectif principal d'améliorer la disponibilité des matériels en responsabilisant tous les acteurs de la production à la maintenance de leur équipement.

Dans ce mémoire nous avons présenté une validation expérimentale des indicateurs FMD en Maintenance d'une machine de coupe BARDONS. La problématique relative à la prise en compte de la fiabilité de la maintenabilité et de la disponibilité de l'équipement étudiée.

Au cours de notre étude nous avons constaté que l'amélioration de la FiabilitéMaintenabilité- Disponibilité de la turbine à gaz joue un grand rôle dans la baisse régulière

des dépenses internes et externes de maintenance ramenées au chiffre d'affaires de

L'entreprise.

Par ailleurs, prévoir un système de recherche permanente des défaillances imprévues possibles et de leur criticité et faire appel à des techniques prédictives de test et d'inspection qui permet de vérifier l'état de la BARDONS.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- Département du service maintenance d'unité T.S.S EL-HADJAR.
- La visite que J'ai faire avec les guide dans l'unité T.S.S
- Fichier historique de la panne d la machine BARDONS.
- Catalogue d'utilisation de la BARDONS.
- Ingénieur spécialiste de la BARDONS « OULMI HAMDI »
- Ingénieur de la maintenance « AMINE »