

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة غرداية
Université de Ghardaïa



N° d'enregistrement

/...../...../...../...../.....

كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
قسم الآلية والكهروميكانيك
Département Automatique et électromécanique

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences et de la Technologie

Filière: Electromécanique

Spécialité: Maintenance industrielle

Thème

*Etude De La Maintenance D'une Extrudeuse Du Polyéthylène a
ALFAPIPE*

Déposer le 30 / 05 / 2022

Par:

- BENNABI MOHAMMED YACINE

- HAMDI MOHAMMED

- GHRASLIA YOUCEF

Devant le jury composé de :

Mr. BELLAOUAR A.RAHMANE	MAA	Examineur	Univ. Ghardaïa
Mr. AKERMI Faouzi	MAA	Encadreur	Univ. Ghardaïa
Mr. BENDAOU Massoud	MCB	Examineur	Univ. Ghardaïa

Année universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant qui nous a donné, durant toutes ces années, la santé, le courage et la foi pour arriver à ce jour.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre encadreur de ce mémoire, mr. Akremi faouzi,

Pour suivi continuél tout le long de la réalisation de ce mémoire

et nous remercier aussi toute les personne de département automatique et électromécanique

On dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.

Mes remerciements spéciaux à toutes les personnes de l'entreprise ALFA PIPE GHARDAIA qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de notre mémoire et aussi pour la sympathie dont ils ont fait.

DEDICACE

Ce travail est dédié

A nos très chers parents pour leur amour, leur tendresse et leurs sacrifices.

A nos chers frères et sœurs pour leurs soutiens, leurs aides et leurs encouragements.

***A toute personne qui a pris le soin de feuilleter ce rapport
Par intérêt ou par curiosité.***

DEDICACE

*une speciale dedicace a cette personne qui compte
de ja enormement pour moi, et pour qui je porte beaucoup
de tendresse et de respect. Pour toi, ma chère épouse*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour
vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.*

*Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser
à votre tour vos voeux les plus chers.*

à mes chers parents

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour
éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti
pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez
depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.
Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos voeux tant formulés, le fruit de
vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue
vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*a mes chers et adorable freres et soeur et oncles et belle tante
à toutes les personnes qui je connaisseur et participé a l'élaboration de ce travail.*

MOHAMMED

DEDICACE

A l'âme de mon père Qui aurait été fière de voir obtenus le «master», je ne saurais exprimer mon grand chagrin en ton absence de mon soutenance. J'aurais aimé que tu sois à mes cotés ce jour. Que ce travail soit une prière pour le repos de ton âme

A Mon très chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand respect, et ma reconnaissance pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation. J'implore dieu le tout puissant de vous accorder bonne santé et longue vie.

A ma chère épouse

Depuis que je t'ai connu, tu n'as cessé de me soutenir et de m'épauler. Tu me voulais toujours le meilleur. Ton amour ne m'a procuré que confiance et stabilité.

pour mes enfants

Que Dieu vous accorde une bonne santé et longue vie

Que Dieu vous bénisse dans votre cheminement scolaire,

A mon très cher frères et soures

Celuis que j'aime plus que tout, et qui m'a soutenue tout au long de cette thèse.

Tes prières m'ont toujours accompagné, je t'offre en guise de reconnaissance, ce travail qui, sans ton aide, ta générosité infinie, tes encouragements n'aurait vu le jour.

youcef

LISTE DES FIGURES

Les figures de chapitre 1

Fig. I. 1. Image satellitaire de l'usine.....	15
Fig. I. 2. Implantation de d'efférentes zones de l'usine	17
Fig. I. 3. Organigramme de l'usine	18
Fig. I. 4 Schéma d'une bobine.....	20
Fig. I. 5 Schéma synoptique du procède de fabrication	22
Fig. I. 6. Machine a souder en spirale	24
Fig. I. 7. Contrôle visuel du tube.....	25
Fig. I. 8. Contrôle Radioscopique.....	26
Fig. I. 9. Tube à l'examen ultrasons	27

Les figures du chapitre 2

Fig. II. 1. Schéma représente l'importance de maintenance dans l'entreprise.....	29
Fig. II.2 Maintenancepréventive	32
Fig. II.3 Procédured'intervention.....	35

Les figures du chapitre 3

Fig. III. 1 Schéma d'une extrudeuse.....	40
Fig. III. 2 Principe de fonction fonctionnement d'une extrudeuse.....	41
Fig. III. 3. les zone de la vis de l'extrudeuse	44
Fig. III. 4 type du tete.....	45
Fig. III. 5 schéma d'une filière.....	46
Fig. III. 6. extrudeuse deux vis	47
Fig. III. 7. represente extrusion de profilés creux	50
Fig. III.8. Exemple d'Extrusion de plaques et de feuilles	51
Fig. III.9. Exemple d'Extrusion-gonflage de films	50
Fig. III.10. exemple d'extrusion par soufflage	53
Fig. III.11. exemple de polymère.....	54
Fig. III.12. Polyéthylène	57

Les figures du chapitre 4

Fig.IV. 1. Courbe ABC.....	temps cumulé et la. 69
-----------------------------------	------------------------

LISTE DES TABLEAUX

Les tableaux du chapitre 1

Tableau II. 1. Caractéristiques techniques de production tubes	25
---	----

Les tableaux du chapitre 4

Tableau IV. 1. . Représente les défaillance de moteur courant continu d'extrudeuse	61
Tableau IV. 2. represente les defaillance de reducteur de l'extrudeuse	63
Tableau IV. 3 représente les défaillance des organes électrique de l'extrudeuse.	64
Tableau IV. 4. represente nombre des panne et temps de reparation	67
Tableau IV. 5. le temp commule et le frequence cumule.....	Erreur ! Signet non défini. 9
Tableau IV. 6. la méthode de maintenance proposée pour chaque organe	70

LISTE DES SYMBOLES

DT : demande de travail

OT : ordre de travail

BT : bon de travail

DA : demande d'approvisionnement

BSM : bon de sortie de magasin

Table des matières

<i>REMERCIEMENTS</i>	2
<i>DEDICACE</i>	3
<i>DEDICACE</i>	4
<i>DEDICACE</i>	5
<i>LISTE DES FIGURES</i>	6
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	7
<i>LISTE DES SYMBOLES</i>	8
Resume.....	11
Introduction générale	13
I.1. Présentation de l'entreprise ALFAPIPE	16
I.2. Développement de TUS Ghardaïa :	17
I.3. Plan de l'usine :	18
I.4. Organigramme de l'usine :	19
I.6. Schéma synoptique du procédé de fabrication	20
I.7. Caractéristiques techniques :	21
I.8. chaîne de production :	21
I.8.1. Machine à souder en spirale :	21
I.8.2. Nettoyage des tubes :	22
I.8.3. Contrôle visuel :	22
I.8.4. Radioscopie :	23
I.8.5. Installation hydrostatique :	24
I.8.6. Chanfreinage :	24
I.8.7. Examen ultrasons :	24
I.8.8. Contrôle radiographique :	26
I.9. Usine de revêtement de tubes :	26
I.9.1. Revêtement extérieur:	26
I.9.2. Revêtement intérieur:	27
I.10. Domaine d'utilisation :	27
II.1. Introduction :	27
II.2. Définition :	27
II.3. Importance de la maintenance dans l'entreprise :	27
II.4. Buts de La maintenance :	29
II.5. Types de maintenance :	29
II.5.1. La maintenance corrective :	29
II.5.2. Maintenance préventive :	30
II.6. Tâches d'un service maintenance :	31
II.7. Compétences d'un technicien de maintenance :	32
II.9. Notion sur l'AMDEC :	34
II.9.1. Définition :	34
II.9.2. Types AMDEC :	35
II.10. Procédure de la maintenance dans l'entreprise :	36

II.10.1. Maintenance préventive :	36
II.10.2. Maintenance Corrective :	38
II.11. Conclusion :	39
III.1. Introduction	40
III.2. Définition de l'extrudeuse :	40
III.3. Principes de fonctionnement des extrudeuses :	41
III.4. Différents types des extrudeuses et leurs constructions.	42
III.4.1. Extrudeuse monovis :	42
III.4.2. Extrudeuses à deux vis :	47
III.5. Les Techniques d'extrusion :	48
III.5.1. Extrusion de tubes :	48
III.5.2. Extrusion de profilés creux :	49
III.5.3. Extrusion de profilés pleins, de joncs et de profilés à sections diverses :	50
III.5.4. Extrusion de plaques et de feuilles :	50
III.5.5. Extrusion-gonflage de films	51
III.5.6. Extrusion d'allégés	52
III.5.7. L'extrusion par soufflage	52
III.6. Les matières extrudés (les Polymères) :	53
III.6.1. Définition d'un polymère :	53
III.6.2. Différentes classes de polymères	54
III.6.3. Polyéthylènes :	56
IV.1. Introduction :	59
IV.2. Historique et domaines d'application de l'AMDEC :	59
IV.3. Décomposition structurelle :	59
IV.4. La fiche AMDEC de moyen :	60
IV.5. Les indices estimés :	60
IV.5.1. Gravité :	60
IV.5.2. Fréquence (ou occurrence) :	60
IV.5.3. Détection :	60
IV.5.4. Criticité	61
IV.6. Analyse AMDEC :	61
IV.7. Application Méthode ABC :	67
IV.8. Discussion des résultats :	68
IV.9. Conclusion :	70
Conclusion générale	72
BIBLIOGRAPHIE	73

Resume

Le service maintenance du 'ALFAPIPE s'est engagé à fournir des efforts innombrables pour améliorer la performance des activités de maintenance, des efforts qui se sont traduits par l'initiation de plusieurs solutions en vue de combler les vides de la stratégie de maintenance et contrôler parfaitement les coûts liés à cet égard. Notre projet de fin d'études est baptisé de (Etude De La Maintenance D'une Extrudeuse Du Polyéthylène a ALFAPIPE).

Il vient pour ouvrir un créneau d'étude visant à améliorer la productivité des extrudeuses. Notre tâche consiste à chercher l'origine des pannes fréquentes. Pour ce faire, une étude critique de fonctionnement d'extrudeuse a été faite. Pour mener une étude structurée de base scientifique, nous avons fait appel principalement à l'AMDEC et l'ABC pour l'analyse des modes de défaillances. Ensuite, en se basant sur les résultats de l'AMDEC et ABC, des actions préventives ou correctives ont été proposées pour l'ensemble des éléments. Ces actions sont à mettre en application pour un meilleur fonctionnement et une durée de vie optimale.

Les mots clés : extrudeuses ; polyéthylène ; maintenance ; AMDEC ; méthode ABC ;ALFAPIPE .

ملخص

يلتزم قسم الصيانة في ALFAPIPE ببذل جهود لا حصر لها لتحسين أداء أنشطة الصيانة، والجهود التي أدت إلى بدء العديد من الحلول لسد الثغرات في استراتيجية الصيانة والتحكم بشكل مثالي في التكاليف المرتبطة بذلك. يسمى عنوان مذكرة التخرج (دراسة صيانة آلة بثق البولي إيثيلين في ALFAPIPE) يتعلق الأمر بفتح مجال بحث يهدف إلى تحسين إنتاجية آلة البثق.

مهمتنا هي العثور على أصل الأعطال المتكررة. للقيام بذلك، تم إجراء دراسة نقدية لعملية البثق. إجراء دراسة منظمة على أساس علمي، استخدمنا بشكل أساسي AMDEC و ABC لتحليل وضع العطل. بعد ذلك، بناءً على نتائج AMDEC و ABC، تم اقتراح إجراءات وقائية أو تصحيحية لجميع العناصر. يتم تنفيذ هذه الإجراءات من أجل تشغيل أفضل وحياة مثالية.

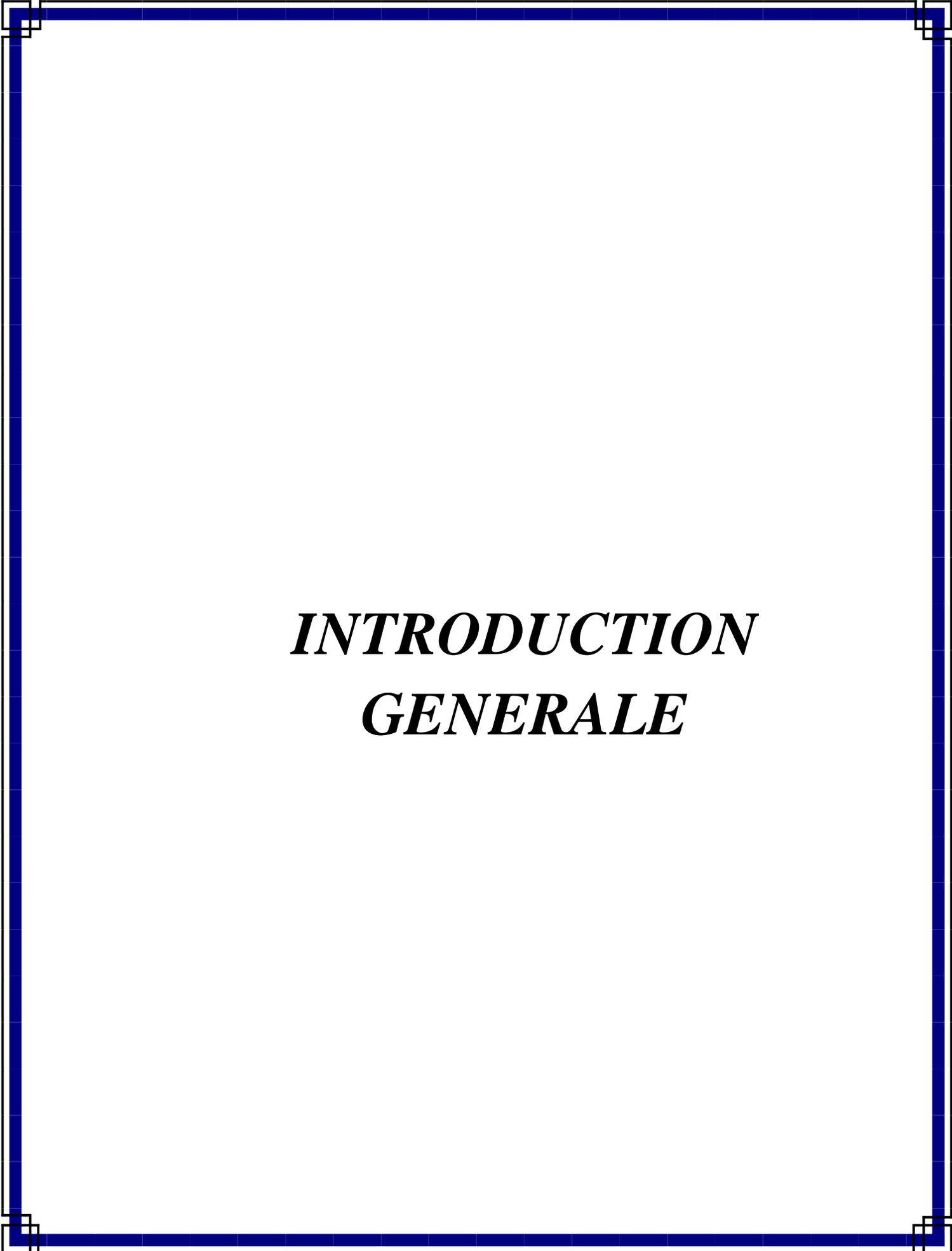
كلمة مفتاحية: آلة البثق، بولي إيثيلين، صيانة، الفايبي

Abstract :

The maintenance department of ALFAPIPE is committed to making countless efforts to improve the performance of maintenance activities, efforts which led to the initiation of many solutions to fill the gaps in the maintenance strategy and to optimally control the associated costs. The title of the graduation note is called Polyethylene Extrusion Machine Maintenance Study at ALFAPIPE. It is about opening a field of research aimed at improving the productivity of the extruder.

Our task is to find the origin of frequent malfunctions. To do this, a critical study of the extrusion process was conducted. Conducting a structured study on a scientific basis, we mainly used AMDEC and ABC to analyze the fault situation. Then, based on the results of AMDEC and ABC, preventive or corrective actions were proposed for all items. These procedures are carried out for a better operation and a perfect life

Key words : extruder. polyethelene, maintenance, ABC method ,amdec,alfapipe.



INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

La mise en forme des matières plastique (PE, POLYMERES...etc.) Est connu dans plusieurs domaines, notamment le domaine pétrolier, le domaine de l'industrie pipe et agroalimentaire, etc., où La mise en forme des matières plastique entraîne des modifications considérables sur les caractéristiques physiques et dynamiques des matières plastique. Notamment les procédés d'extrusion occupent une place prépondérante dans les procédés de mise en forme des matières plastique, dans lequel la majorité des revêtements des tubes acier utilisés dans le domaine fabrication pipe gazoducs ou oléoducs sont faits par ce procédé.

Le procédé de l'extrusion à un grand impact dans le domaine de la mise en forme des thermoplastiques, spécialement les polyéthylènes granulent fondus.

Ce procédé, introduit dans le domaine industriel dans la deuxième guerre mondiale, a été évoluée avec l'évolution des besoins quotidiens de l'être humain.

L'exigence de l'industrie modern a conduit les chercheurs à améliorer continuellement ces procédés, afin de répondre mieux aux exigences du marché industriel,

Notamment la qualité des produits finis. Une des solutions pour l'amélioration de la qualité de ces produits est la maîtrise du comportement de ces fluides (matières plastique fondus) en écoulement durant le procédé de mise en forme.

L'objectif de la présente étude est l'étude de la fiabilité de l'extrudeuse de polyéthylène(PE) (ALFAPIPE) par la méthode AMDEC,

Le présent travail a été structuré de la manière suivante :

- Le premier chapitre a été réservé à la présentation de l'Enterprise ALFAPIPE ainsi le procédé de fabrication.

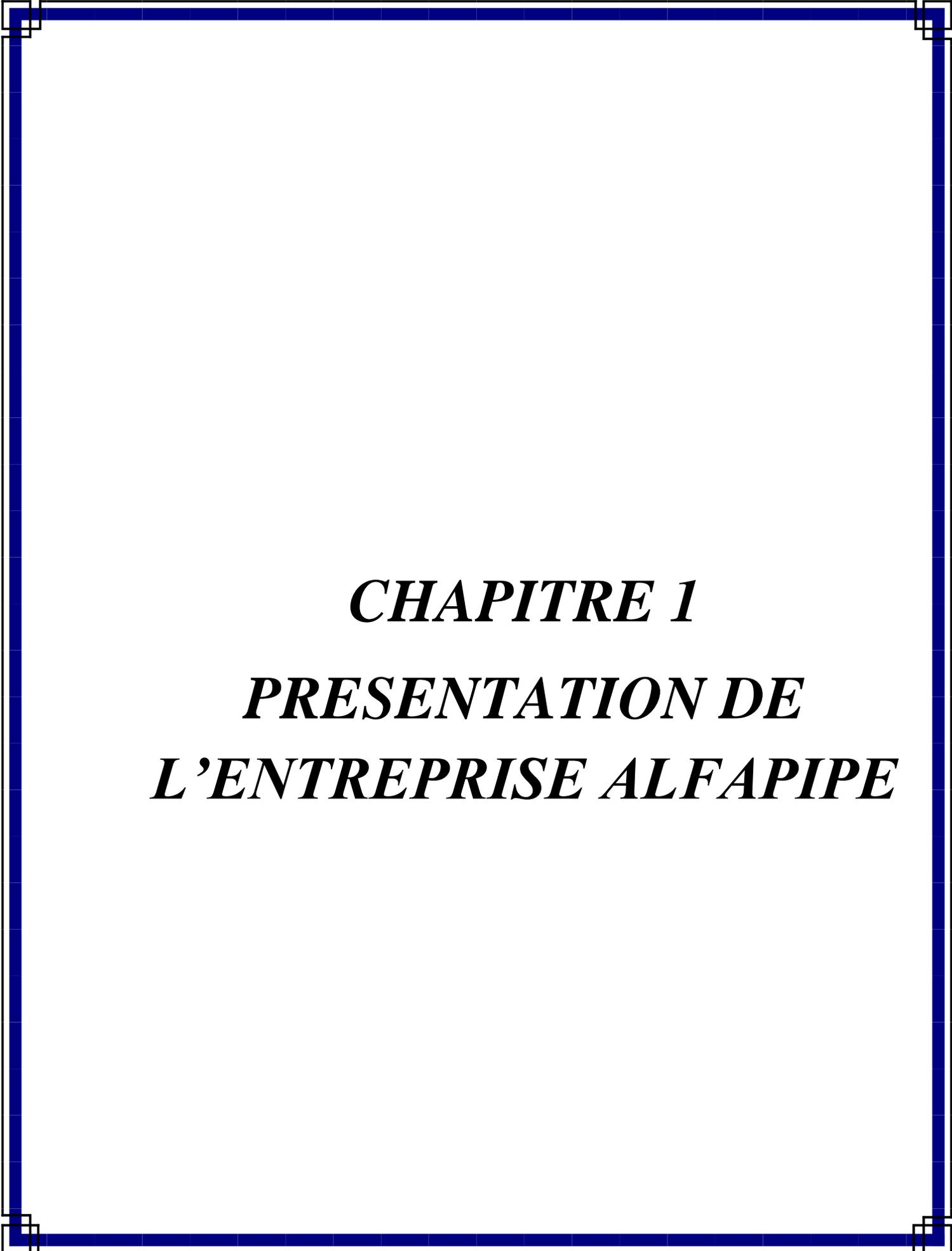
- Dans le deuxième chapitre nous avons adopté des généralités sur la maintenance et leur méthodes afin de termine ce chapitre par une brève discussion sur la méthode AMDEC.

- Dans le troisième chapitre nous avons présenté les notions de base sur les extrudeuses associées. Ce chapitre a été terminé par des généralités et définitions en relation avec les procédés de mise en

INTRODUCTION

forme des polymères fondus. Afin de clarifier l'importance de cette matière dans le domaine de l'industrie (exemple : revêtements tubes spirale).

-Le quatrième chapitre a été réservé à une brève exposé sur la méthode AMDEC et la méthode ABC. Ainsi que Les résultats obtenus par notre étude, et leurs discussions, ont été présentés dans ce chapitre. ce dernier a été clôturé par une conclusion résumant l'essentiel des résultats obtenus. Ce travail a été finalisé par une conclusion générale et des perspectives.



CHAPITRE 1
PRESENTATION DE
L'ENTREPRISE ALFAPIPE

I.1. Présentation de l'entreprise ALFAPIPE

L'unité TUS (Tuberie Spirale) de GHADAIA est une filiale de société ALFAPIPE (algérienne de fabrication de pipe) SPA. Située à 600 Km de la capitale et à 200 km de Laghouat au sud de notre pays. Implantée exactement à la zone industrielle BOUNOURA- GHARDAIA à 10 Km de chef-lieu de wilaya; l'usine occupe une surface de 230000 m². L'implantation de cette 2eme tuberie spirale entre dans le cadre de politique d'équilibre régional et du développement des régions déshéritées, a cette raison politique s'ajoutent des motivations économiques:

- les puits de pétrole et de gaz (HASSI R' MEL et HASSI MESSAOUD), se trouvent à proximité de l'usité.
- la tuberie spirale d'EL HADJAR ne pouvant pas seule satisfaire les gros besoins de SONTRACH en matière de transport des hydrocarbures.



Fig. I.1. Image satellitaire de l'usine.

Il a été décidé de créer cette 2^{ème} unité similaire au 1^{er}. Sa réalisation à essentiellement confiée à des entreprises algériennes. [1]

La construction des principaux équipements a été confiée aux entreprises étrangères (HOECH principal fournisseur des équipements). L'unité produit une gamme des tubes allant de 16 à 80 pouces (406.4 à 1625.6mm), de 7 à 25.4 mm d'épaisseur et 7 à 18 m de longueur (la demande a exigé jusqu'à présent 13m de longueur max) Q1-0403 et ISO 9001. [1]

La TUS de GHARDAIA compte actuellement 846 agents travail en système continue.

Depuis 1979, l'effectif de l'unité a évolué depuis le démarrage sur la manière suivante :

1977	493 agents
1978	679 agents
1979	742 agents
1980	782 agents
1988	820 agents
2004	969 agents
2010	982 agents
2013.....	846 agents
2015.....	1096 agents

I.2. Développement de TUS Ghardaïa :

1974 c'était la mise en chantier de SNS (société national da sidérurgie) à Ghardaïa. Et la mise en service de l'unité de production c'était qu'après deux ans, d'une capacité de 125000 t/ans ; l'équivalent de 375 km. [1]

Pour améliorer ces produit; en 1992 la SNS a fait une extension et à la démarrer les deux unités de revêtement ; intérieure et extérieure. Après cette extension elle a été capable de fabriques les tubes gazoduc et oléoduc. [1]

Après la restructuration des entreprises elle à devenu SNTPP (la société National de Traitement des Produits Plats) du groupe ANABIB, et direction Alger. En 2001 elle à devenu PIPE GAZ filiale ANABIB, et en 2006 elle à devenu TUS Ghardaïa, la jumelle de TUS Annaba ; filiales de ALFAPIPE. [1]

I.3. Plan de l'usine :

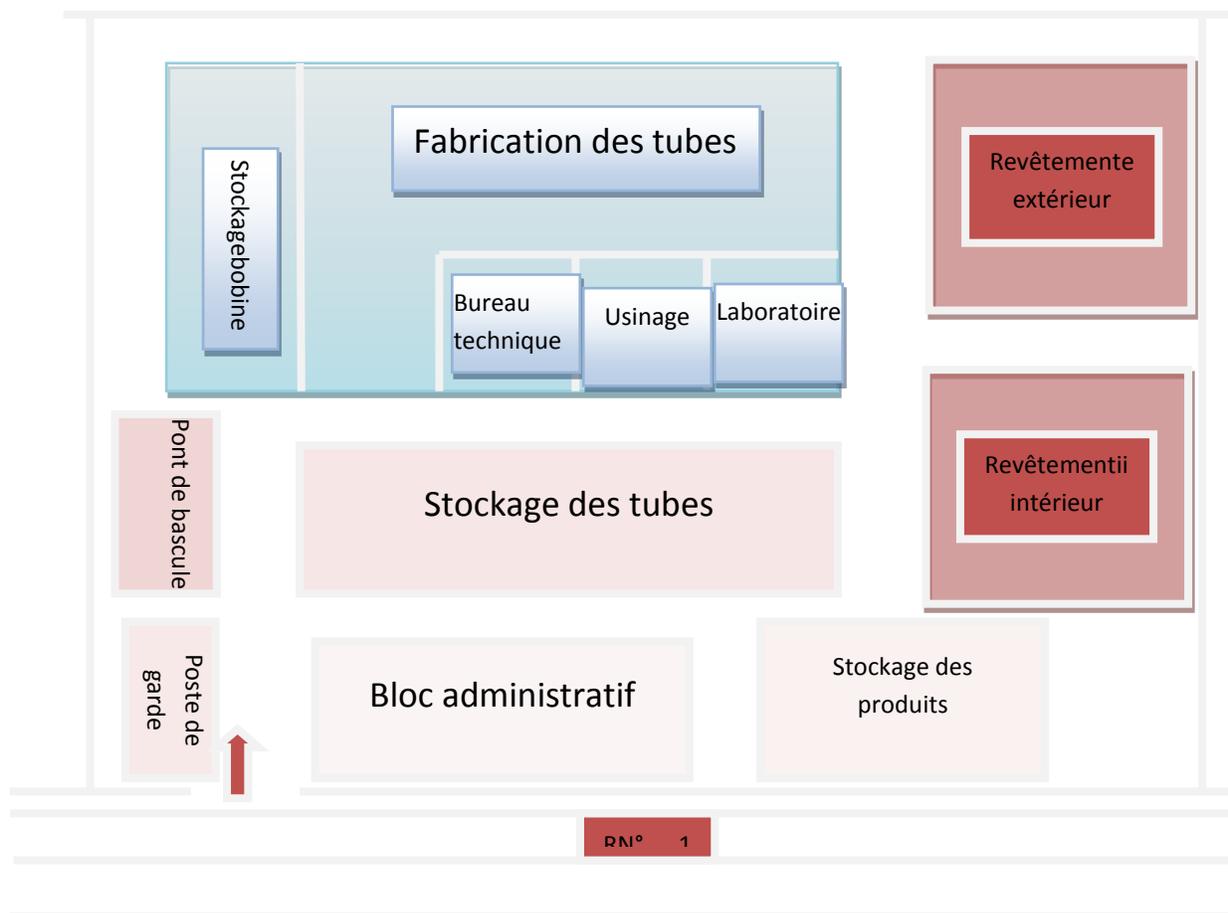


Fig. I.2. Implantation de différentes zones de l'usine. [1]

I.4. Organigramme de l'usine :

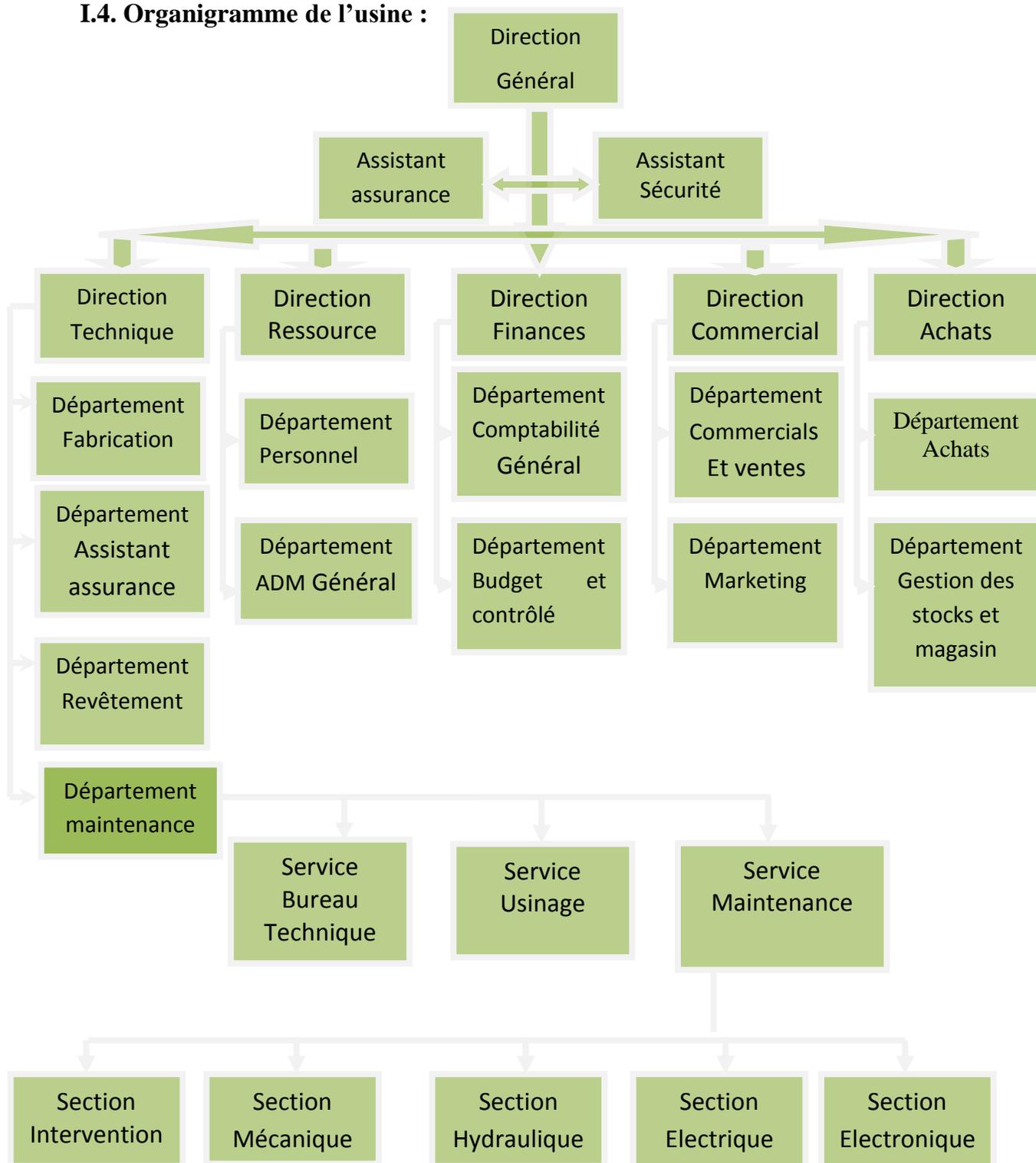


Fig. I.3. Organigramme de l'usine [1]

I.6. Schéma synoptique du procédé de fabrication

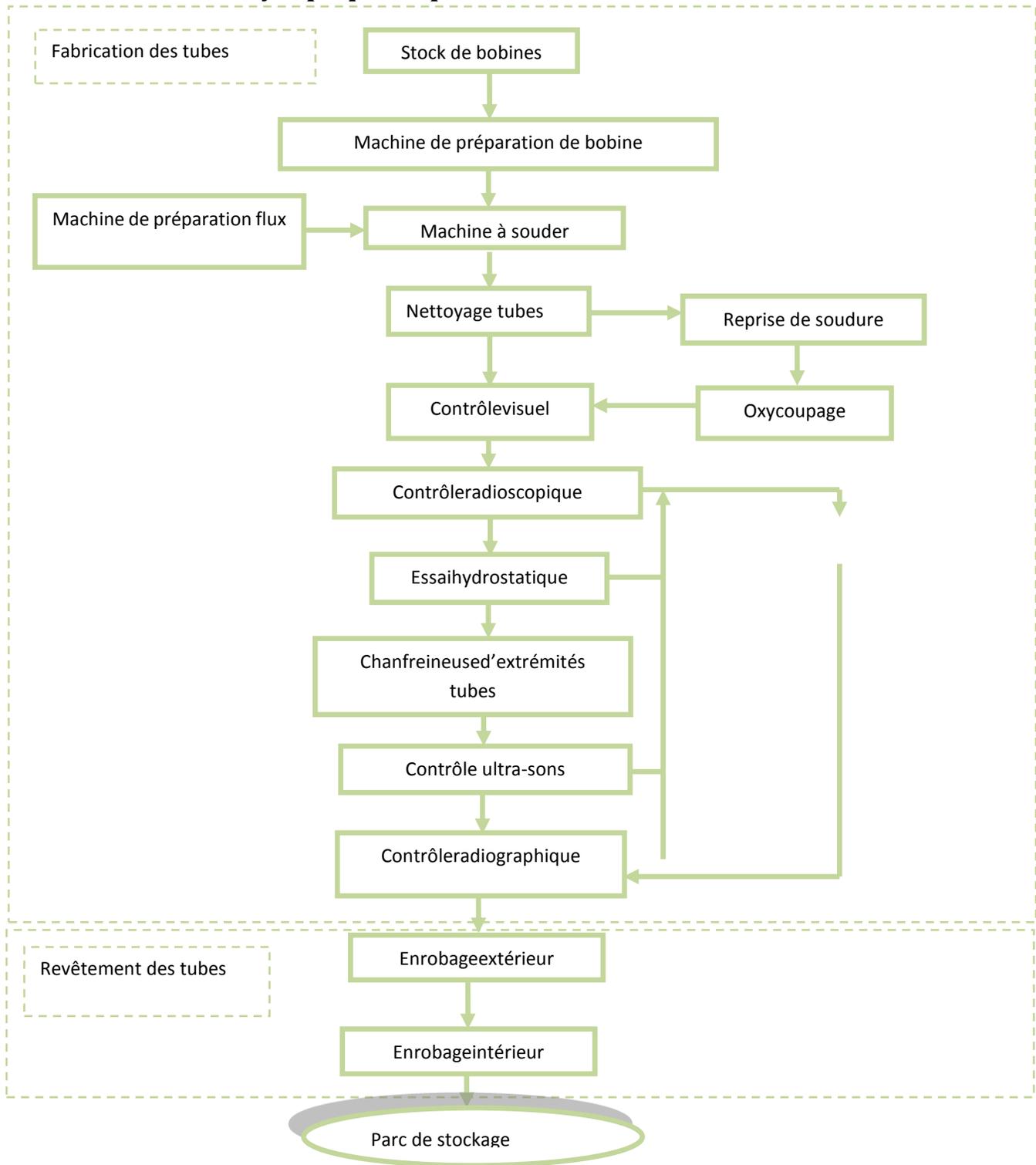


Fig. I.5. Schéma synoptique du procédé de fabrication

I.7. Caractéristiques techniques :**Tableau II.1.** Caractéristiques techniques de production tubes

Largeur de bande	630 à 1830mm
Bande non rongée	
Banderongée	600 à 1800mm
Poids de bobine	Max .30MP=30tonnes
Diamètre extérieur de bobine	1200 à 2000mm
Diamètre intérieur de bobine	600 à 820mm
Angle d'entrée de bobine	18° à 45°
Epaisseur de la paroi du tube	7.95 à 25.4mm
Gamme de diamètre du tube	16 à 80pouce (406.4 à 2032mm)
Gamme de longueur du tube	9 à 18m
Qualité de tube	Acier+Fer

I.8. chaine de production :**I.8.1. Machine à souder en spirale :**

La machine à souder en spirale sert à fabriquer des tubes à partir des bandes de différentes largeurs et épaisseurs dévidées des bobines. Ces bandes sont roulées en hélice et sont ensuite soudées intérieurement et extérieurement selon le procédé de soudure en flux (SAW).

Ces éléments essentiels sont constitués par :

- Élément de préparation de bobine (BANDE)
- Élément de formage du tube.
- Élément de sortie du tube. [1]



Fig. I.6. Machine a souder en spirale

I.8.2. Nettoyage des tubes :

Chaque tube sortant de la machine à souder doit être entré dans la chaîne de contrôles pour assurer la qualité de soudure pour éviter les problèmes dans les autres étapes de fabrication, donc le nettoyage des tubes est très intéressant. [1]

I.8.3. Contrôle visuel :

Le but est de contrôler visuellement la qualité de soudure intérieure et extérieure par des agents professionnels. S'il existe un défaut le tube sera réparé avant de continuer la fabrication. [1]



Fig. I.7. Contrôle visuel du tube

I.8.4. Radioscopie :

Le tube ainsi fabriqué est nettoyé, et en cas de défaut est mis en examen par la radioscopie.

La radioscopie est une installation très sophistiquée disposant d'un générateur de rayons X porté par un long bras de fer. Le tube entrant dans ce bras tourne hélicoïdalement. [1]

Ainsi le cordon de soudure et en cas de défaut l'indique sur l'endroit exact, comme il peut tolérer le défaut, dans ce cas le tube est bon et dans le cas contraire il est envoyé à la réparation. [1]

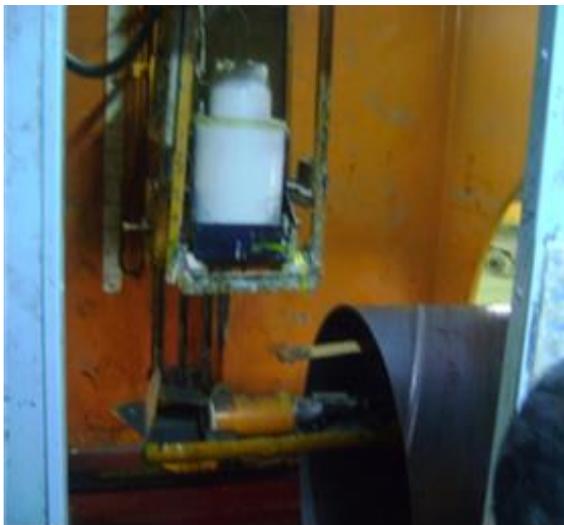


Fig. I.8. Contrôle Radioscopique du tube

I.8.5. Installation hydrostatique :

Chaque tube est soumis à une épreuve hydraulique, le tube est bloqué entre deux têtes remplis d'eau et soumis à l'aide de pompe haute pression à la pression prescrite, qui correspond à une sollicitation qui voisine la limite élastique. La pression sur les tubes nécessaires à l'étanchéité des extrémités de tube est maintenue pendant un temps fixé.

I.8.6. Chanfreinage :

Les extrémités des tubes sont chanfreinées afin de permettre un raccordement cohérent et efficace entre deux tubes adjacents (chantier de canalisation).

Pour le chanfreinage, le tube est fixé par ses deux bouts, et à l'aide de deux machines tournantes disposant d'outils spéciaux, qui usinent les circonférences des deux extrémités de tube.

I.8.7. Examen ultrasons :

La surveillance interne de la qualité de la soudure spirale a lieu immédiatement après le soudage à l'aide d'installation automatique. Ils existent deux examens aux ultra-sons, l'un est fait pour le contrôle de la soudure, l'autre est fait pour le contrôle et la détection des dédoubleurs.



Fig. I.9. Tube à examination par ultrasons

a. Examen de soudure :

L'examen aux ultra-sons est réalisé à l'aide de palpeur à angles. Dans le cas de l'examen plus simple pour détecter les défauts longitudinaux on utilise deux palpeurs dont faisceau ultrasonore est perpendiculaire à la nature. [1]

Pour un examen supplémentaire des défauts verticaux, on peut utiliser des palpeurs spéciaux, dans lesquels une partie du faisceau ultrasonore est dérivée et dirigée sous un angle de 45° par rapport à la soudure. [1]

La 2^{ème} possibilité d'examen des défauts longitudinaux et verticaux est donnée par l'utilisation de 4 palpeurs. Dans tous les cas, les palpeurs sont guidés symétriquement de part et d'autre de la soudure grâce à des dispositifs de guidage de soudure.

b. Examens des dédoublets :

Pour l'examen des dédoublets, on utilise l'examen ultra-sons avec ondes longitudinales. L'examen sur le tube fini est effectué sur la surface externe du tube. Normalement, on utilise pour l'examen des tubes, des palpeurs émetteurs-récepteurs. Ces palpeurs contiennent un éristale récepteur. Après l'entrée de l'onde sonore à travers une fente d'eau apparaissent sur l'oscillographie la suite échos de la paroi opposée. [1]

Lorsqu'un dédoublet se trouve sur le passage des ondes, le temps du parcours jusqu'à la première de la paroi opposée se prolongera. A l'aide de repère d'écran, on peut surveiller l'examen automatiquement. Avant le premier écho de la paroi opposée, se trouve le repère de la réflexion de dédoublet avancée. [1]

Si une intensité fixée à l'avance est dépassée dans cette sone, le signal sera déclenché. A l'aide de ce principe on examine les extrémités des tubes, le matériau de base et les zones à proximité de la soudure. [1]

Lors de l'examen des matériaux de base entre les soudures et le palpeur décrit sur le tube des mouvements oscillants axiaux, pendant que le tube tourne hélicoïdalement sous le support de palpeur. De cette manière, le matériau est sondé presque perpendiculairement au sens de laminage,

c'est à dire dans le sens longitudinal d'éventuelles dédoublements. Les signaux ultrasons de l'installation sont marqués sur le tube à l'endroit précis concerné à l'aide de pistoles à peinture colorée de la même manière que les autres installations ultrasons automatiques. Les zones de soudure ainsi marquées sont dirigées ensuite vers l'examen aux rayons X. [1]

I.8.8. Contrôle radiographique :

Le contrôle radiographique se fait dans l'installation de rayon X. C'est un appareil à rayon X qui photographie les points de réparation. Ceci pour détecter les éventuels défauts rencontrés lors de l'essai hydraulique. [1]

Les films ainsi obtenus sont étudiés afin d'améliorer la chaîne de fabrication et intervenir pour la modification et l'ajustement d'appareillage. Aussi retire-t-on des instructions à l'encontre des opérateurs et réparateurs pour la fiabilité de fabrication. [1]

I.9. Usine de revêtement de tubes :

Cette usine fait le revêtement de tubes extérieurement par le polyéthylène et intérieurement par la peinture.

I.9.1. Revêtement extérieur:

Par application d'un revêtement extérieur, le tube est protégé contre les facteurs externes mécaniques et chimiques. Le revêtement est obtenu par le film Enroulé sur le tube suivant ces étapes:

- Séchage.
- Grenillage extérieur
- Chauffage par induction.
- Revêtement de tube en PE tricouche.
- Tunnel de refroidissement
- Cut-back d'extrémité
- Bosseuse d'extrémité
- Contrôle électrique de défaut de revêtement.

I.9.2. Revêtement intérieur:

- Nettoyage au karcher.
- Séchage par brûleur à gaz.
- Grenailage tube
- Peintureintérieure
- Contrôle final

Le séchage se fait par annulaire monté entre 2 convoyeurs à rouleaux est le gaz d'une puissance de 800 thermie.

Le four est contrôlé par armoire de commande disposant d'un régulateur de température qui agit sur des vannes d'arrêt à gaz liés à 4 brûleurs.

Une sonde avec gaine lg 150 sert à détecter la température du four.

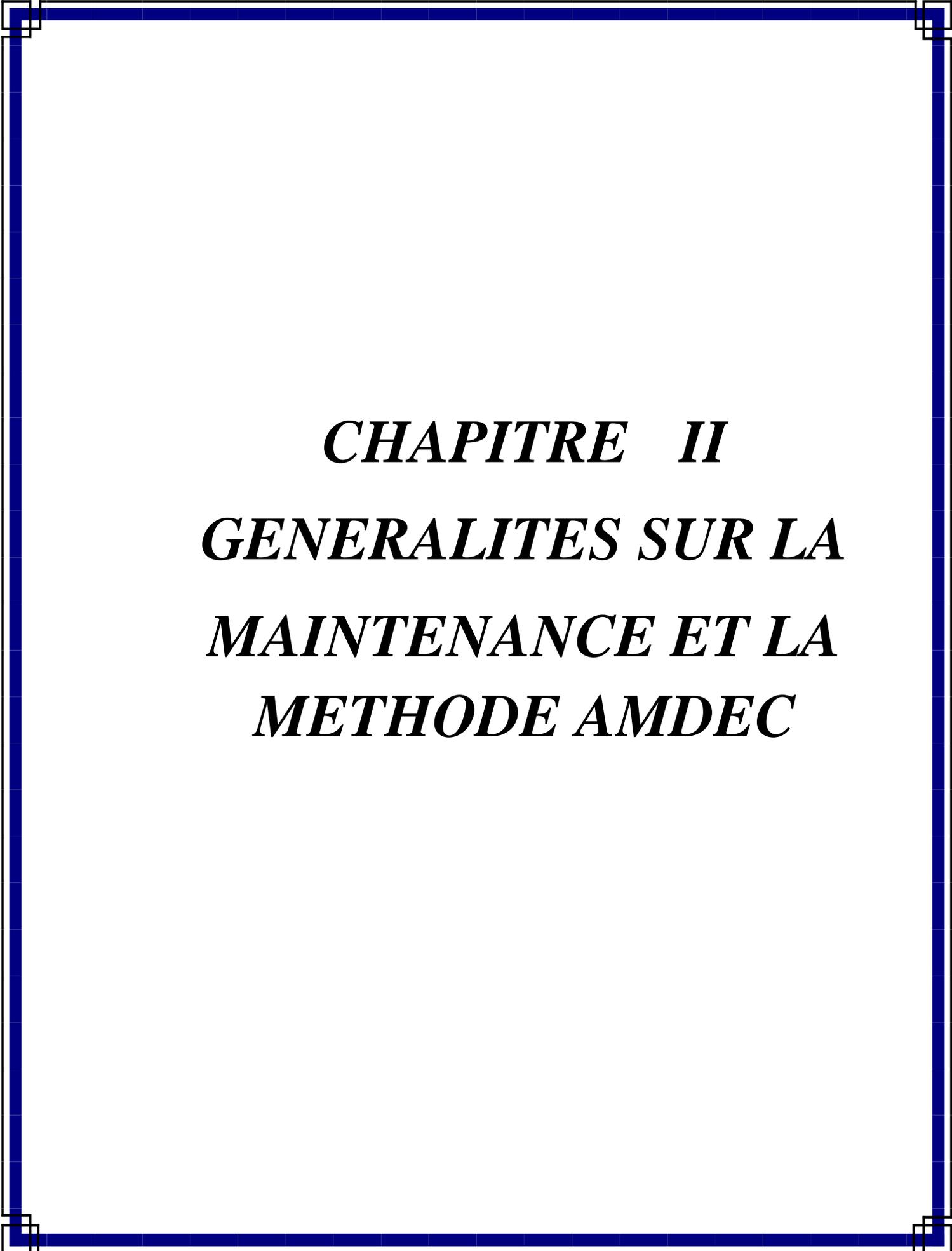
L'intérêt du séchage est d'éliminer l'humidité qui est néfaste pour l'opération de grenailage.

La surface interne de tube est protégée après le grenailage et nettoyage, la couche de peinture est de 40 à 70 micromètre d'épaisseur.

- revêtement en époxy gaz pour hydrocarbure.
- revêtement en époxy alimentaire pour tubes transfère d'eau.[1]

I.10. Domaine d'utilisation :

- gazoduc.
- oléoduc.
- grandtransfertd'eau.
- réseau de drainage.
- conduite d'irrigation.
- infrastructure des travaux publics.



CHAPITRE II
GENERALITES SUR LA
MAINTENANCE ET LA
METHODE AMDEC

II.1. Introduction :

L'augmentation de la productivité d'une entreprise est basée sur des interrelations entre les différentes structures d'une part, et le structure de la maintenance d'autre part. L'ensemble de ces interrelations est basé sur les processus d'affaire de maintenance qui consiste en un ensemble des méthodes qui doivent parfaitement être organisées et programmées. Si on identifie tout ce qui ne pourrait pas fonctionner dans les systèmes et si on peut éliminer les causes probables des défaillances qui peuvent survenir, tous les systèmes fonctionneraient alors correctement, sans conflits, sans arrêt, dans une optique de qualité totale.

La méthode AMDEC c'est l'un des méthodes d'analyse des défaillances de système de production, puisque les approches telles que l'inspection et le contrôle ne suffisent pas pour résoudre et diminuer les pannes de la chaîne de production.

II.2. Définition :

Selon la norme AFNOR, La maintenance est définie comme étant l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. [6]

Notons que les actions de maintenance ne sont pas seulement techniques : l'action technique est encadrée, pilotée, par des actions de gestion (économie et administration) et de management, ce qui implique une large polyvalence. [6]

Le terme « maintenir » contient la notion de surveillance et de prévention sur un bien en fonctionnement normal. Le terme « rétablir » contient la notion de correction (remise à niveau) après perte de fonction. [6]

II.3. Importance de la maintenance dans l'entreprise :

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité. La préoccupation permanente de la recherche de la meilleure disponibilité suppose que tout devra être mis en œuvre afin d'éviter toute défaillance. La maintenance sera donc inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale. Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité ; d'où :

✓ Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.).

- ✓ Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, de procès, construction automobile.
- ✓ Importance moyenne : industries des constructions diversifiées, coûts d'arrêts de Production limités, équipement semi automatiques.
- Importance secondaire : entreprises sans production de série, équipements variés.
- Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale. [2]

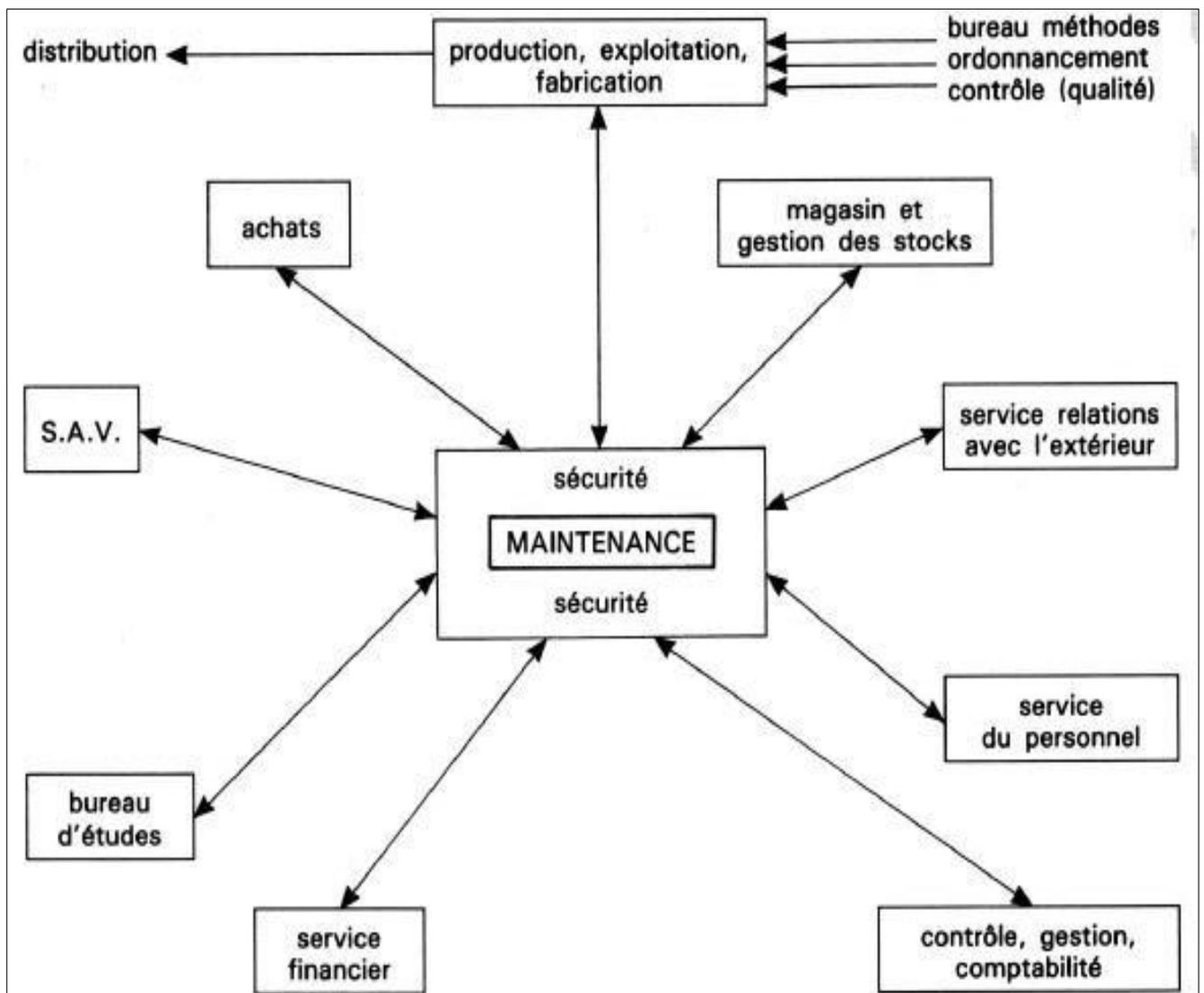


Fig. II. 1. Schéma représente l'importance de la maintenance dans l'entreprise.

II.4. Buts de La maintenance :

Les buts de la maintenance sont :

- ✓ Facteur économique : moindres coûts de défaillance, moindres coûts directs de prestations, économie de l'énergie...
- ✓ Facteur humain : condition de travail, sécurité, nuisance...etc.
- ✓ Facteur technique : disponibilité et durabilité des équipements. [3]

II.5. Types de maintenance :

Il existe deux grandes familles de la maintenance qui sont la maintenance corrective et la maintenance préventive :

II.5.1. La maintenance corrective :

C'est « l'ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification, le contrôle de bon fonctionnement ». On a deux types de maintenance corrective qui sont :

II.5.1.1. La maintenance corrective palliative :

Qui représente « l'activité de la maintenance corrective destinées à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise, Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'action à caractère provisoire qui devront être suivies d'action curatives ». [3]

II.5.1.2. La maintenance corrective curative

Qui représente « l'activité de maintenance corrective ayant pour objectif de rétablir un bien dans un état spécifique ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent, Ces activités peuvent être des réparations des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la ou les défaillances ». [3]

II.5.1. 3. Les avantages et l'inconvénient de la maintenance corrective :

II.5.1.3.1. Avantages :

- ✓ Avoir une bonne préparation du travail
- ✓ Avoir une bonne gestion pour toutes les informations. [3]

II.5.1.3.2. Inconvénient:

- ✓ Coût de réparation important
- ✓ Stockage important des pièces
- ✓ Temps de réparation élevé
- ✓ Peu de sécurité des travailleurs.

II.5.2. Maintenance préventive :

Dans la définition de la maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de maintenance effectuées préventivement. La maintenance préventive s'oppose en cela à la maintenance corrective déclenchée par des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance. La maintenance préventive comprend :

- ✓ les contrôles ou visites systématiques,
- ✓ les expertises, les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites,
- ✓ les remplacements systématiques,
- ✓ la maintenance conditionnelle ou les contrôles non destructifs. [4]
- ✓ On distingue deux types de la maintenance préventifs:

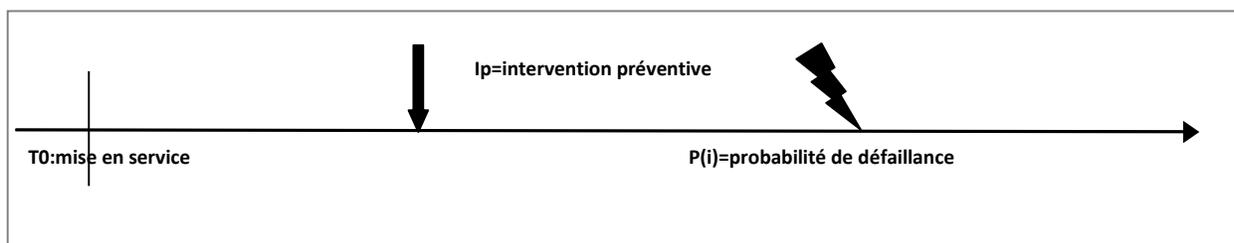


Fig. II.2. Maintenance préventive [4]

II.5.2.1. Maintenances préventives systématiques :

II.5.2.1.1. Visites systématiques :

Les visites sont effectuées selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage. À chaque visite, on détermine l'état de l'organe qui sera exprimé soit par une valeur de mesure (épaisseur, température, intensité, etc.), soit par une appréciation visuelle. Et on pourra interpréter l'évolution de l'état d'un organe par les degrés d'appréciation : Rien à signaler, Début de dégradation, Dégradation avancée et Danger. [4]

II.5.2.1.2. Ronde ou visite en marche :

La visite systématique effectuée pendant le fonctionnement permet d'optimiser l'arrêt machine. Pour ce type de maintenance, on suit l'effet de la dégradation ou de l'usure pour éviter le démontage indésirable. Les contrôles sont simples à réaliser : lecture des valeurs des paramètres, examens sensoriels... Les valeurs des paramètres pour un fonctionnement normal sont connues à l'avance. [4]

II.5.2.2. Maintenance préventive conditionnelle :

D'après la définition Afnor, il s'agit d'une forme de maintenance préventive basée sur une surveillance de fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent. La maintenance conditionnelle permet d'assurer le suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervention est prise lorsqu'il y a une évidence expérimentale de défaut imminent ou d'un seuil de dégradation prédéterminé. Cela concerne certains types de défaut, des pannes arrivantes progressivement ou par dérive. L'étude des dérives dans le cadre des interventions de maintenance préventive permet de déceler les seuils d'alerte, tant dans les technologies relevant de la mécanique que celles de l'électronique. [4]

II.6. Tâches d'un service maintenance :

On distingue différentes tâches d'un service maintenance sont :

1. La maintenance des équipements : Actions correctives et préventives, dépannages, réparations et révisions. [5]
2. L'amélioration du matériel, dans l'optique de la qualité, de la productivité ou de la sécurité.

3. Les travaux neufs : participation au choix, à l'installation et au démarrage des équipements nouveaux.
4. Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, la gestion de l'énergie.
5. L'exécution et la réparation des pièces de rechanges. L'approvisionnement et la gestion des outillages, des rechanges... Des prestations diverses , pour la production (réalisation démontages, par exemple) ou pour tout autre service.
6. L'entretien général des bâtiments administratifs ou industriels, des espaces verts, des véhicules.

II.7. Compétences d'un technicien de maintenance :

Le technicien de maintenance optimise le fonctionnement des équipement set réalise la maintenance des équipements de production dans les domaines électriques, mécaniques, hydrauliques, dans le respect de la réglementation et des règles d'hygiène et de sécurité.

Il nécessite d'une formation polyvalente :

- ✓ Au niveau de la technologie des matériels : mécaniques, hydrauliques, électroniques, informatiques...etc.
- ✓ Au niveau de la gestion, il aura, pour tout ou partie, à gérer l'ensemble du service, le personnel, le budget, les investissements, le matériel du service, les stocks nécessaires, les travaux extérieurs ...etc.

Par rapport à l'entretien traditionnel, le métier d'un technicien de maintenance a été nettement valorisé. Des outils théoriques (fiabilité, maintenabilité ...) et scientifique sont enrichi les tâches relatives à un matériel lui aussi plus sophistiqué qu'avant.[5]

Ces taches sont les suivantes :

- ✓ Le maintien de l'outil de production.
- ✓ L'organisation d'un service après-vente, la participation aux études, pour ce qui concerne la fiabilité et la disponibilité prévisionnelle, la maintenabilité, l'élaboration de « plans de maintenance » pour certains contrats, les travaux neufs...
- ✓ La participation à la mise en place d'une G.M.A. O, par la définition d'un cahier des charges.

Donc, le profil du technicien de maintenance est comme celui d'un homme de terrain, de contact et d'équipe, qui s'appuie sur sa formation technique initiale, puis sur son expérience pour toujours

faire évoluer la prise en charge du matériel dont il a la responsabilité. Le technicien de maintenance doit être capable de :

- ✓ Assurer les opérations de maintenance préventive (conditionnelle et systématique).
- ✓ Déceler une anomalie sur le produit, la production, le procédé, le système de production ou l'un de ces composants.
- ✓ Formuler un diagnostic et remettre en état l'équipement (maintenance corrective).
- ✓ Intervenir pour maintenir une production.
- ✓ Assurer la logistique de maintenance.
- ✓ Participer et assurer la gestion de la maintenance.
- ✓ Participer à l'installation des équipements.
- ✓ Participer à l'évolution économique, technologique et législative des installations. [5]

II.8. Procédure d'intervention du service maintenance :

Ce schéma montre la position stratégique de la procédure d'intervention pour la qualité de la maintenance. Il décrit le système de communication relatif à une intervention, entre le moment d'apparition d'une défaillance et la remise à niveau de l'équipement défaillant.

DT : demande de travail , **OT** : ordre de travail , **BT** : bon de travail , **DA** : demande d'approvisionnement et **BSM** : bon de sortie de magasin [4]

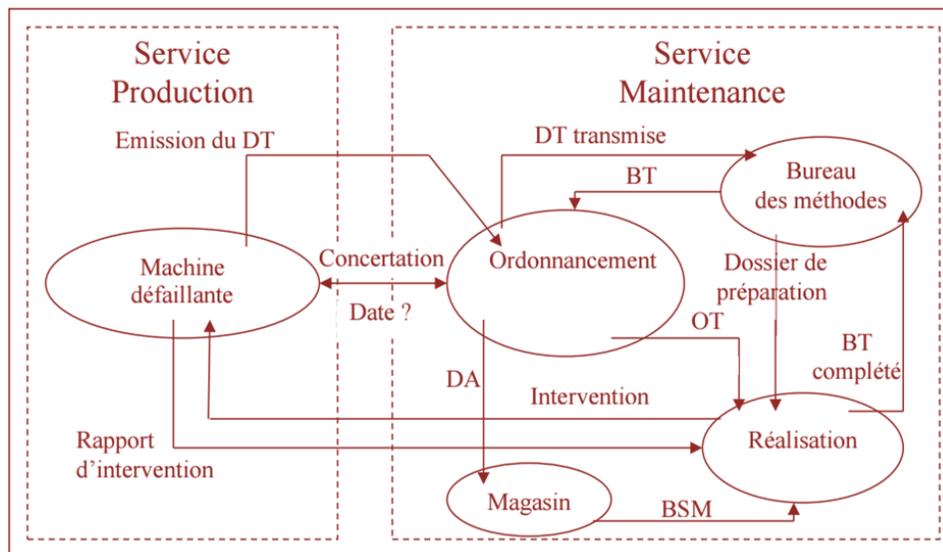


Fig. II.3. Procédure d'intervention

1. Lorsqu'une machine tombe en panne, le service production émet une demande de travail à l'ordonnancement.
2. L'ordonnancement transmet cette demande au bureau des méthodes.
3. Après avoir localisé et déterminé les organes défectueux, le bureau des méthodes lance un bon de travail pour l'ordonnancement et transmet le dossier de préparation au technicien de maintenance qui va exécuter la réparation.
4. Avant de partir sur site, l'ordonnancement doit préparer une demande d'approvisionnement pour le technicien. Cette demande lui permettra de recevoir les pièces de rechange du magasin. Lors de la réception, le technicien recevra un bon de sortie de magasin.
5. Après la réception des pièces de rechange, le technicien entamera la procédure de réparation. A la fin de l'intervention, le technicien doit mettre en marche la machine pour s'assurer de l'efficacité de réparations exécutées.
6. Après avoir terminé l'exécution des réparations, le technicien doit transmettre le rapport de l'intervention au bureau des méthodes pour le classer dans l'historique.
7. Finalement la production doit informer l'ordonnancement de la reprise de l'exploitation de la machine.
8. La demande de travail (DT) peut être déclenchée par la production (cas d'action corrective) ou par l'ordonnancement lui-même (cas d'actions préventives). [4]

II.9. Notion sur l'AMDEC :

II.9.1. Définition :

AMDEC est l'acronyme d'**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillances, de leurs **E**ffets et de leurs **C**riticités ou, en anglais, **FMECA/FMEA**: Failure Mode Effects and Criticality Analysis. L'AFNOR (Association Française de Normalisation) définit l'AMDEC comme étant :

Une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système. [6]

La méthode AMDEC est avant tout une méthode d'analyse de systèmes statiques, s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes - conséquences), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leurs criticités.

II.9.2. Types AMDEC :

Il y a plusieurs types AMDEC selon l'usage prévu :

II.9.2.1. AMDEC organisation :

S'applique aux différents niveaux de processus principaux de l'entreprise : du premier niveau qui englobe les processus de gestion, d'information, de production, de gestion du personnel et le processus marketing, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail. [6]

II.9.2.2. AMDEC produit ou projet :

Utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique des AMDEC sur les composants. [6]

II.9.2.3. AMDEC processus :

S'applique à des processus de fabrication. Elle permet d'analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être utilisée pour les postes de travail. [6]

II.9.2.4. AMDEC moyen :

S'applique à des machines, outils, équipements et appareils de mesure, des logiciels et systèmes de transport interne. [6]

II.9.2.5. AMDEC service :

S'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service correspond aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances. [6]

II.10. Procédure de la maintenance dans l'entreprise :

II.10.1. Maintenance préventive :

Le classement des installations selon leur criticité est mise en œuvre pour définir le choix de la planification correspondante :

- ✓ Planification pour la maintenance préventive systématique pour les installations non critiques.
- ✓ Planification pour la maintenance préventive conditionnelle basée sur la visite pour les installations critiques.

Séquence : Un classement des installations selon leur criticité est établi et revu annuellement par le service technique & méthodes et validé par le Chef de Département Maintenance. [6]

II.10.1.1. Planification de la maintenance préventive systématique :

Cette planification est basée sur un Plan Annuel de Maintenance qui sera éclaté en calendriers de lancement de préventifs mensuel, élaboré par le service technique & méthodes et où sont programmées les installations non critiques afin de leur appliquer une maintenance préventive par échéance (systématique).

Le planning annuel de lancement de préventifs est validé par le chef de département maintenance et approuvé par le chef de la division technique.

Le calendrier de lancement de préventif mensuel comprend tous les travaux systématiques y compris lubrification/graisage. [6]

Les travaux de maintenance préventive systématique sont lancés par unité, par zone, par installation et par spécialité, par le biais d'un dossier de travail constitué à partir des dossiers machines (recommandation du fabricant de l'installation) et comprenant :

- ✓ Le calendrier de lancement de préventif mensuel.
- ✓ L'ordre de travail (OT).
- ✓ Une documentation nécessaire pour l'exécution des travaux (gamme opératoire, plans, notices, préconisation de graissage et de lubrification...)

D'autres documents peuvent être joints au dossier de travail si le besoin l'exige :

- ✓ Liste de pièce de rechange éventuelle.
- ✓ Outillagespécifique à utiliser.
- ✓ Moyens de manutentions internes ou externes

Un arrêt annuel est planifié pour les grands travaux après la fin d'un projet, sa date et sa durée est fixées par le chef de la division technique.

A intervalles réguliers et prédéterminés « revue de processus », des mises à jour des échéanciers sont possibles et tolérés en prenant en compte les contraintes liées à l'utilisation du bien, son exploitation ainsi que de la disponibilité des ressources. [6]

II.10.1.2. Planification de la maintenance préventive conditionnelle base sur la visite :

Sur la base du planning des visites qui est un standard de visite par unité et par spécialité, le technicien supérieur de zone (TS de zone) effectue les visites périodiques des installations de sa zone. Il contrôle l'état de fonctionnement des installations en suivant des points de contrôle préétablis sur la check-list (fiche de rapport de visite).

Le TS de zone et en se basant sur les points de contrôle préétablis, ainsi que sur sa technicité, ses connaissances acquises et sur l'état de l'installation, détecte les anomalies et collecte les informations nécessaires sur l'état du bien. [6]

Trois états d'anomalie sont possibles :

1. Pas d'anomalie.
2. Anomalie urgente.
3. Anomalie à programmer

Dans le cas où l'anomalie constaté est urgente c'est-à-dire qui représente un risque de générer un arrêt dans un futur très proche :

- ✓ Une détérioration d'un ou de plusieurs organes.
- ✓ Un risque d'accident sur le personnel.
- ✓ Une mauvaise production en quantité et en qualité.
- ✓ Un risque d'arrêt total de l'installation.

Le TS de zone s'adresse au responsable du secteur maintenance afin d'arrêter l'installation ou procède lui-même à le faire, le cas échéant, avant de lancer un Bon de travail en urgence.

Après la fin d'intervention un bon de travail sera signé conjointement et un rapport d'incident si nécessaire (Voir Maintenance corrective) sera établi et signé conjointement entre la maintenance et l'exploitation. [6]

Dans le cas d'anomalie à programmer, c'est-à-dire qu'elle permet à l'installation de pouvoir continuer à fonctionner sans influences sur les équipements ou sur le personnel, sa prise en charge sera planifier au fur et à mesure sur un planning des travaux programmés mensuel.

La planification de la maintenance préventive conditionnelle sera élaborée par le service technique & méthodes en concertation avec le secteur maintenance concerné (exécution) ainsi qu'avec la structure d'exploitation concernée. Le chef de département en donnant son accord, valide la planification et déclenche ainsi sa mise en œuvre, qui se traduit par le lancement d'un dossier de travail comprenant :

- ✓ Unedemanded'intervention(**DI**).
- ✓ Une documentation nécessaire pour l'exécution des travaux (gamme opératoire, plans, notices, ...).
- ✓ Liste de pièce de rechange éventuelle.
- ✓ Outillage spécifique à utiliser.
- ✓ Moyens de manutentions internes ou externes. [6]

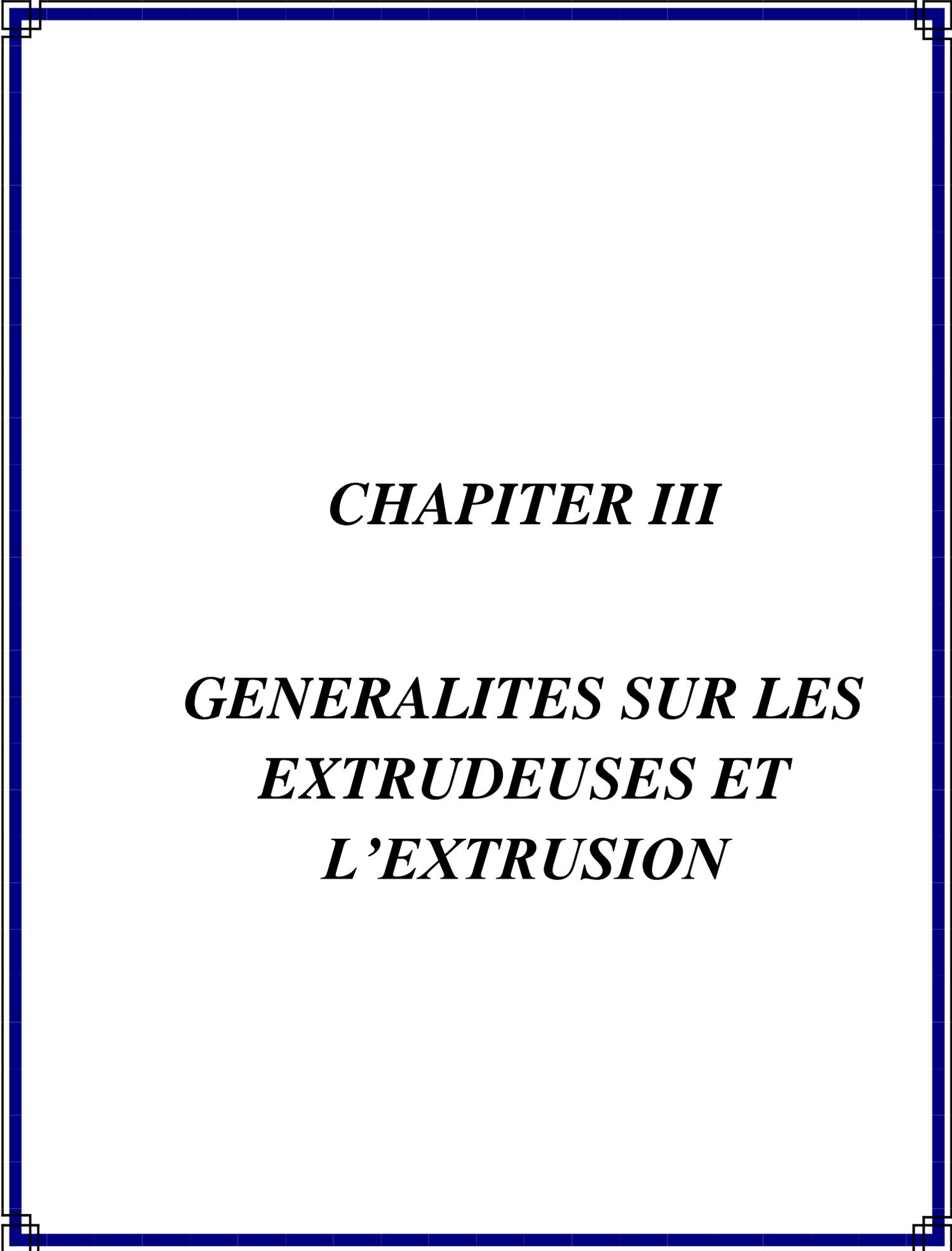
II.10.2. Maintenance Corrective :

Si un arrêt suite à une panne survient sur les biens (installation, infrastructure, engin, ...) un bon d'ordre de travail (OT) est ouvert et émis par la structure d'exploitation au département de maintenance, qui intervient sur place en exécutant les travaux pour la réparation du bien avec un personnel qualifié en respectant les règles de santé, sécurité, environnement (HSE). Les travaux de réparation seront enregistrés sur le bon d'ordre de travail en reportant :

- ✓ Le personnel chargé de l'exécution de cette réparation.
- ✓ La date de l'intervention et sa durée.
- ✓ La nature de la panne.

II.11. Conclusion :

A travers ce chapitre, on à fait une petite discussion sur la maintenance d'entreprise et la méthode d'analyse AMDEC qui détaille les spécifications et la procédure d'analyse de défaillance exprimées par la société ALFAPIPE en donnant une idée sur les outils et les méthodes utilisés pour la réalisation.



CHAPITER III

***GENERALITES SUR LES
EXTRUDEUSES ET
L'EXTRUSION***

III.1. Introduction

Grâce au traitement, le plastique et le tube en acier sont fermement combinés. Il présente les caractéristiques anti-vieillessements, anticorrosion et anti-fissuration. La durée de vie est plusieurs fois supérieure à celle des tuyaux en acier.

III.2. Définition de l'extrudeuse :

Une extrudeuse est une machine utilisée principalement dans le domaine de mise en forme des polymères, son rôle important dans ce secteur la rendue une machine indispensable dans la fabrication plastique, cette machine est constituée essentiellement de :

1. Vis sans fin.
2. Foureau.
3. Réservoir d'alimentation en matière première (grains de polymère).
4. Filière.
5. Moteurs électrique assurant la rotation de la vis sans fin.

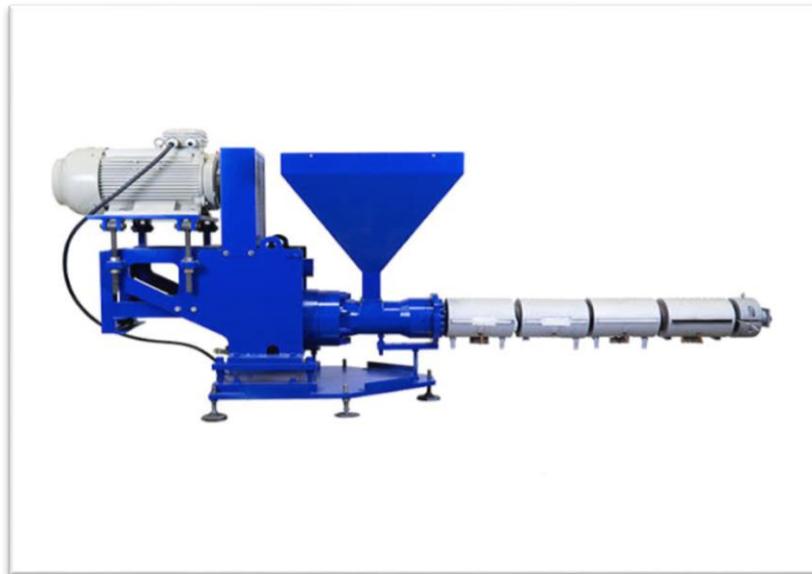


Fig. III. 1. Schéma d'une extrudeuse.

III.3. Principes de fonctionnement des extrudeuses :

L'extrusion est une technique de transformation des matières thermoplastiques qui permet d'obtenir des objets finis ou semi-ouvrés par un processus technologique continu. Cette technique, modifiée par l'adaptation d'un matériel approprié, permet d'élargir l'assortiment d'objets fabriqués, et d'étendre la gamme de produits à partir des profilés rigides et souples à la fabrication des plaques, des feuilles, des films, des objets creux, des granulés plastifiés, des câbles multi fils et multicolores, des films et des feuilles stratifiés, des profilés expansés et allégés, etc. [7]

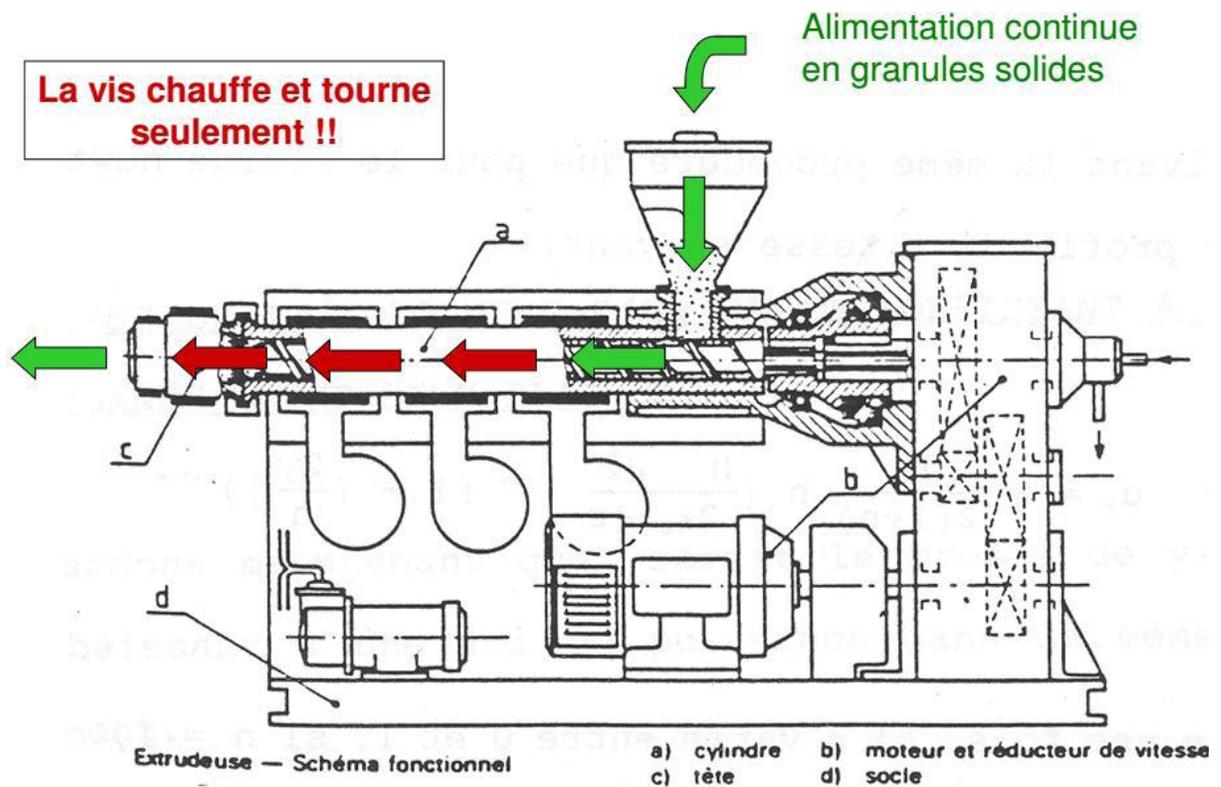


Fig. III.2. Principe de fonctionnement d'une extrudeuse. [12]

La presque totalité des matières thermoplastiques est au moins extrudée une fois lors de sa préparation, mais seulement une partie en sort sous forme d'objets finis. L'extrusion est largement utilisée pour la fabrication des granulés et des compounds transformés ensuite par d'autres méthodes (exemple : injection) et des produits semi-ouvrés tels que : plaques, feuilles, films, tubes,

etc. Indépendamment du principe de fonctionnement, chaque extrudeuse accomplit trois actions principales : - elle transporte, le long du cylindre, la matière du point d'alimentation à la filière, - elle la plastifie grâce au malaxage et à la chaleur apportée de l'extérieur, - elle augmente progressivement la pression de la matière et la force à passer par la

III.4. Différents types des extrudeuses et leurs constructions.

III.4.1. Extrudeuse monovis :

III.4.1.1. Principe de Fonctionnement :

L'extrudeuse mono vis est de loin la machine la plus répandue dans l'industrie de transformation des thermoplastiques.

La matière brute, sous forme de poudre ou de granulés, est introduite à l'extrémité d'une vis d'Archimède qui tourne dans un cylindre régulé en température. Le déplacement de la matière résulte de l'action des filets de la vis sur la matière qui frotte ou adhère à la paroi interne du cylindre. Si la matière colle à la vis, l'effet d'extrusion est nul, au contraire, l'adhérence de la matière au cylindre augmente le processus d'écoulement. Le coefficient de frottement varie avec la température et la matière extrudée, ce qui impose le chauffage du cylindre de la machine. En réalité, l'écoulement de la matière dans le canal de la vis pendant la rotation de l'extrudeuse résulte de l'action de quelques forces composantes. [7]

III.4.1.2. Principaux éléments des extrudeuses monovis :

L'extrudeuse mono vis se compose de cinq modules :

- ✓ Vis-cylindre avec leur équipement,
- ✓ Dispositif de Chauffage et régulation de la température.
- ✓ tête extrusion Porte filière,
- ✓ filiere.
- ✓ Salle de commande et de contrôle pour la commande.[7]

III.4.1.2.1. La Vis :

Elle représente l'élément principal de l'extrudeuse et caractérise les possibilités de la machine. La vis, qui tourne à l'intérieur d'un cylindre chauffé, est entraînée par un moteur électrique. Son centrage est assuré par le cylindre.

Les vis en acier allié à haute résistance à la fatigue sont nitrurées, trempées à la flamme ou stellitées.

[7]

Elles possèdent un canal de refroidissement percé soit sur toute la longueur, soit sur une partie. L'angle optimal de la spirale dans cette zone dépend de la consistance de la matière extrudée (pour une poudre angle opt = 30°, pour des granulés angle opt = 15°).

Dans les machines industrielles, on utilise un angle de 20 à 25°, ce qui présente un compromis pour la plupart des matières extrudées. [7]

Les constructeurs offrent un grand nombre de profils de vis spécialement conçues pour différentes matières qui peuvent être montées en s'ajustant avec les cylindres sur les extrudeuses de leur fabrication. [7]

Fonctionnellement la vis se compose de trois zones différentes : une zone d'alimentation ou d'entrée, une zone de compression ou de fusion et une zone de régularisation, appelée aussi zone de sortie ou de pompage.[7]

1. zone d'alimentation:

C'est dans la zone d'entrée (alimentation) que se développe "la force de poussée". Pour y parvenir, il est nécessaire que la matière ne tourne pas avec la vis, mais qu'elle soit retenue dans sa rotation par le cylindre. Au contraire, elle doit glisser sur la vis dont la surface sera polie et la température sera inférieure à celle du cylindre grâce à un circuit de refroidissement incorporé dans le noyau de la vis. La température du cylindre (réglée à l'aide de colliers chauffants) sera choisie de manière à augmenter le facteur de frottement.

2. zone de compression (fusion):

dans la zone centrale (de fusion), la température de la matière augmente par l'apport de chaleur de l'extérieur et par le travail des forces de cisaillement au sein du matériau.

3. la zone de pompage:

Dans la troisième zone s'effectue le pompage, le mélange et l'homogénéisation de la matière fondue. Pour une meilleure répartition de la chaleur, la profondeur des filets de la vis diminue. Souvent, dans cette zone, on introduit une sorte de chicane qui augmente l'effet de malaxage.

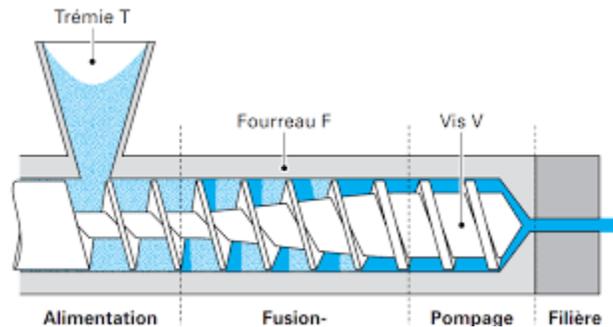


Fig. III.3. Les zones de la vis de l'extrudeuse

III.4.1.2.2. Dispositif de Chauffage et régulation de la température.

Le cylindre est chauffé et refroidi, ce qui permet de répartir et de maintenir, avec précision, la température adéquate dans toutes les zones.

- En général, ce chauffage est assuré par 12 résistances électriques ou par induction (colliers chauffants répartis le long du cylindre).
- Le refroidissement peut être assuré par circulation forcée d'air autour du cylindre ou de fluide introduit dans les tubulures de circulation autour du cylindre.
- La zone située au niveau de l'orifice d'alimentation est refroidie (en général par circulation d'eau) pour empêcher le collage de granulés et la formation d'une voûte de matière dans la trémie qui couperait l'alimentation.

Chaque zone de chauffage est équipée d'un régulateur de température.

- La puissance des éléments de chauffage dépend du diamètre de la vis et du rapport L/D .
- Le rendement de la vis classique ne dépasse pas 20 à 40 % et est inversement proportionnel à la vitesse de rotation.

Si la zone de compression est trop éloignée de l'alimentation, l'homogénéisation mécanique et thermique est insuffisante, etc.

- Certains constructeurs ont augmenté le rendement de fusion dans la zone de compression par l'incorporation d'un deuxième filet uniquement le long de cette partie de la vis. [7]

III.4.1.2.3. Tête d'extrusion (Porte filière) :

La tête présente un élément monté au bout du cylindre de l'extrudeuse, en aval de la vis.

Son rôle est de laisser passer la matière plastifiée par la filière qui lui donne la forme de la section voulue (film applique), On distingue quatre types de têtes :

- ✓ la tête d'extrusion droite pour la fabrication des profilés et des tubes,
- ✓ la tête d'équerre verticale pour l'extrusion-soufflage, l'extrusion-gonflage et l'extrusion de filaments,
- ✓ la tête d'équerre horizontale ou oblique pour le recouvrement de câbles et de profilés,
- ✓ les têtes spéciales pour l'extrusion de feuilles et de plaques (têtes plates), l'enduction du papier, la coextrusion appliquée aux produits fabriqués avec les quatre types ci-dessus.[4]

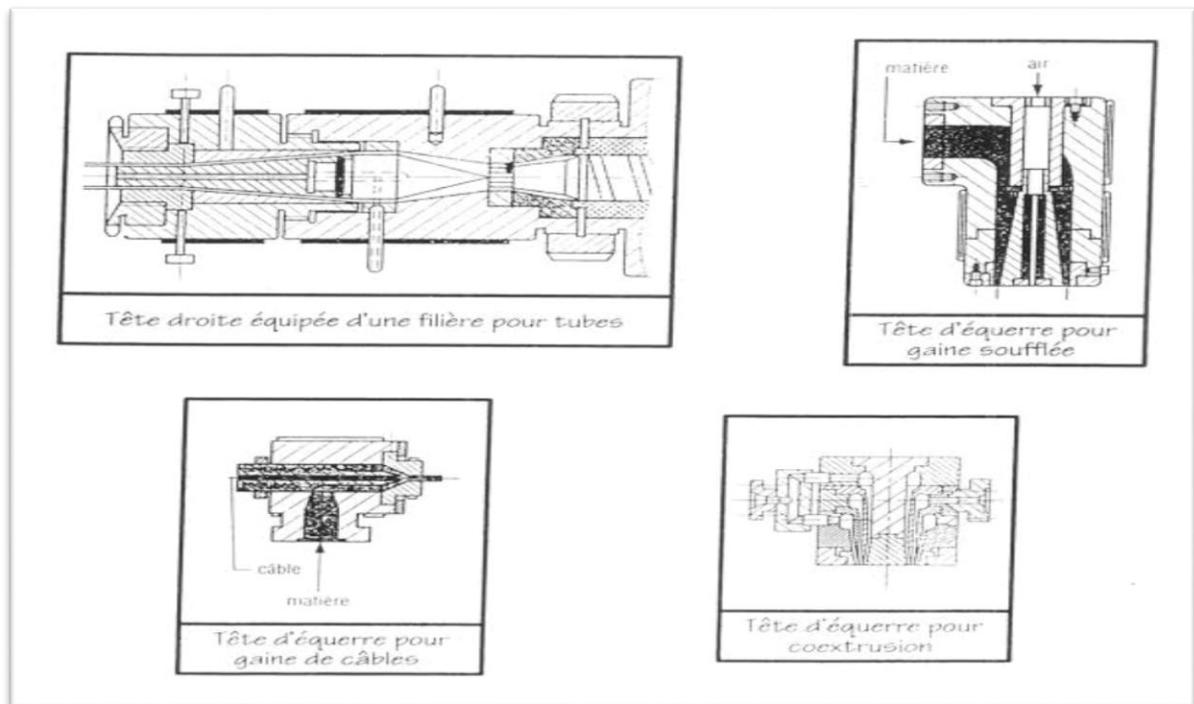


Fig. III.4. Type de la tête

III.4.1.2.4. Filières :

Dans chacune des têtes, la filière est l'outil qui donne la forme au flux de la matière plastifiée, afin d'obtenir le profil demandé. Elle est amovible et doit se démonter facilement pour être nettoyée ou changée. (Acier traité ou acier au chrome). Du point de vue fonctionnel, on peut classer les filières de la façon suivante :

- ✓ Filières sans poinçon : pour les profils pleins (joncs, fils, plaques, profils à sections diverses),
- ✓ Filières avec poinçon : pour les profils creux (tubes à section circulaire, rectangulaire ou autre, paraisons, gaines, etc.),
- ✓ Filières avec poinçon montées sur tête équerre : pour la réalisation de gainages des profils en métal ou autres matières ou pour la réalisation de gaines gonflées.
- ✓ Filière pour la co-extrusion (à entrées multiples pour les profils pleins, pour le gainage et pour l'extrusion de films).
- ✓ La filière est fixée à l'extrémité de la tête, elle peut ou non dépasser l'extrémité de la tête. Certains types de filières exigent un centrage, généralement réalisé par les vis réparties radialement autour de la tête.[4]

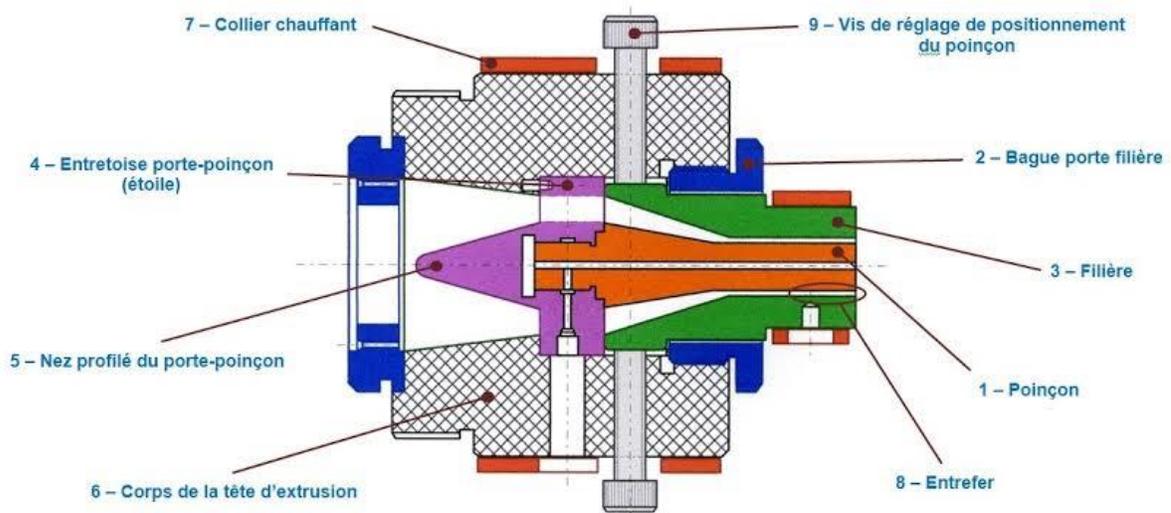


Fig. III. 5. schéma d'une filière

III.4.2. Extrudeuses à deux vis :

III.4.2.1. Généralité :

Cette machine joue un rôle important dans l'industrie de transformation grâce à la particularité qu'elle peut extruder toutes les matières thermoplastiques avec les mêmes vis. Son travail rappelle le fonctionnement d'une pompe à vis. Elle se distingue en outre par la régularité de son alimentation, ce qui entraîne une progression constante de la matière fondue.

Ce genre de machines garantit une plastification délicate de la matière et une excellente homogénéité. Elles s'appliquent aux mélanges en poudre tels que, par exemple, PVC non plastifié et à la préparation de compounds (mélange polymère + charge, renforts, colorants...).

L'extrudeuse à deux vis est à conseiller pour la production de profilés de grandes dimensions, en raison de la régularité, de la pression engendrée et du débit. [7]

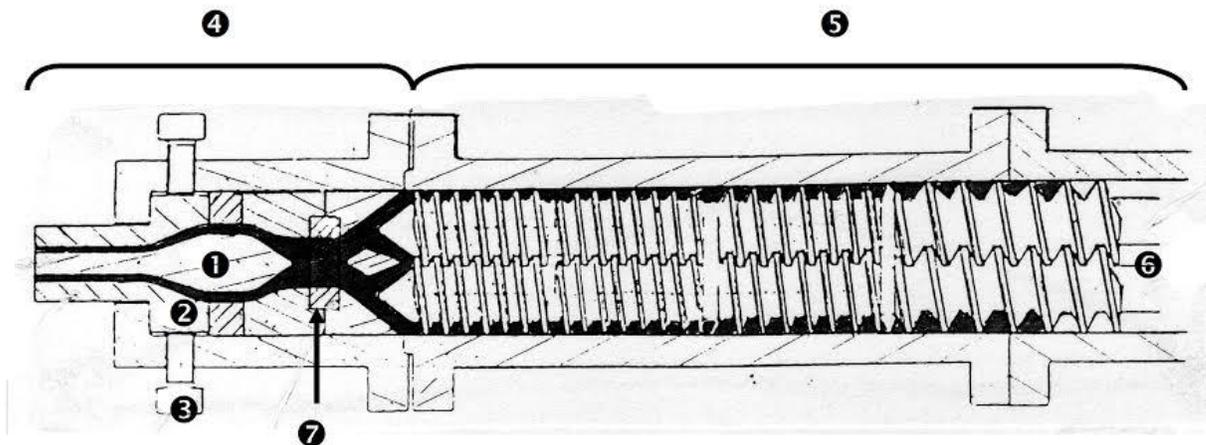


Fig. III.6. Extrudeuse deux vis

III.4.2.2. Principe de fonctionnement

L'extrudeuse se compose de deux vis qui tournent dans deux orifices du cylindre et dont les axes sont parallèles à l'axe principal de ce cylindre. L'écart des deux axes d'orifices correspond à la distance entre les deux vis dont les sommets entrent réciproquement dans les canaux. [7]

Le pas des deux vis peut être constant ou non et les noyaux peuvent être cylindriques ou coniques. Les deux vis (filetées à droite ou à gauche) peuvent tourner dans le même sens (co-rotative), ou une vis filetée à droite et une deuxième filetée à gauche peuvent tourner en sens inverse

(contrarotative). Le cheminement de la matière dans l'extrudeuse à deux vis est différent de celui dans l'extrudeuse mono vis. La matière remplit les canaux des deux vis par tranches divisées par la ligne de contact des vis. Si les deux vis tournent dans le même sens (vis co-rotatives), la matière s'écoule dans un espace en forme d'un "8" légèrement déformé et subit un malaxage très fort. [7] Le passage d'une zone à une autre est réduit, mais l'effet de mélangeage est important. Dans le cas de la rotation en sens inverse (vis contrarotatives), la matière est enfermée dans un espace en forme de "C". Elle subit un broyage très fort en passant par la ligne de contact des vis. Cette action contribue à l'homogénéisation des produits extrudés. [7]

III.5. Les Techniques d'extrusion :

Pour la fabrication en continu des produits semi-ouvrés d'un profil déterminé, il faut équiper l'extrudeuse d'un outillage qui se compose : d'une tête porte filière, d'une filière (pièce conçue spécialement pour obtenir un profil déterminé), d'un calibre refroidisseur ou conformateur (composé d'un dispositif dans lequel certaines pièces sont adaptées au profil extrudé) et d'un ensemble de réception. Le choix de l'extrudeuse dépend de la matière transformée et du débit qui est une fonction de la forme du profilé. Le matériel qui compose la ligne d'extrusion dépend de la technique propre à chaque produit. [7]

III.5.1. Extrusion de tubes :

Une installation pour la fabrication des tubes rigides ou souples comprend les éléments suivants : extrudeuse, tête d'extrudeuse droite ou équerre, équipée d'une filière, appareil de calibrage, système de refroidissement, système de tirage, dispositif de sciage automatique à la longueur voulue (pour les tubes rigides), ou de bobinage (pour les tubes souples, Comme équipement supplémentaire, la chaîne d'extrusion peut être équipée d'un appareil automatique de contrôle de l'épaisseur, d'un dispositif de marquage et d'un dispositif de stockage de tubes coupés. La tête destinée à la fabrication de profils creux tels que : tubes carrés ou rectangulaires, profils avec cloisons, etc., est munie de filières avec poinçon. Cet élément est centré par des ailettes dont l'une est percée pour laisser l'air sous pression de 0,5 à 2 bars. Le diamètre extérieur de la filière, le diamètre du poinçon, la longueur de la zone conique et cylindrique (entre les ailettes du poinçon et la sortie de la filière), dépendent du type de matière extrudée et doivent être fixés d'après les indications données par le fournisseur. Dans le cas contraire, il faut arriver aux dimensions en ajustant la filière expérimentale

en se servant des règles suivantes : le débit de la filière (à tube) pour un gradient de pression donné, doit être à peu près proportionnel au diamètre moyen du tube, proportionnel au cube de l'épaisseur de la paroi, inversement proportionnel à la longueur de la zone cylindrique de la filière. [7]

III.5.2. Extrusion de profilés creux :

En général, l'équipement de la chaîne d'extrusion diffère peu de la ligne de production de tubes à sections circulaires. Les tubes carrés ou rectangulaires, les profils creux avec cloisons, tels que par exemple les lames de volets, les gaines, etc. exigent des filières soigneusement adaptées à la forme de l'extrudât, surtout dans le cas de profils dissymétriques dont les parois ont des épaisseurs différentes. La conformation et le calibrage sont faits à l'aide du dispositif "à canal sec". Le tirage réalisé à l'aide d'un tireur à chenilles donne pleine satisfaction. [7]

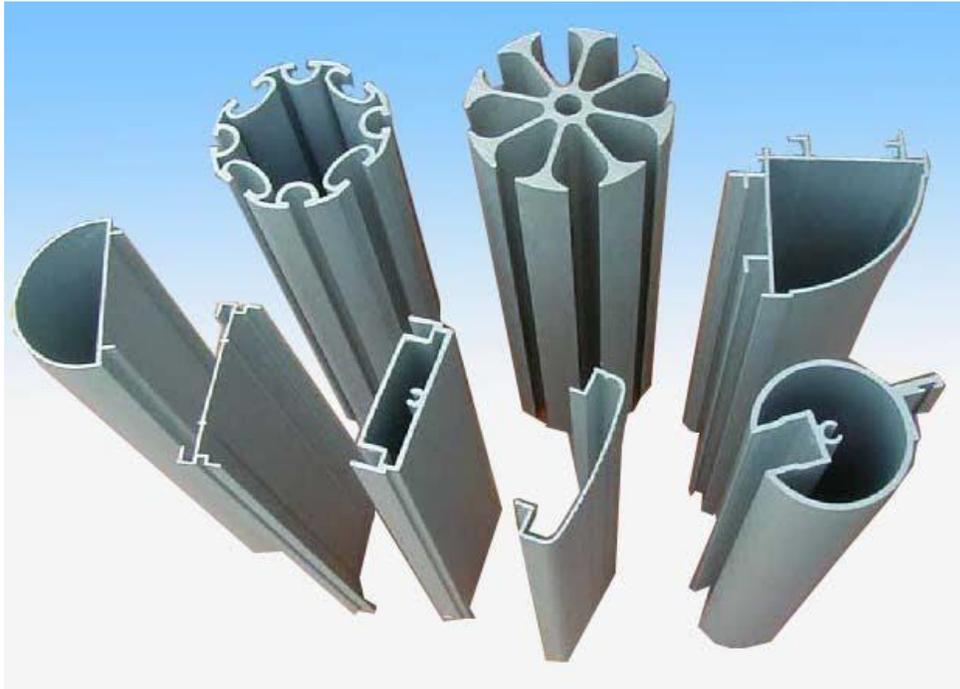


Fig. III. 7. représente extrusion de profilés creux

III.5.3. Extrusion de profilés pleins, de joncs et de profilés à sections diverses :

Pour cette catégorie de produits, on utilise une tête d'extrusion droite et une filière sans poinçon. Les profils ouverts, pas très épais, exigent des guides supplémentaires pour éviter la déformation des bords. Si une section de ce type de profilé présente un déséquilibre de masse, un soin particulier doit être apporté à la conception de la filière pour obtenir les cotes correctes et l'absence de contraintes après le refroidissement. En général, on exécute plusieurs morceaux (commodité de réalisation) en commençant par façonner la section du profilé bien profond dans le corps de la filière pour obtenir la vitesse d'écoulement la plus régulière possible sur toute la périphérie de la section. La mise au point de la filière se fait par retouches et par essais successifs.

La conformation s'effectue par calibrage au niveau du bac de refroidissement. Les profils pleins et irréguliers présentent des difficultés non seulement au niveau du dessin de la filière, mais aussi au niveau du comportement thermique des matières extrudées. La mauvaise conduction de la chaleur s'oppose à un refroidissement rapide et efficace pendant la fabrication de profilés. Cependant, on arrive à la forme correcte des profilés en jouant sur la vitesse de tirage, en accord avec le chauffage au niveau de l'extrudeuse et de la tête et sur la conformation. [7]

III.5.4. Extrusion de plaques et de feuilles :

Les profilés très plats et larges sont considérés comme des plaques ou feuilles et leur production par extrusion est courante dans l'industrie. Un produit rigide d'épaisseur supérieure à 0,5 mm et généralement coupé en longueur porte le nom de "plaques" tandis qu'un produit souple ou semi-rigide, d'épaisseur inférieure à 0,25 mm, qui peut-être enroulé sur une bobine, est appelé "feuille". L'extrusion de ces articles exige un équipement spécial pour ce qui concerne la tête, la filière et les dispositifs de réception. [7]



Fig. III.8. Exemple d'Extrusion de plaques et de feuilles

III.5.5. Extrusion-gonflage de films

La technique de l'extrusion-gonflage (appliquée au début au polyéthylène b.d.) avait bouleversé le marché des films plastiques dont la production par calandrage était relativement chère. Elle s'applique à la plupart des matières thermoplastiques (qui, à l'état fondu, ont une viscosité élevée et résistent à l'oxydation) et permet de fabriquer un film très fin, jusqu'à 10 μm d'épaisseur. Le débit d'une chaîne d'extrusion-gonflage pour du polyéthylène b.d. dépasse 500 kg/h – épaisseur du film 60 à 200 μm . La production du film fin par extrusion à plat et calandrage exige du matériel cher et délicat. Le principe d'extrusion du film ($e < 0,25 \text{ mm}$) est semblable au principe d'extrusion de feuilles à plat, seulement la réception et le calandrage successif de l'extrudât jusqu'à l'épaisseur de films voulue exigent de l'équipement de précision plus important que dans le cas de feuilles et de plaques. [7]



Fig. III.9. Exemple d'Extrusion-gonflage de films

III.5.6. Extrusion d'allégés

La structure cellulaire de matériaux allégés est obtenue par l'incorporation à la matière plastique de base d'un agent qui, au moment de la transformation, sous l'action de la chaleur, se transforme en petite bulle de gaz ou de vapeur. Il existe une autre méthode (appelée "injection directe") qui consiste à introduire un gaz sous pression, directement dans la matière malaxée dans une extrudeuse. La température de ce mélange est diminuée progressivement pendant qu'il est transféré vers la filière pour être extrudé. Cette technique exige des extrudeuses spéciales, souvent à deux vis en tandem. Le taux d'expansion dépend du produit chimique incorporé à la matière première et du traitement de l'extrudât au moment de l'extrusion. En général, ce taux pour les agents d'expansion qui dégagent du gaz (dans la plupart des cas, de l'azote) varie de 2 à 4.

Les produits chimiques qui se vaporisent permettent d'augmenter ce taux jusqu'à 12.

Le taux d'expansion est réglé par le refroidissement de l'extrudât à la sortie de la filière. La matière contenant l'agent d'expansion est maintenue à une température et une pression qui ne permettent pas aux gaz de s'expanser. Au moment du passage par les derniers filets de la vis et la filière, la température augmente, la pression tombe et le dégagement de bulle de gaz commence. Immédiatement à sa sortie de filière, la matière passe par le calibreur-refroidisseur qui arrête le dégagement de bulles de gaz à la surface du profilé. La conductibilité thermique d'une matière expansée est très mauvaise et le procédé de refroidissement est lent, ce qui oblige un refroidissement long. Une régulation précise de la température et de la vitesse est indispensable.

[7]

III.5.7. L'extrusion par soufflage

L'extrusion-soufflage est un processus qui, utilisant plusieurs types de matériels plus ou moins sophistiqués, permet la production de récipients ou de corps creux, en matériaux thermoplastiques, dans une gamme de capacités pouvant s'étendre de quelques centimètres cubes à 1 000 litres et plus. Trois étapes principales peuvent être distinguées dans le processus d'extrusion-soufflage :

- extrusion d'un tube de résine fondue appelé paraison,
- mise en place de la paraison entre les deux moitiés d'un moule,
- soufflage de la paraison pour lui faire prendre la forme du moule. [7]

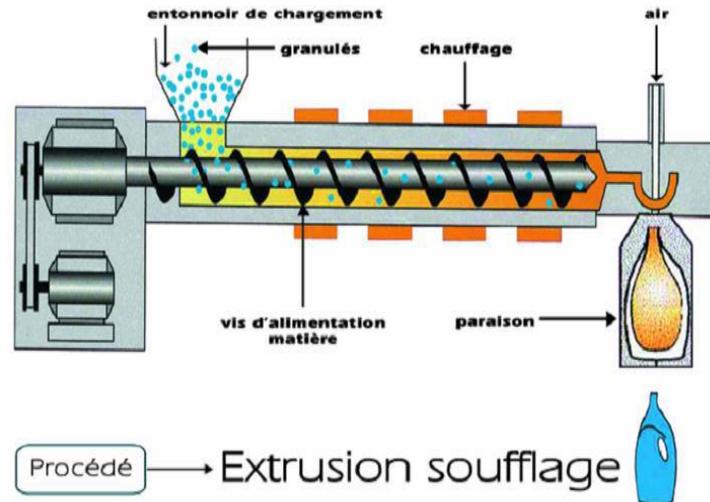


Fig. III. 10. exemple d'extrusion par soufflage [9]

III.6. Les matières extrudés (les Polymères) :

III.6.1. Définition d'un polymère :

Le terme polymère (du grec polus qui signifie « nombreux, plusieurs » et mēros qui signifie « unité, partie ») est une macromolécule formée de l'enchaînement covalent d'un très grand nombre d'unités de répétition (exemple : Polyéthylène $(C_2H_4)_n$, Polystyrène $(CH_2)_n$, avec n représente le nombre d'unités de répétition), qui dérivent d'un ou de plusieurs monomères (qui sont également appelés motifs) et préparée à partir de molécules appelées monomères.[12]

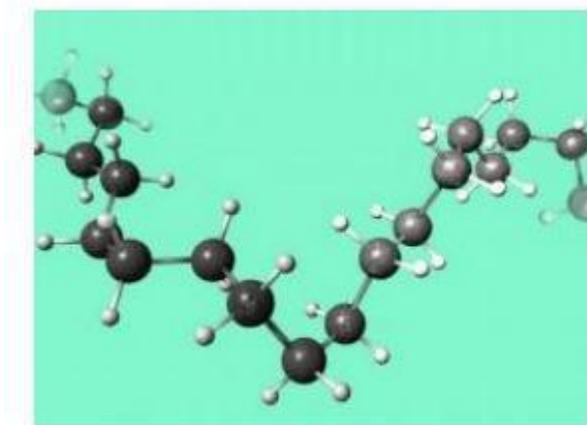


Fig. III. 11.Exemple de polymère. [11]

III.6.2. Différentes classes de polymères

Plusieurs classifications des composés macromoléculaires peuvent être proposées selon qu'on choisit l'origine, le type d'architecture, la structure chimique des motifs ou le types de polymérisation, comme base de la classification.

III.6.2.1. Classification selon l'origine

Les polymères classés selon l'origine peuvent être :

- ✓ Les polymères naturels : ce sont des composés organiques formant la matière vivante, comme les protéines, les acides nucléiques, la cellulose, la chitine... .
- ✓ Les polymères obtenus par modification chimique d'un polymère naturel, exemple : méthyle cellulose.
- ✓ Les polymères synthétiques : ce sont les matières plastiques, les élastomères, les fibres, les adhésifs. [11]

III.6.2.2. Classification selon architecture:

Les architectures macromoléculaires peuvent être divisées en quatre grandes familles : les polymères linéaires, ramifiés, réticulés et plus récemment, les polymères dendritiques.

- ✓ Polymères linéaires : Les polymères linéaires sont constitués de grandes chaînes de monomères reliés entre eux par des liaisons covalentes. Ces macromolécules sont liées entre elles par des liaisons secondaires qui assurent la stabilité du polymère.

Ces liaisons secondaires sont des liaisons ou ponts hydrogène ou des liaisons de **Vander Waals**. Lorsque ces liaisons existent, le matériau devient rigide et présente un comportement de solide.

Si la température s'élève, l'agitation moléculaire qui en résulte va rompre progressivement ces liaisons secondaires. Le matériau va pouvoir s'écouler sous son propre poids : il présente alors le comportement d'un liquide visqueux. La température à laquelle se produit cette évolution s'appelle la température de transition vitreuse. La transition vitreuse correspond à l'apparition de mouvements de longs segments de chaîne et marque le passage de l'état vitreux à l'état caoutchouteux. [12]

Les propriétés mécaniques des copolymères varient en fonction du type et de la disposition des monomères. Les rotations de la chaîne sont facilitées ou au contraire rendues plus difficiles en fonction de la nature, de la disposition et de l'encombrement de chacun des monomères.[12]

- ✓ Polymères ramifiés : Des chaînes homopolymériques ou copolymériques peuvent se greffer sur d'autres chaînes au cours de la polymérisation. Au-dessus de la température de transition vitreuse, ces matériaux présenteront un comportement visqueux plus marqué que les polymères linéaires.
- ✓ Polymères réticulés : La réticulation correspond à la formation de liaisons chimiques suivant les différentes directions de l'espace au cours d'une polymérisation, d'une polycondensation ou d'une polyaddition, et qui conduit à la formation d'un réseau.
- ✓ Polymères amorphes et polymères cristallisés (dendritiques) : Les chaînes macromoléculaires peuvent être organisées de façon aléatoire dans l'espace et constituer ainsi une phase amorphe. La phase amorphe est, en théorie équivalente à un liquide figé, sans ordre moléculaire à grande distance. Il existe néanmoins des orientations macromoléculaires préférentielles. Elles peuvent être rangées régulièrement avec la constitution d'un ordre responsable d'une propriété caractéristique de l'état cristallin : l'aptitude du matériau à diffracter les rayons X selon des angles définis. Ces structures peuvent aussi être objectivables en lumière polarisée. [12]

Dans un polymère, les deux états ordonnés et désordonnés peuvent exister dans un même matériau qui est alors de nature semi-cristalline. [12]

III.6.2.3. Classification selon la structure chimique :

La structure chimique des motifs permet de classer les composés macromoléculaires en deux classes, les homopolymères et les copolymères.

- ✓ Homopolymère : Ce sont des longues chaînes formées par la répétition d'un monomère (une seule unité), leurs propriétés mécaniques, écoulement à l'état fondu, optique, sont dues à la structure chimique des monomères et à la longueur des chaînes macromoléculaires.

Il existe au sein des homopolymères différentes familles, on trouve : les homopolymères linéaires, branchés et étoilés.

✓ Copolymères : Ce sont des polymères qui possèdent plusieurs unités, comme pour les homopolymères, les copolymères peuvent se classer dans différentes familles, citons : le mode statistique, alterné, séquencé et greffé.[7]

III.6.2.4. Classification selon le comportement thermique :

Les polymères sont souvent classés d'après leurs propriétés thermodynamiques en trois types:

✓ Thermoplastiques : [12] [8]

Ramollissent sous l'effet de la chaleur, ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidies. Ces matériaux conservent leurs propriétés et ils sont facilement recyclables.

✓ Thermodurcissables : [12]

Les matières thermodurcissables sont les produits dont la transformation conduit, par une réaction chimique, à des composés macromoléculaires tridimensionnels qui sont des matières thermo durcies ou thermo rigides.

✓ Elastomères : [9] [12] [8]

Ces polymères présentent les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc, un élastomère au repos est constitué de longues chaînes macromoléculaires repliées sur elles même. Sous l'action d'une contrainte, les molécules peuvent se glisser les unes par rapport aux autres et se déformer.

III.6.3. Polyéthylènes :

III.6.3.1. Définition :

Polyéthylène est un nom générique utilisé afin de décrire les polyoléfines issues de la polymérisation de l'éthylène. Ce sont probablement les polymères les plus couramment utilisés, en effet ils sont employés pour la fabrication des sacs plastiques, des bouteilles d'emballage et de certains jouets. Il en existe de nombreux types mais ceux-ci sont généralement classés dans deux grandes familles qui se définissent en fonction de leur masse volumique :

- polyéthylènes basse densité ou PE-BD : $0,92 \text{ g/cm}^3 < \rho < 0,94 \text{ g/cm}^3$.

- polyéthylènes haute densité ou PE-HD : $0,95 \text{ g/cm}^3 < \rho < 0,97 \text{ g/cm}^3$.

Le polyéthylène possède également d'excellentes propriétés d'isolation électrique et de résistance aux chocs et présente une grande inertie chimique et biologique (contact alimentaire). Il est un matériau thermoplastique obtenu par polymérisation de l'éthylène (C_2H_4) menant à des macromolécules composées par la répétition du motif $-CH_2-$ [9] [12]



Fig. III. 12. Polyéthylène

III.6.3.2. Différents procédés de polymérisation de polyéthylène :

Ils sont de natures différentes selon les modes de polymérisation :

- ✓ A partir d'une méthode à haute pression, on obtient un polymère très ramifié appelé le polyéthylène basse-densité PEBD.
- ✓ A l'inverse on utilise un procédé à basse pression pour obtenir le polyéthylène haute densité PEHD (linéaire donc plus compact que le précédent d'où son nom).
- ✓ Il existe par ailleurs un autre type de PE, le PEMD (moyenne densité), mais c'est en réalité un intermédiaire entre les 2 formes, et n'a pas de caractéristique particulière ou intéressante qui mérite d'être développée. [10] [12]

III.6.3.3. Propriétés mécaniques et thermiques de polyéthylène :

- ✓ Propriétés mécaniques
 - Contrainte à la rupture : 9-12 MPa
 - Déformation à la rupture : 400-600%
 - Module d'élasticité : 200-300 MPa
- ✓ Propriétés thermiques
 - Température de fusion : 110-125 °C
 - Transition vitreuse (Tg) : -110 °C [7]

III.6.3.4. Domaines d'application et techniques dérivées :

L'adaptation d'un équipement adéquat au matériel d'extrusion permet d'obtenir une large gamme de produits fabriqués à l'aide de cette machine. Par exemple, on utilise l'extrudeuse comme élément de base pour :

- la production des profilés, pleins ou tubulaires, rigides ou souples, calibrés ou non, enroulés ou coupés à la longueur demandée. Appartiennent à cet assortiment de production :
les profilés multi couleurs, les profilés en matières expansées, les profilés composites dont une partie de la section est, par exemple, rigide et une autre souple.
- la fabrication de plaques ou de feuilles en continu, composées d'une ou de plusieurs couches superposées par co-extrusion,
- le revêtement de fils, de câbles et de profilés, par exemple en métal,
- la production de fibres synthétiques à tisser, à retordre et à assembler,
- la production d'articles creux par extrusion-soufflage,
- la production de films et de gaines minces par extrusion-gonflage.

Cette technique permet de fabriquer des films composés de plusieurs couches par co-extrusion,

- la préparation de granulés plastifiés et colorés à partir de poudres (mélanges-maîtres de coloration, compoundage),

- le dégazage, l'extraction d'impuretés volatiles, la polymérisation en continu pour l'industrie de fibres synthétiques,
- le revêtement par une ou plusieurs couches (par exemple hétérogènes), du papier et du carton pour l'industrie de l'emballage,
- d'autres applications spéciales comme : l'alimentation de calandres, le recyclage de déchets (film de PE, bouteilles de PVC, etc.), la préparation de mélanges spéciaux. [7]

CHAPITER IV
ETUDE DELA
MAINTENANCE DE
L'EXTRUDEUSE ETUDIEE

IV.1. Introduction :

dans ce chapitre en va appliquer méthode AMDEC pour étudier les problèmes possible dans un extrudeuse Cette étude a été réalisée sur machine extrudeuse ETF , de la société ALFAPIPE qui travaille dans l'industrie des oléoducs et gazoducs. Pendant dernier 14 mois.

IV.2. Historique et domaines d'application de l'AMDEC :

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système.

Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par l'industrie de l'automobile, puis elle a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique. [4]

IV.3. Décomposition structurelle :

AMDEC est une méthode de pensée créative qui repose principalement sur la décomposition du système en éléments simples jusqu'au niveau des composants de base, et la segmentation de L'objective de cette étude est de déterminer pour chaque organe qu'elles sont :

- ✓ **Les Causes :** Les causes de la défaillance sont des anomalies initiales susceptibles de conduire au mode de défaillance.
- ✓ **Les Effets :** Les effets de la défaillance concrétisent la conséquence et ils sont relatifs à un mode de défaillance.
- ✓ **Les Modes de défaillances :** Ils sont relatifs à une fonction et caractérise la manière dont un organe commence à ne plus remplir sa fonction.
- ✓ **Les actions corrective et préventives :** Indique les actions pour empêcher le mode de défaillance. [4]

IV.4. La fiche AMDEC de moyen :

La hiérarchisation précédente des causes permettra de remplir bien comme il faut le but de

Element	fonction	Cause	effet	Mode	Mode de détection	détection	Occurrence ou fréquence	gravité	criticité	Action corrective et préventive

IV.5. Les indices estimés :

IV.5.1. Gravité :

Le signe de gravité G : évalue l'effet de chaque défaillance sur l'utilisateur, selon la notation suivante :

- AMDEC Produit : 1 à 10.
- AMDEC Moyen: 1 à 4.

IV.5.2. Fréquence (ou occurrence) :

Le signe de fréquence F : est lié au risque d'apparition d'une défaillance pour une cause donnée, il correspond à la notion de probabilité de défaillance, selon la notation suivante :

- AMDEC Produit: 1 à 10.
- AMDEC Moyen: 1 à 4.[4]

IV.5.3. Détection :

Le signe de détection D : représente la probabilité qu'une défaillance apparue, atteigne l'utilisateur malgré les contrôles Notation :

- AMDEC Produit : 1 à 10.
- AMDEC Moyen : 1 à 4. [4]

IV.5.4. Criticité

La criticité est évaluée, à partir des trois indices précédents, par l'Indice de Priorité de

Risques (C) : $C = G \times F \times D$

Etendue C :

- AMDEC Produit : 1 à 1000
- AMDEC Moyen : 1 à 64. [4]

IV.6. Analyse AMDEC :

Après avoir regardé l'archives de la machine nous avons constaté que Les tableaux ci-dessous présente la décomposition fonctionnelle des organes et le calcul des criticités de chaque organe en se basant sur ces paramètre F, G, D afin d'envisager l'action à engager pour remédier au problème des pièces. [4]

Tableau IV. 1. Représente les défaillances de moteur courant continu d'extrudeuse

Organe	Function	Mode	Cause	Effet	Mode de detectation	delectatio	occurrence	gravier	Criticité	Action corrective et preventive
Moteur électrique a courant continue	-Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique - Donner un mouvement de rotation à réducteur	Vibration du rotor + température élevée	Roulements, stator ou bien rotor Marche bruyant. Elevation de la temperature	Déclenchement Variateur - termocouple	-audience -visuels	2	2	3	12	Graissage chaque mois. -Changement systématique
		Sur chauffement moteur et vibration	-Les balais usés -Coincement des balais - échauffement des shunts	Déclenchement variateur	-thermostat Audience -défaut sur variateur	2	2	3	12	Changement systématique

			-problème collecteur							
			Tension d'alimentation insuffisante	Déclenchement Variateur	-Défaut Afficher sur variateur	1	2	3	6	
			Défaut d'isolement	Déclenchement	Déclenchement immédiate -Défaut Afficher sur variateur	1	3	3	9	
		-	Défaut moteur ventilateur	- Température ambiante Déclenchement	-La température ambiante -vibration	2	2	2	6	Changement moteur -graissage mensuelle
			-filtre	Manquer le refroidissement		2	2	2	6	Changement filtre
		Déclenchement de la variateur	-Défaut moteur -Défaut paramètre	Verrouillage variateur	Affichage	2	2	3	1 2	

			-D'défaut d'alimentation -inducteur coupés -inducteur en court-circuit	Manque courant d'excitation	Défaut Afficher sur variateur	2	1	1	2	
	Câble de commande et puissance	Assurer l'alimentation électrique des équipements	Contact avec le sol Etirement lors du déplacement du Reclamer	Usurer	Coupure de l'alimentation Risque d'électrocution	2	2	1	4	Vérifier systématiquement l'état du câble

Tableau IV. 2.Représente les défaillances de réducteur de l'extrudeuse

Réducteur	Réduire la vitesse du moteur, augmenter le couple	usure des pignons	Manque d'huile Vibration des axes Manque ou excès de graissage dans les roulements	Casse des pignons Rapport de vitesse non respecté Puissance et couple non transmis	Vibration Bruit	3	1	4	1	2	-Vérifier systématiquement le niveau d'huile -Vérifier systématiquement l'étanchéité - Vérifier l'état des engrenages.
		Cisaillement clavette	-forçage	Aucun mouvement	Bruit et vibration	3	1	4	1	2	
		Coussinet, roulement	Manque de graissage Chaine surchargé de racleurs Manque d'huile (contact métal métal)	Echauffement Vibration	Bruit et vibration	2	1	3	6		- vérification niveau d'huile - vérification analyse d'huile -Changement systématique.

		Bague d'étanchéité	Dégradation des organes -échauffement	Fuite d'huile	Bruit et vibration	2	1	3	6	-Changement systématique -vérification
		Roue d'entrée conduit -Roue d'entrée réduction	-Aucun mouvement - arrêt brusque	- mal fonctionnement	Bruit et vibration	2	1	3	6	-niveau d'huile -fixation
		Arbre d'entrée -arbre réduction -arbre porte visserie	-aucun mouvement en sortie	- cisaillement arbre -	Bruit et vibration	2	1	3	6	
		Perte de révolution Poulies courroies	Arrêt de la machine	La courroie patine, usure ou coupure - Déboitement courroie sur poulie réducteur La poulie est détruite - Mauvais alignement des poulies	Vibration- Le moteur ne tourne pas visuel	4	2	2	1 6	Vérifier périodiquement L'état de la courroie *vérifier l'alignement correct d'accouplement *Contrôler l'intensité du courant électrique*Rembobinage du moteur

Tableau IV.3. Représente les défaillances des autres organes de l'extrudeuse

Variateur de vitesse	Variation de vitesse et protection moteur	Liste des défaut variateur	Déclenchement immédiate	Selon la liste des défauts	Affichage Signalisation	1	2	3	6	
		Défaut interne	Arrêt variateur	Mauvaise fonctionnement de variateur et leur organe	Odeur	1	1	1	1	
Contacteur	Etablir/interrompre le passage de commande électrique aux	Défaillance de Bobine Défaillance des jeux de contacte et	Courant insuffisant	Mauvaise commande- Arrêt de machine	-Vibration - étincelle électrique	1	1	2	2	-vérification parti fixe et mobile de contacteur

	résistances ou moteurs partir de la commande	partie fixe et mobile de contacte									-vérification leur contact et bobine -changement contacteur
Fusible	Protéger les circuit électrique	Protéger	Court-circuit-surtension	coupure de courant	Visuelle	1	1	2	2	Vérification les circuit électrique	
Disjoncteur	Protéger les circuits des collier chauffente	protection	Court-circuit-surtension	coupure de courant	Visuelle	1	1	2	2	Vérification les circuit électrique	
Collier résistance céramique	Chauffer le cylindre	La températurein suffisante	Eclatement la bride saccarifiable	-Aucun alimentation	-Affichage sur thermorégulateur	2	1	2	4	-vérification circuit de puissance -changement les collier	
Capteur de vitessetachymètre	Lecteur la vitesse	Défaut sur variateur - incontrôlée vitesse du moteur	Déclenchementimmédiate	Rupture du capteur de combustion interne Disfonctionnement de tachymètre	Affichage	1	1	2	2	- changementta chymètre	
Moteur Doseur	Alimentation produitpe	Manquepe	Mal assimilation film	- Moteur défaut	Visuelle	2	2	2	6	-vérification moteur Vérification réducteur -vérification la vis	
Moteur aspirateur flux	Alimentation sillotpe	Manquepe	Mal assimilation film	-moteur en défaut - défaut de commande -défaut sur circuit (fuite)	Lampe signalisation	2	2	2	6	-changement aspirateur -Vérification circuit d'air	

										-vérification commande électrique
Moteur ventilateur refroidissement	Refroidissement cylindre		Dissoudre film polyéthylène	- Thermorégulateur en défaut - thermocouple en défauts - collage contacteur	Visuelle	2	2	2	6	-serrage vis fixation Vérification vibration
Initiateur manqué produit	Détecter présence ou manque produit	Non détection de produit manque	Déclenchement immédiat	-Mauvais réglage -capteur grillée -mauvaise connexion	Alarme Visuelle	2	1	2	4	-réglage position -serrage connexion -changement initiateur
Potentiomètre	Démarrage moteur et changement la vitesse	Aucune variation de vitesse	Vitesse		Visuelle - Affichage	2	2	2	6	Changement potentiomètre - vérification paramètre
Pompe lubrification	Refroidissement réducteur	Température élevée (ambiante)	Réducteur chauffe	- Détérioration moteur pompe - Conduite bouchée		2	2	2	6	Vérification le moteur et la pompe Vérification les conduites Vérification de l'huile
Echangeur	Refroidissement huile	Température élevée	Huile chauffe	Conduite d'eau bouchée ou cassée	-Fuite d'eau - température élevée	2	2	2	6	Vérification les conduites

Protection thermique de température huile	Affichage la temperature d'huile	Capteur de temperature	-arrêt immédiate	-défaut sur moteur pompe huile -défaut sur échangeur de température		2	1	2	4	
---	----------------------------------	------------------------	------------------	--	--	---	---	---	---	--

IV.7. Application De La Méthode ABC :

Pour l'application de la méthode ABC, il faut en premier lieu faire un classement des pannes par ordre décroissant des heures des pannes puis procéder à l'établissement d'un graphe de Pareto.

Tableau IV.4. Représente nombre des pannes et leur reference

n	Organe	Comule de referen ce%	Nbr des panne	Commule nbr des panne	Commule nbr des panne%
01	Armoire	5.88	17	17	20.7
02	Moteur a cc ext1	11.76	16	33	38.8
03	Moteur a cc ext 2	17.64	11	44	51.7
04	Resistance EXT1	23.52	8	52	61.1
05	Ventillateur EXT1	29.41	8	60	70.5
06	ventillateurEXT2	35.29	6	66	77.6
07	Resistance EXT2	41.17	3	69	81.17
08	Lubrification	47.05	3	72	84.70
09	Tachymeter ext 1	52.94	2	74	87
10	Tachymeter ext 2	58.82	2	76	89.41
11	Initiateur manqué pe	64.70	2	78	91.76
12	Thermorégulateur ext1	70.58	2	80	94.11
13	thermocouple ext 2	76.47	1	81	95.29

14	Thermorégulateur ext 2	82.35	1	82	96.47
15	thermocouple ext 1	88.23	1	83	97.64
16	Visse et cylindre	94.11	1	84	98.8
17	Variateur	100	1	85	100

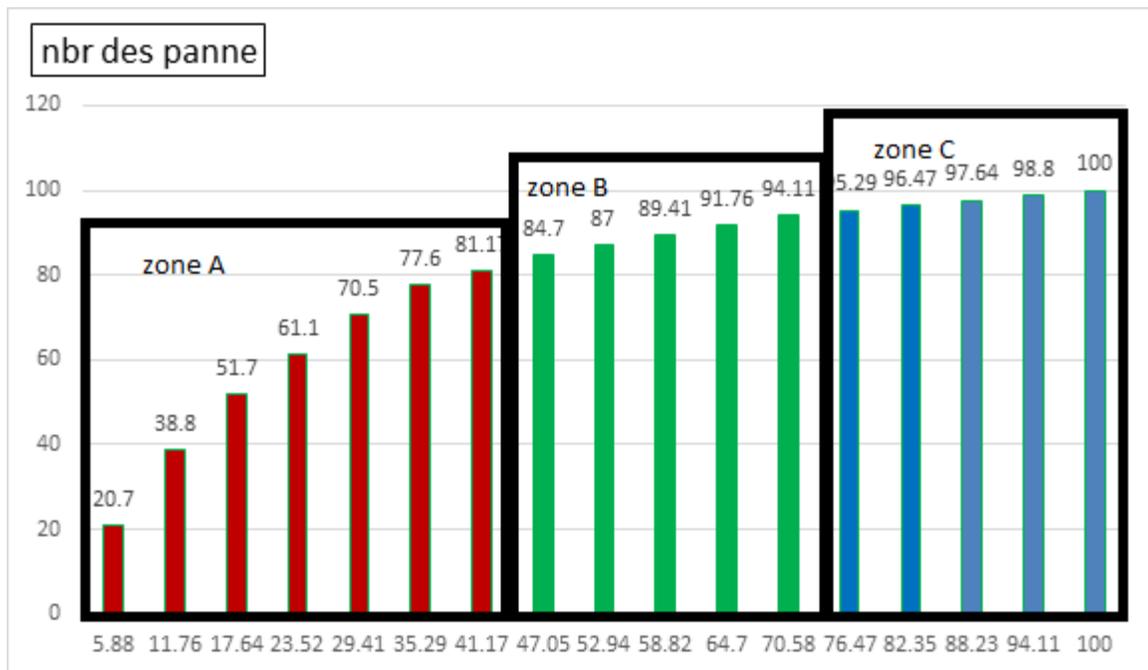


Fig. IV. 1. Courbe ABC

IV.8. Discussion des résultats :

Zone A (couleur rouge): les moteurs a courant continue, les resistances du chauffage et les ventilations de refroidissement avec les organes de commande sur les armoires sont 41.17% représente 81.71% des nombres des panne sur les extrudeuses . pour cette zone Il convient du fair un maintenance preventive systematique chaque semaine pour fair verifier les charbon ; les vibration ; verification les organe du commande sur les armoire avec un maintenance curative pour les ventilateur et fournir les pienes de rechange dant le magasin.

Zone B (couleur vert) : les tachymeter; les intiateurs manque produit; thermo-couples et les thermo-régulateurs sont 30% des organne qui represente 14% des nombres des pannes . Pour cette zone on a besoin d'un maintenance corrective palyative et fournir des pienes de rechange .

Zone C (couleur bleu): la vis ; cylinder et variateur avec thermoregulateur extrudeuze 2 sont 15% des organe que represente 5% des panne pour cette zone une maintenance conditionelle necessite pour verification l'etat de la vis et cylinder .

Tableau IV.6. Représente la méthode de maintenance proposée par nous-mêmes pour chaque organe

Eléments	Tache proposée	Periode	Qui faire	Piece de rechange soit disponible
Moteur	Vérification charbon	Chaque semaine	Electricien	-moteur - ballais charbons -porte ballais -collecteur -thermocouple -roulement
	Nettoyage filtre	Chaque semaine	électricien	-filtre
	Serrage les shunts intérieurs Et câble d'alimentation	Chaque mois	Electricien	-les shunt
	Graissage roulement	Chaque mois	Graisneur	
Résistance	Vérification les collier chauffante et plaque chauffante	Chaque mois	électricien	-Collier chauffante -plaque chauffante
	Verification thermo couple	Chaque jour	Electricien _operateur	thermocouple
	Verification thermoregulateur	Chaque jour	Electricien_ operateur	thermoregulateurs
	Vérification ventilateur et filtre	Chaque mois	électricien	Moteur ventilateur Filtre
	Tachymètre	Chaque mois	électricien	Tachymètre

Variateur	Vérification paramètre		automaticien	Les cartes électroniques
Réducteur	Vérification niveau d'huile	Chaque mois	Graisseur	Huile
	Vérification vibration	Chaque mois	mécanicien	Les vis les écrous
	Vérification courroies et poulies	Chaque mois	mécanicien	Les courroies Poulies
	Echangeur et circuit refroidissement	Chaque mois	hydraulique	Echangeur

IV.9. Conclusion :

Pour améliorer le rendement de la machine extrudeuse, les actions de maintenance doivent se concentrer sur la troisième catégorie en appliquant une maintenance régulière (contrôle, nettoyage, lubrification, etc.) et systématique (changement périodique des pièces de rechanges (charbon , résistance)) .

Pour la deuxième catégorie, une maintenance conditionnelle (capteurs, etc.) doit être appliquée.

Pour la première catégorie, une maintenance corrective est suffisante.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Conclusion générale

Le but de ce travail pour exposer les défaillances fréquentes par la méthode AMDEC de l'extrudeuse, auxquels nous avons exprimé durant notre projet de fin d'étude, dans l'intention de montrer notre apport de ce projet.

Nous avons commencé par une présentation de l'entreprise ALFAPIPE, et son procédé de fabrication.

Au cours de cette étude, le but de notre travail est tracé dans le plan de réalisation ont été atteints.

Premier volet, nous avons pu, dans un premier temps exposer une généralité sur la maintenance et leur type ainsi que simple notion sur l'analyse AMDEC et leur utilisation.

Deuxième volet une vue complète sur les extrudeuses, et décrire son principe de fonctionnement et leurs types ainsi que notions de base sur la matière extrudée (polymère, polyéthylène).

Par la suite nous avons procédé à l'analyse des causes de pannes pour bien comprendre l'origine des défaillances. Pour cela, nous avons appliqué la méthode AMDEC, qui nous a aidés à savoir les modes critiques pour chaque élément de l'extrudeuse et proposer des actions pour réduire la criticité.

BIBLIOGRAPHIE

1. Documentation administrative d'ALFAPIPE
2. Cours Maintenance Industrielle M1 FMP Département de Génie Mécanique. Faculté de Technologie. Université Batna 2.
3. M. Younes r. plan de cours: Maintenance
4. M. Jean Hég pratique de la maintenance préventive Mécanique • Pneumatique Hydraulique • Électricité • Froid. 4e édition
5. Ms. mansouri Naima. Maintenance Industrielle M1 MMTH.univ Batna.2021.
6. M. beniss Mohamed Amine Etude AMDEC et mise en place du planning de la maintenance préventive d'une presse d'injection plastique. université sidi Slimane .Fès.2017
7. M. melas- ceremap, rapport final, état de l'art concernant les grandes procédés de mise en œuvre des matières plastiques issues de processus de régénération de déchets. efficacité économique des filières de recyclage des plastiques. janvier 2003.
8. dossier enseignant. « voyage en industrie » cap sciences 2006.
9. Ms.djaouti sonia , m. sayah rabah restauration mécanique de déchets polymériques issus des casses automobiles ,thèse master génie mécanique ,2015.
10. Ms .sakhraoui Meriem. Fabrication de tubes en poly chlorure de vinyle (pvc) et en polyéthylène haute densité (pehd).
11. Ms. ramarolahy françois aristide . etudes des proprietes mecanique d'un materiaux polymere(cas : bouteille d'emballage de produit star) .école supérieure polytechnique d'antananarivo.2019.
12. Ms. khaldoune fouad, salmi mourad simulation numérique d'écoulements tridimensionnels non-isothermes de fluide non-newtonien : application mise en forme des polymères. Université m'sila.2019