



جامعة بجاية  
Tasdawit n'Bgayet  
Université de Béjaïa

# République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

**UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA-BEJAIA**

Faculté de technologie

Département de génie mécanique

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme de master en génie mécanique

**Spécialité : Maintenance industrielle**

### **Thème**

**Analyse des causes de défaillance d'une centrifugeuse à disques et mise en place d'actions correctives**

**(AMDEC), cas Cevital / Bejaia**

*Présenté par :*

ADRAR Yassine

HAYOUNE Abdenour

*Membres du jury :*

**Président** Mr LAGGOUNE. R

**Examineur** Mr BELAMRI. A/L

**Examineur** Melle HIMED. L

**Rapporteur** Mr HADJOU. M

**Promotion: 2015/2016**

# Remerciement

Nous remercions dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et la santé pour terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et adresser nos plus vifs remerciement à :

- ✚ Notre promoteur Mr HADJOU. M pour nous avoir conseillé et orienté tout le long de ce travail. Nous tenons à lui exprimé notre sincère reconnaissance pour ses aides précieux et pour sa disponibilité.
- ✚ Nos membres de jury, Mr LAGGOUNE. R, Mr BELAMRI. A/L et Melle HIMED L, pour nous avoir acceptés de jugé notre travail.
- ✚ Notre encadreur Mr BELAIDE A/Ghani, pour nous avoir accueillis pour réaliser ce travail et nous avoir guidés tout le long de notre stage.
  - ✚ Tous les travailleurs de la raffinerie de l'huile, notamment Mr OUAZENE Z, Mr DJAHNINE M Et ADRAR Karim pour leur disponibilités et pour leur participations à la réalisation de ce travail.
  - ✚ Tous les travailleurs de la DRH de Cevital.
  - ✚ Les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.
- ✚ Que tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la concrétisation de notre travail se voient remerciés.

# Dédicace

*A ma chère mère*

*Sans sa tendresse et son affection je ne  
pourrais arriver Jusqu'au bout.*

*A mon défunt cher père*

*Que dieu l'accueille en son vaste paradis.*

*A mes frères, mes sœurs*

*A qui je leur souhaite tout le bonheur et le succès.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*Ce travail leur est dédié.*

*« Qu'il est précieux de se sentir*

*entourés en ces moments, Soyez-en*

*remerciés du fond du cœur ».*

ADRAR Yassine



# Dédicace

*JE Dédie ce modeste travail à :*

✚ *A mon père, qui m'a donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

✚ *Ma très chère mère qui a toujours été là pour moi.*

✚ *Ma grand-mère.*

✚ *A mes frères, mes sœurs.*

✚ *Tous mes amis :*

*SOFIANE,  
HASSAN, GHILASSE, RAZIK.*

✚ *A mes collègues de la 2<sup>ème</sup> année master maintenance industrielle.*

✚ *A tous ceux qui m'aiment beaucoup et a tous ceux que j'aime.*

**ABDENOUR**

# Table des matières

---

**Nomenclature**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction générale**..... 1

## **Chapitre I Complexe agro-alimentaire Cevital Bejaia**

**I.1. Historique** ..... 2

**I.2. Les unités de production**..... 3

**I.3. Activités** ..... 3

**I.4. Présentation de la raffinerie d'huile**..... 4

**I.5. Les étapes du raffinage** ..... 4

## **Chapitre II Concepts et organisation de la maintenance**

**II.1. Introduction**..... 7

**II.2. Définition de la maintenance** ..... 7

**II.3. Rôle de la maintenance** ..... 7

**II.4. Objectif de la maintenance** ..... 8

**II.4.1. Objectifs financiers** ..... 8

**II.4.2. Objectifs opérationnels**..... 8

**II.5. Les diverses politiques de maintenance** ..... 9

**II.5.1. La maintenance corrective** ..... 11

**II.5.1.1. Maintenance palliative** ..... 11

**II.5.1.2. Maintenance curative** ..... 11

**II.5.2. La maintenance préventive** ..... 11

**II.5.2.1. Maintenance systématique** ..... 11

**II.5.2.2. Maintenance conditionnelle** ..... 12

## Table des matières

---

<b>II.6.</b> Les opérations de maintenance .....	12
<b>II.6.1.</b> Visite .....	12
<b>II.6.2.</b> Inspection .....	12
<b>II.6.3.</b> Contrôle .....	12
<b>II.6.4.</b> Dépannage .....	12
<b>II.6.5.</b> Réparation .....	13
<b>II.6.6.</b> Révision.....	13
<b>II.7.</b> Niveaux de maintenance .....	13
<b>II.8.</b> Organisation d'un atelier de maintenance .....	15
<b>II.8.1.</b> Rôle et objectifs.....	15
<b>II.9.</b> Organisation structurelle du service maintenance .....	15
<b>Conclusion</b> .....	16

## Chapitre III Méthodes AMDEC

<b>III.1.</b> Introduction .....	17
<b>III.2.</b> Historique de l'AMDEC .....	17
<b>III.2.1.</b> Définitions de base .....	17
<b>III.2.2.</b> De l'AMDE à L'AMDEC .....	18
<b>III.2.3.</b> But de l'AMDEC .....	18
<b>III.3.</b> Les différents types d'AMDEC .....	19
<b>III.3.1.</b> L'AMDEC produit .....	19
<b>III.3.2.</b> L'AMDEC processus (au sens de la norme ISO 9001:2000).....	19
<b>III.3.3.</b> L'AMDEC machine .....	20
<b>III.3.4.</b> L'AMDEC montage .....	21
<b>III.3.5.</b> L'AMDEC contrôle .....	22
<b>III.3.6.</b> AMDEC services .....	22
<b>III.4.</b> Les étapes nécessaires pour une méthode AMDEC complète .....	23

## Table des matières

---

<b>III.4.1.</b> La constitution d'une équipe de travail .....	23
<b>III.4.2.</b> Analyse fonctionnelle .....	23
<b>III.4.3.</b> L'étude qualitative des défaillances .....	24
<b>III.4.4.</b> L'étude quantitative .....	24
<b>III.4.5.</b> La hiérarchisation .....	25
<b>III.4.6.</b> La recherche des actions préventives/correctives .....	25
<b>III.4.7.</b> Le suivi des actions prises et la réévaluation de la criticité .....	25
<b>III.4.8.</b> La présentation des résultats .....	25
<b>III.5.</b> Evaluation des défaillances .....	26
<b>III.5.1.</b> Définitions d'un mode de défaillance, d'une cause de défaillance et de l'effet de cette défaillance .....	26
<b>III.5.2.</b> La note de criticité .....	27
<b>III.5.3.</b> Comment coter G, F et D ? .....	27
<b>III.6.</b> La Criticité .....	31
<b>III.7.</b> Les décisions .....	32
<b>III.8.</b> Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC .....	32
<b>III.8.1.</b> Avantages de l'AMDEC .....	32
<b>III.8.2.</b> Inconvénients de l'AMDEC .....	33
<b>III.9.</b> Le choix des méthodes d'analyse .....	33
<b>III.9.1.</b> L'AMDEC et les autres outils d'analyse .....	34
<b>Conclusion</b> .....	36

## Chapitre IV Centrifugeuse ALFA LAVAL PX 95

<b>IV.1.</b> Introduction .....	37
<b>IV.2.</b> C'est quoi la séparation .....	37
<b>IV.2.1.</b> Séparation par centrifugation .....	37
<b>IV.2.2.</b> Températures de séparation .....	38

## Table des matières

---

<b>IV.2.3.</b> Viscosité.....	38
<b>IV.2.4.</b> Différence de densité .....	38
<b>IV.3.</b> Conception de la machine .....	38
<b>IV.3.1.</b> Présentation générale .....	38
<b>IV.4.</b> Les fonctions principales de la centrifugeuse .....	39
<b>IV.4.1.</b> La transmission mécanique .....	39
<b>IV.4.2.</b> Détecteurs et témoins lumineux .....	40
<b>IV.5.</b> Éléments principaux de manœuvre .....	42
<b>IV.5.1.</b> Dispositif d'entrée .....	43
<b>IV.5.2.</b> Dispositif de sortie .....	44
<b>IV.5.3.</b> Module d'eau de manœuvre compact (OWMC) .....	45
<b>IV.5.4.</b> Centrizoom .....	47
<b>Conclusion</b> .....	48

## Chapitre V Application de la méthode AMDEC

<b>V.1.</b> Introduction .....	49
<b>V.2.</b> Application de la méthode AMDEC .....	49
<b>V.2.1.</b> Initialisation.....	49
<b>V.2.2.</b> Définition du système à étudier.....	49
<b>V.2.3.</b> Constitution du groupe de travail .....	49
<b>V.2.4.</b> L'objectif à atteindre .....	49
<b>V.2.5.</b> Mise au point du support de l'étude .....	49
<b>V.3.</b> Analyse fonctionnelle .....	50
<b>V. 3.1.</b> Décomposition du système.....	51
<b>V.3.2.</b> Découpage organique .....	52
<b>V.4.</b> Analyse AMDEC .....	56
<b>V.5.</b> Synthèse.....	64

## Table des matières

---

<b>V.5.1.</b> Tableaux des actions correctives à engager .....	64
<b>V.5.2.</b> Les opérations préventives .....	65
<b>V.6.</b> Recommandations .....	68
<b>Conclusion</b> .....	68
<b>Conclusion générale</b> .....	69

### Références bibliographiques

## **Nomenclatures**

**AMDE** : Analyse des modes de défaillances de leurs effets.

**AMDEC** : Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité.

**FMECA**: Failure mode and effects and criticality analysis.

**FMEA**: Failure mode and effects and analysis.

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**TPM** : Totale productive maintenance.

**AdM** : Atelier de maintenance.

**ISO** : Organisme de normalisation international.

**SORAVV** : Situer Observer Réfléchir Agir Valider Verrouiller.

**SIX SIGMA** : Mesure, Analyze, Improve, Control, Define.

**ISHIKAWA** : Le **Diagramme de causes et effets**, ou **diagramme en arêtes de poisson** ou encore **5M (Matière, Matériel, Méthode, Main-d'œuvre, Milieu)**, est un outil développé par **Kaoru Ishikawa** en 1962 et servant dans la gestion de la qualité.

**PARETO** : Méthode graphique, son nom doit à l'économiste italien Vilfredo Pareto.

**PDCA**: Plan, Do, Check, Just.

**GMAO**: Gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

**OWMC**: Operating Water Module Compact.

**UNIT**: Université Numérique Ingénierie et Technologie.

**Convertisseur DC/DC** (Direct Current): convertisseur de courant continu/continu.

**Convertisseur AC/DC** : convertisseur de courant alternatif/continu.

**VDC** : Chambre de vitesse de dérive.

**BACK-UP** : Un système de redondance.

**1P** : un pôle.



## Liste des figures

---

**Figure I.1.** Processus du raffinage de l'huile brute.

**Figure II.1.** Schématisation des objectifs de la maintenance.

**Figure II.2.** Les différentes stratégies de maintenance.

**Figure II.3.** Processus de déroulement d'une maintenance corrective d'un équipement.

**Figure IV.1.** La solution centrifuge.

**Figure IV.2.** Le séparateur.

**Figure IV.3.** Les organes de transmission.

**Figure IV.4.** Détecteurs et témoins lumineux.

**Figure IV.5.** Schématisation des principaux éléments de manœuvre.

**Figure IV.6.** Dispositif d'entrée.

**Figure IV.7.** OWMC.

**Figure IV.8.** Eau de chasse et de fermeture du bol.

**Figure IV.9.** Mécanisme de distribution d'air.

**Figure IV.10.** Centrizoom.

**Figure V.1.** Organigramme.

**Figure V.2.** Décomposition fonctionnelle du matériel.

## Liste des tableaux

---

**Tableau I.1** : Capacité productive des unités de production.

**Tableau II.1** : Niveaux de maintenance.

**Tableau III.1** : Les quatre questions de base de l'AMDEC.

**Tableau III.2** : L'indice de gravité **G**.

**Tableau III.3** : L'indice de fréquence **F**.

**Tableau III.4** : L'indice de non détection **D**.

**Tableau III.5** : La matrice de sévérité **C**.

**Tableau III.6** : Comparaison de l'AMDEC avec d'autres méthodes qualités.

**Tableau V.1** : Le support de l'étude.

**Tableaux V.2** : Les actions correctives à engager.

**Tableau V.3** : Les opérations préventives.

---

# **Introduction générale**

---

## Introduction générale

Le souci permanent des responsables de maintenance est de fournir, à leurs clients internes, des heures de bon fonctionnement de l'outil de production. Passé le constat de l'écart de performance (non-disponibilité, non-qualité), le responsable de maintenance doit envisager des actions visant à éradiquer les dysfonctionnements en mettant en garde des politiques de maintenance suivant le mode et la gravité de la défaillance.

La mise en œuvre de l'AMDEC offre une garantie supplémentaire pour l'entreprise industrielle de l'amélioration de ses performances. Son utilisation très tôt en phase de conception (du produit, du procédé ou de l'outil de production) révèle la volonté de l'entreprise d'anticiper les problèmes potentiels plutôt que d'en subir les conséquences à terme.

Son emploi est très répandu dans le monde industriel soit pour améliorer l'existant, soit pour traiter préventivement les causes potentielles de non-performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production.

C'est dans ce cadre que s'intitule notre travail qui consiste à mettre en place une méthode d'analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités (AMDEC) dans le but de mettre en place un moyen de diagnostic et d'apporter des améliorations afin d'optimiser la disponibilité d'une centrifugeuse à disque qui est conçu d'une haute technologie de séparation par force centrifuge pour le raffinage de l'huile brute au sein du complexe agroalimentaire Cevital de Bejaïa.

Notre travail se présentera en cinq parties :

- La première partie consiste à présenter l'entreprise et l'unité du raffinage de l'huile.
- Dans la deuxième partie, nous montrant les différents concepts et démarche de la maintenance.
- La troisième partie sera sur la méthode AMDEC et les autres méthodes d'analyse des risques.
- Dans la quatrième partie, nous présenterons la centrifugeuse à disques et son principe de fonctionnement.
- Enfin, l'application de la méthode AMDEC et la proposition des recommandations pour réduire la criticité en élaborant un plan d'action correctif.

---

# Chapitre I

**Complexe agro-alimentaire  
Cevital, Bejaïa**

---

### I.1. Historique

Le Groupe Cevital est un Groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée.

Créée en 1998, Cevital Agro-industrie est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie et elle est implantée au sein du port de Bejaia, Cevital Agro-industrie dispose de plusieurs unités de production : deux raffineries de sucre ; une unité de sucre liquide ; une raffinerie d'huile ; une margarinerie ; une unité de conditionnement d'eau minérale ; une unité de fabrication et de conditionnement de boisson rafraichissante et une conserverie.

Le Groupe Cevital a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété d'aujourd'hui en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesse.

Cevital Agro-industrie possède également plusieurs silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire d'une capacité de **2000 tonnes/heure** ce qui en fait le premier terminal de déchargement portuaire en méditerranée, si bien qu'il offre des produits de haute qualité à la destination des consommateurs et des industriels en assurant : compétitivité de ses prix, savoir-faire, modernité des unités de production, strict contrôle de la qualité, et un réseau de distribution très développé.

Cevital Agro-industrie exporte ses produits dans plusieurs pays, notamment en : Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest. Il compte parmi ses clients de grandes marques mondiales d'agro-business, tel que : Coca Cola, Kraft Food, Danone... ce qui rend le plus grand complexe privé en Algérie et le leader en Afrique et dans le bassin méditerranéen dans l'industrie du sucre et l'huile végétale.

## I.2. Les unités de production

Le tableau ci-dessous présente les différentes activités et la capacité de production de chaque unité :

**Tableau I.1** : Capacité productive des unités de production.

Unité	Capacité
Une raffinerie d'huile	670 000 t/an
Une margarinerie	180 000 t/an
Une raffinerie de sucre	2 000 000 t/an
Une unité de sucre liquide	210 000 t (matière sèche/an)
Une unité de conditionnement d'eau minérale Lalla Khedidja	3 000 000 bouteilles/jour
Une unité de productions de boissons rafraichissantes sans alcool Tchina	600 000 bouteilles/heure
Une conserverie de tomates et de confiture de fruits	80 t/jour
Des silos portuaires	182 000 tonnes

## I.3. Activités

Le complexe CEVITAL est spécialisé essentiellement dans le raffinage des huiles végétaux brutes et leur conditionnement.

On peut résumer l'ensemble de ses activités suit :

- Raffinage d'huile brute.
- Fabrication d'emballage.
- Conditionnement des huiles dans des bouteilles de 1L, 2L et 5L.
- Margarinerie.
- Stockage de céréale.
- Savonnerie.
- Bâtiment d'hydrogénation en cours de réalisation.
- Minoterie en cours d'étude.

Les huiles de CEVITAL disponibles sur le marché sont :

- FLEURIAL composé à 100% d'huile de Tournesol (TS).
- FRIDOR mélange d'huiles de tournesol (TS), soja (SJ) et huile de palme (ODF).
- ELIO mélange d'huile de soja (SJ) et huile de palme (ODF).

Quatre chaînes de conditionnement sont disponibles :

- deux pour les bouteilles de 5 litres.
- une pour les bouteilles de 1 litre.
- une pour les bouteilles de 2 litres.

La matière utilisée pour les emballages est le P.E.T. la préforme est soufflée (par type 5L, 2L et 1L) par une souffleuse forme. Les emballages vides obtenus sont orientés automatiquement vers une remplisseuse rotative, puis vers une bouchonneuse.

### **I.4. Présentation de la raffinerie d'huile**

La raffinerie d'huile du complexe CEVITAL est entièrement automatique, elle est parmi les plus modernes au monde elle couvre les besoins nationaux et a permis à l'Algérie de passer d'importateur à exportateur d'huiles végétales raffinées.

C'est une raffinerie en soft colonne composée de trois chaînes de raffinage A, B et C. Les deux lignes A et B comportent trois centrifugeuses chacune et une capacité de plus de 400 tonnes/jours pour chaque ligne, et la ligne C comporte cinq centrifugeuses et une capacité de 1000 tonnes/jours.

Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huile comestibles, tel que : les colzas, le tournesol, l'olive et le soja.

### **I.5. Les étapes du raffinage**

Pour faire éliminer ces constituants indésirables, les huiles brutes subissent les étapes ci-dessous afin d'obtenir des huiles raffinées et consommables :

#### **➤ La démulcination ou dégomme**

Le processus de dégomme est destiné à éliminer les phospholipides, car leur pouvoir émulsifiant pourrait entraîner de sérieuses pertes en huile durant le raffinage.

Le dégomme est réalisé par hydratation des phosphatides afin de les rendre insolubles dans l'huile, on utilise une solution aqueuse d'acide phosphorique ( $H_3PO_4$ ).

### ➤ **La neutralisation**

La neutralisation est réalisée par la soude caustique (NaOH) qui permet d'éliminer pratiquement tous les acides gras libres en les transformant en savon insoluble dans l'huile. Cette étape doit s'effectuer dans des conditions respectant la concentration de la soude.

### ➤ **Lavage**

Cette opération a pour objectif d'éliminer les traces de savon entraînées dans l'huile neutralisée et certaines traces de métaux de phospholipides et autres impuretés, elle s'effectue en deux stades pour qu'elle soit plus efficace et avec injection de l'acide citrique.

### ➤ **Le séchage**

Cette opération consiste à éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée dans un sécheur sous vide.

### ➤ **La décoloration**

Le but principal de la décoloration est d'éliminer les pigments colorés des huiles brutes, la méthode est basée sur l'adsorption de ces derniers par la terre active.

### ➤ **La filtration**

La séparation de l'huile décolorée de la terre usée s'effectue par filtration, les parois du filtre poreuses peuvent être constituées d'empilage (filtre à sable), de feutre (papier filtre), de tissage (filtre métallique) l'essentiel est qu'il existe dans la matière des pores de diamètre suffisant pour empêcher le passage des matières solides tout en permettant l'écoulement du liquide.

### ➤ **La désodorisation**

Généralement la désodorisation est la dernière étape de traitement des huiles et des graisses destinées à l'alimentation, on injecte la vapeur sèche dans l'huile sous vide poussé (0,5 à 10 mbar) afin d'éliminer les traces des constituants volatils incluent les composés responsables du goût et de l'odeur (surtout les aldéhydes et les cétones), les acides gras libres, les pesticides, l'humidité et les gaz dissous.

La figure ci-dessous nous montre le processus du raffinage de l'huile brute et les différentes étapes du conditionnement de ce dernier.

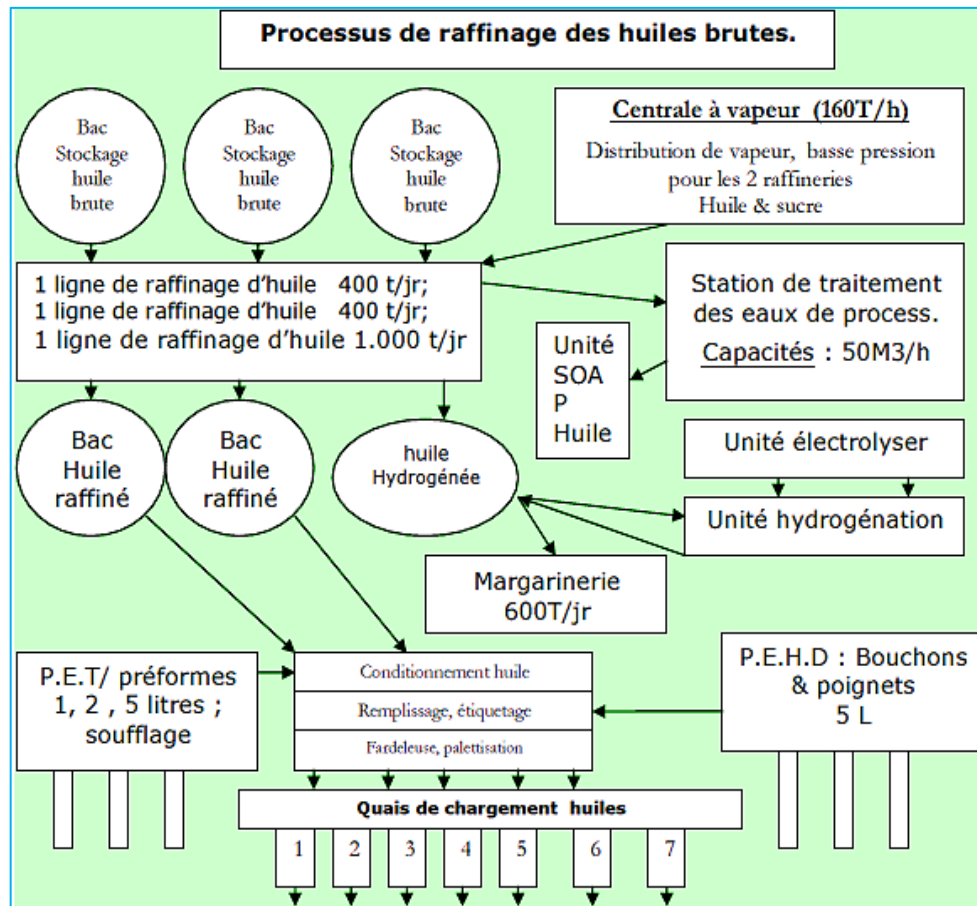


Figure I.1. Processus du raffinage de l'huile brute.

---

# Chapitre II

## Concepts et organisation de la maintenance

---

### II.1. Introduction

L'évolution et la complexité des systèmes de production ainsi que le besoin d'une production de quantité et de qualité, ont obligé les industriels à structurer et à organiser les « ateliers d'entretien » ; donc il est nécessaire de créer de nouveaux concepts d'organisation et de nouvelles manières d'intervenir sur des structures de production concernant les produits manufacturés.

Donc aujourd'hui, l'entretien a laissé la place à la maintenance. Ce changement ne réside pas uniquement dans un changement de dénomination, mais aussi dans un bouleversement complet de la manière de faire et de concevoir ce qui s'appelait « entretien » et que l'on appelle aujourd'hui « maintenance ».

### II.2. Définition de la maintenance

La maintenance est définie comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Norme AFNOR X 60-010 [1].

Le terme de maintenance désigne l'ensemble des techniques d'entretien et de la vérification qui sont en œuvre pour permettre une utilisation optimale des machines dans une installation industrielle [7].

La définition de la maintenance fait donc apparaître 4 notions :

- **Maintenir** : qui suppose un suivi et une surveillance.
- **Rétablir** : qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut.
- **État spécifié et service déterminé** : qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance.
- **Coût optimal** : qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité économique.

Le rôle de la fonction maintenance dans une entreprise (quel que soit son type et son secteur d'activité) est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué [2].

### II.3. Rôle de la maintenance

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

systèmes de production. Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance.

Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations [2].

**II.4. Objectif de la maintenance**

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

**II.4.1. Objectifs financiers**

- Réduire au minimum les dépenses de maintenance.
- Assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget [7].

**II.4.2. Objectifs opérationnels**

- Maintenir l'équipement dans les meilleures conditions possibles.
- Assurer la disponibilité maximale de l'équipement à un coût minimum.
- Augmenter la durée de vie des équipements.
- Assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment [7].

Les objectifs de la maintenance, schématisés dans la (figure II.1), sont nombreux :

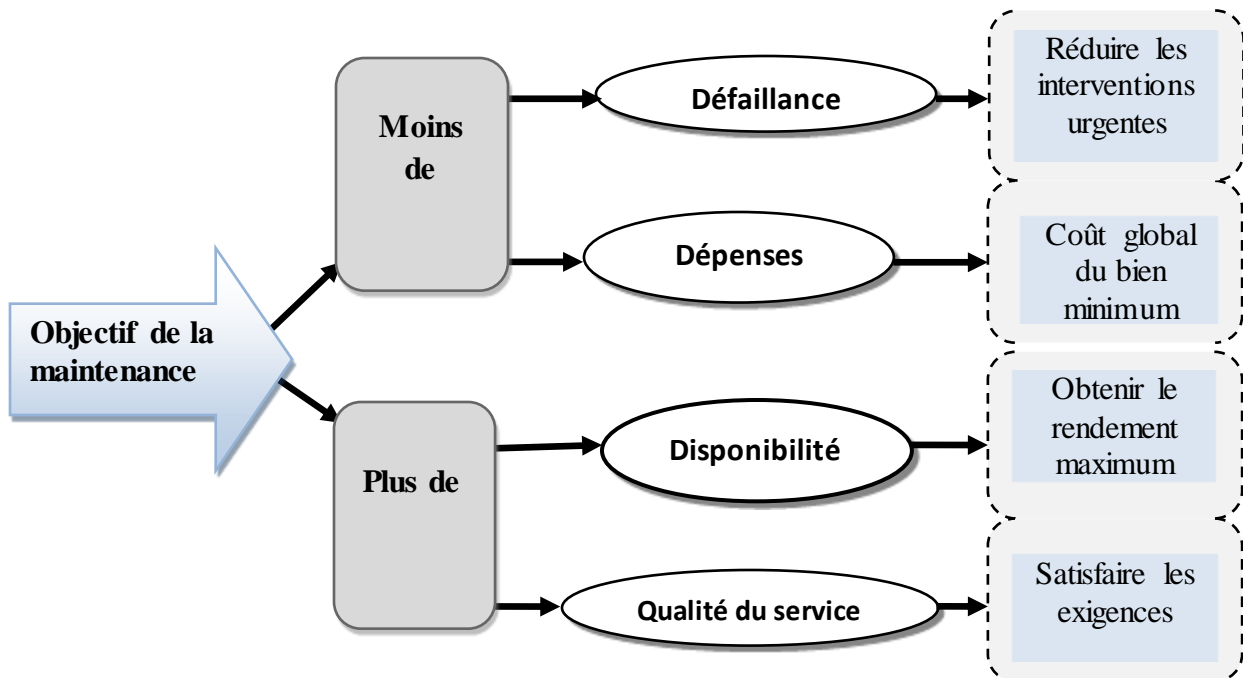


Figure II.1 Schématisation des objectifs de la maintenance [3].

### II.5. Les diverses politiques de maintenance

Les politiques ou bien les stratégies de maintenance dépendent de l'utilisation du matériel et de type de matériel. Elles peuvent être répertoriées en deux grandes catégories:

La maintenance corrective est la maintenance qui intervient suite à la défaillance du système alors que la maintenance préventive est réalisée lorsque le système est encore en fonctionnement.

Le recours à l'une ou à l'autre de ces stratégies diffère suivant l'élément considéré mais aussi le type de structure, la politique d'exploitation et de suivi, les coûts, la disponibilité de l'information [5].

Dans la (figure II.2), nous présentons les différentes stratégies suivant le type de maintenance étudiée.

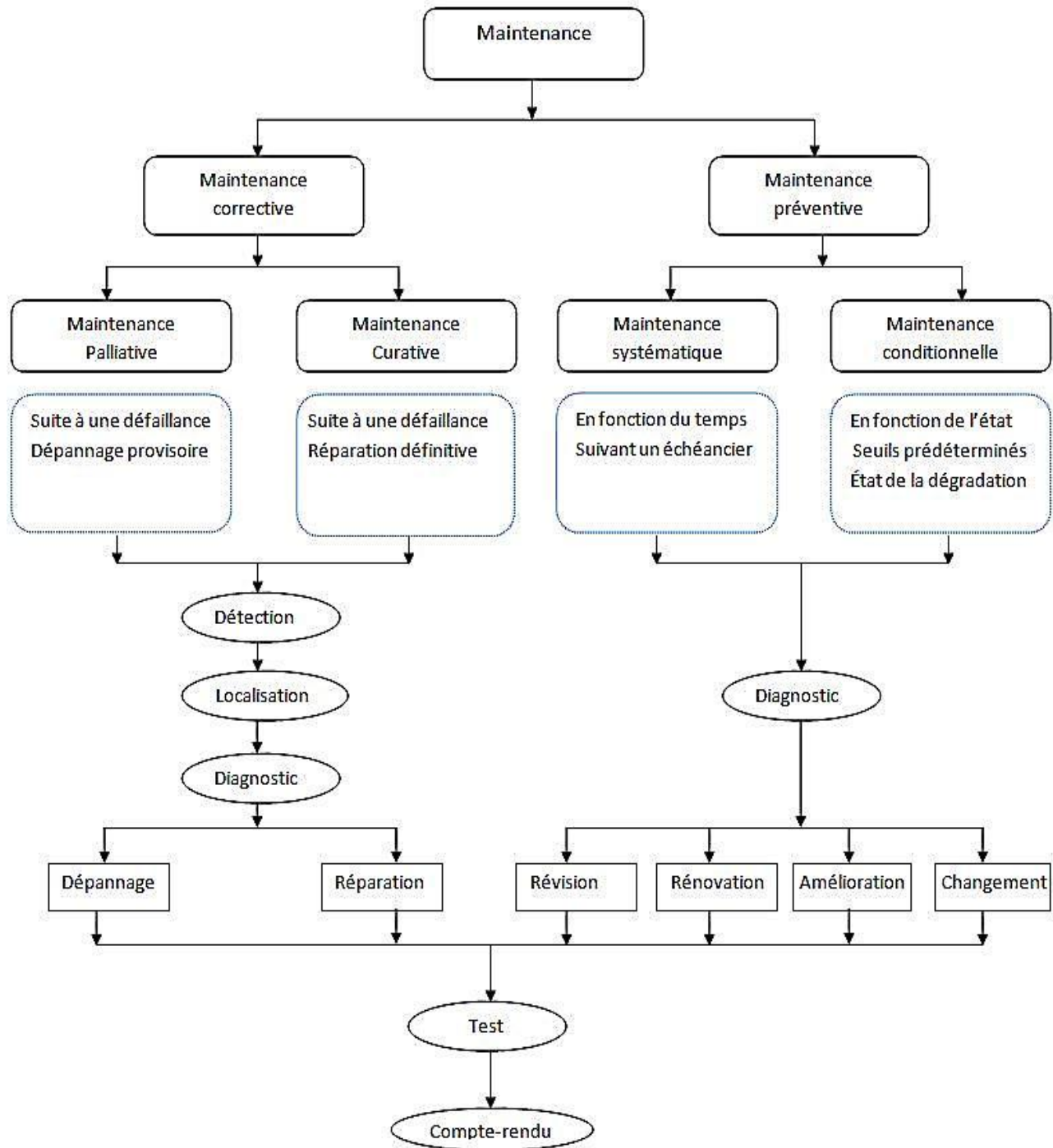


Figure II.2 Les différentes stratégies de maintenance [14].

Alors que la mise en place d'opérations correctives ne dépend que de l'occurrence d'une panne, les maintenances préventives peuvent être programmées en fonction de différents paramètres.

**II.5.1. La maintenance corrective**

Elle regroupe les différentes opérations effectuées après l'apparition d'une défaillance sur un équipement donné. Ces opérations interprètent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise à l'état avec ou sans modification et le contrôle à la fin du bon fonctionnement. Norme AFNOR X60-010 [2].

La maintenance corrective est souvent perçue comme la forme primaire de la maintenance car l'intervention a lieu « en urgence » une fois la défaillance survenue. La logique de cette politique de maintenance est assez simple : lorsqu'une machine est défectueuse, il faut la réparer, ce qui sous-entend que si elle fonctionne, on n'y « touche » pas.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus [3].

On distingue deux types de maintenance corrective, palliative et curative :

**II.5.1.1. Maintenance palliative**

Activité d'une maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise [3].

**II.5.1.2. Maintenance curative**

Activité d'une maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifique ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise [3].

**II.5.2. La maintenance préventive**

« Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien »  
Extrait norme (NF EN 13306 X 60-319).

Les visites préventives permettent de visualiser le niveau de performance d'un équipement en vue de prévoir une intervention préventive [3].

On distingue deux types de maintenance préventive, systématique et conditionnelle :

**II.5.2.1. Maintenance systématique**

« Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps ou du nombre d'unités d'usage » Norme AFNOR X 60-010 [1].

### II.5.2.2. Maintenance conditionnelle

« Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto-diagnostic, information donnée par un capteur, mesure d'une usure) révélateur de l'état de dégradation d'un bien » Norme AFNOR X 60-010 [1].

## II.6. Les opérations de maintenance

### II.6.1. Visite :

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

Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies ou préalable qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel [6].

### II.6.2. Inspection :

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements [6].

### II.6.3. Contrôle :

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

Le contrôle peut, comporter une activité d'information, inclure une décision, acceptation, rejet, ajournement, déboucher comme les visites sur opérations de maintenance corrective [6].

### II.6.4. Dépannage :

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

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

Le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute inspection ou intervention à l'arrêt [6].

### II.6.5. Réparation :

C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. La réparation peut être décidée, après décision, soit immédiatement à la suite d'un incident, ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique [6].

### II.6.6. Révision :

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

Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales. Dans les deux cas, cette opération implique la dépose de différents sous-ensembles [6].

## II.7. Niveaux de maintenance

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- À la nature de l'intervention.
- À la qualification de l'intervention.
- Aux moyens mis en œuvre.

La NF X 60-010 donne, à titre indicatif, cinq niveaux de maintenance, en précisant le service qui en a la responsabilité, la production ou la maintenance [4].

La maintenance est caractérisée par une très grande variété de tâche que l'on peut différencier par rapport à leur nature, leur spécificité et leur durée.

Une organisation des activités de maintenance est prise comme suite (voir le tableau II.1):

Tableau II.1 : « Niveaux de maintenance »[2].

Niveau (TPM)	Niveau AFNOR	Type de travail	Personnel concerné	Moyens
Niveau I	1	Réglage simple d'équipements accessibles sans démontage. échange d'éléments.	Opérateur système sur place.	Outillage léger défini dans la notice d'utilisation.
	2	Réparation ou dépannage par échange standard. Opérations simples de prévention.	Technicien habilité sur place.	Outillage standard et pièces de rechange situés à proximité.
Niveau II	3	Identification d'origines de pannes. échange de composants fonctionnels.	Technicien spécialisé, sur place ou en atelier de maintenance.	Outillage et appareils de mesure.
	4	Travaux importants de maintenance préventive et corrective. Révision.	Équipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outillage général et spécialisé.
Niveau III	5	Travaux de rénovation, de reconstruction et de réparations importantes, confiés aux sous-traitants.	Équipe polyvalente complète, en atelier central.	Moyens importants proches de ceux du constructeur.

- **Niveau I :** correspond à une maintenance de première ligne qui est transférée progressivement aux opérateurs de production, assistés si nécessaire par les techniciens de maintenance [2].
- **Niveau II :** représente le domaine d'action des équipes polyvalentes de techniciens de maintenance. Les tâches englobent aussi bien les opérations correctives que préventives

(diagnostic, dépannage, réparation, remplacement, test, révision, mise en œuvre d'améliorations) [2].

➤ **Niveau III** : dédié aux travaux spécialisés (rénovation, reconstruction, ...) souvent externalisées pour que la maintenance puisse recentrer ses moyens sur son savoir-faire défini au niveau II [2].

## II.8. Organisation d'un atelier de maintenance

### II.8.1. Rôle et objectifs

Un Atelier de Maintenance (AdM) est constitué d'un ensemble de ressources humaines et matérielles qui assurent la pérennité des machines de production, L'AdM par son rôle correctif, détecte les défaillances existantes sur un équipement défectueux et procède au rétablissement de son fonctionnement (c'est la maintenance corrective).

Aussi, et afin de réduire l'occurrence des défaillances, il est programmé des interventions régulières (c'est la maintenance préventive). Donc, l'objectif de l'Atelier de Maintenance « AdM » est de prévenir et d'empêcher l'arrêt du système de production et assurer à la machine une durée de vie plus longue avec des coûts d'intervention plus faibles [2].

## II.9. Organisation structurelle du service maintenance

Les étapes de réalisation d'une maintenance corrective, peuvent être structurées, d'une manière globale, par la Figure II.3, où l'on constate que depuis la date effective  $t_0$  d'une défaillance jusqu'à la date de l'intervention  $t_5$ , la durée ( $t_0$ ,  $t_5$ ) est consacrée à la détection, localisation, diagnostic et à la préparation pour l'intervention.

Pour améliorer la productivité, c'est cette durée qu'il faudra minimiser par une gestion efficace des ressources de l'AdM et une analyse du retour d'expérience du programme de maintenance [2].

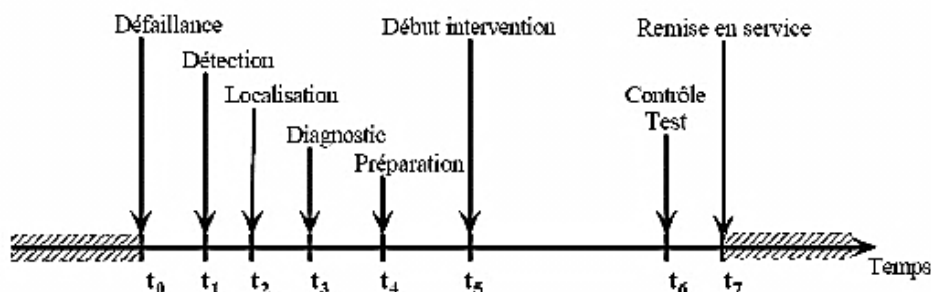


Figure II.3 Processus de déroulement d'une maintenance corrective d'un Équipement [2].

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons rappelé les concepts de base de la maintenance qui joue un rôle primordial pour garantir la disponibilité des systèmes.

En se basant sur des normes, nous avons défini les objectifs, les politiques de maintenance ainsi que les différentes typologies adoptées dans ce domaine.

Une meilleure prévention implique moins d'interventions correctives, donc moins d'arrêt intempestif des lignes de production. Cependant, il suppose une organisation adéquate, une planification précise et la connaissance des défaillances possibles des installations. Chaque intervenant doit avoir comme préoccupation majeure l'amélioration de la fiabilité de l'outil industriel.

Donc la maintenance n'est pas un processus mineur de l'entreprise, mais un processus essentiel.

---

# Chapitre III

## Méthode AMDEC

---

### III.1. Introduction

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité) est un outil méthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation.

Cette démarche offre un cadre de travail rigoureux en groupe associant les compétences et expériences de l'ensemble des acteurs concernés par l'amélioration de performance de l'entreprise selon une démarche spécifique qui permet de mobiliser ses ressources autour d'une préoccupation commune à tous : l'amélioration de la disponibilité de l'outil de production.

### III.2. Historique de l'AMDEC

À l'origine était l'analyse de problèmes potentiels, le format générique qui permettait de travailler sur toute planification et d'identifier ce qui aurait pu aller mal. Cette logique de base a été reprise, puis spécialisée pour des produits, procédés, machines, et services...

Devenue un mode de raisonnement spécialisé, elle fut d'abord utilisée dans les années 1950 par l'industrie aérospatiale et militaire américaine pour identifier les caractéristiques de sécurité, sous le nom de *Failure Mode and Effects and Criticality Analysis* (FMECA ou FMEA) [14].

Egalement vers 1970, ces concepts et méthodes de fiabilité ont traversé l'Atlantique pour être appliqués, en Europe et en France, initialement dans les mêmes domaines (nucléaire, aéronautique), puis progressivement dans d'autres secteurs [8].

L'AMDEC fut pratiquée en France à partir des années 1970, en premier lieu par les ingénieurs fiabilistes. Puis de grands groupes rédigèrent des manuels d'application de l'AMDEC (ou de la FMEA), et certains se donnèrent l'obligation, ainsi qu'à leurs fournisseurs, d'utiliser cet outil de prévention (par exemple Ford dans le référentiel Q 101, à partir de 1986). Certains constructeurs automobiles français utilisaient l'AMDEC depuis déjà une vingtaine d'années [14].

Aujourd'hui :

La prise en compte de la fiabilité concerne tous les secteurs, notamment : les produits industriels, produit grand public, électronique, logiciels, machines et équipement de production, ce qui a poussé les grandes entreprises à définir leurs propres « normes AMDEC » [08].

#### III.2.1 Définitions de base :

AMDEC : analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, en version française.

FMEA : *Failure Mode and Effects Analysis* en version anglaise, ou FMECA en ajoutant *Criticality* au sigle initial.

Les Anglo-saxons écrivent la majorité du temps « *potential FMEA* », ce que nous ne retrouvons pas en français, mais qui insiste bien sur l'idée que l'AMDEC est une analyse de problème potentiel et non pas une analyse de problème avéré. Cet ajout systématique au sigle de base permettrait peut-être d'éviter cette confusion.

Pour avancer dans les définitions, il nous semble utile de synthétiser le travail AMDEC de la manière suivante : quatre questions nous suffisent pour vous donner une première approche de la logique suivie et pour vous aider à comprendre que l'AMDEC est une façon de penser, une méthode de travail, et non un formulaire à remplir voir le tableau ci-dessous :

**Tableau III.1** : Les quatre questions de base de l'AMDEC [14].

Modes de défaillance potentielle	Effets possibles	Causes possibles	Plan de surveillance
Qu'est-ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Comment faire pour voir ça ?

**III.2.2. De l'AMDE à L'AMDEC :**

L'AMDE est utilisée dès les premières phases de conception d'un produit ou service, après avoir établi le cahier des charges fonctionnelles, et avant de choisir les technologies et les procédés. Elle se produit dans les phases : développement puis industrialisation.

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leur Effets et de leur Criticité) est la suite logique de l'AMDE permettant de quantifier et hiérarchiser les risques afin d'agir plus efficacement. L'analyse développe et traite notamment la notion de la criticité [15].

**III.2.3. Bute de l'AMDEC :**

L'AMDEC s'inscrit dans la logique de maîtrise des risques ; sa finalité est de mettre en place des plans d'actions préventives visant à éliminer ou réduire les risques liés à la sécurité de l'utilisateur, à la non-qualité, à la perte de productivité, à l'insatisfaction des clients [07].

### III.3. Les différents types d'AMDEC

Ils sont plusieurs et parmi eux, en citant les plus courants :

#### III.3.1. L'AMDEC produit :

L'AMDEC peut être réalisée à différents stades de la conception du produit, en ne perdant pas de vue qu'elle sera d'autant plus efficace qu'elle interviendra plus tôt dans le processus de conception [08].

➤ **Au stade de l'analyse fonctionnelle :**

Le plus en amont possible, l'AMDEC produit peut (et devrait) être réalisée au stade de l'analyse fonctionnelle ou du cahier des charge fonctionnel (on n'a pas encore fait le choix des solutions techniques).

A ce stade, d'autres expressions sont applicables : « AMDEC conception » ou « AMDEC fonctionnelle » [08].

➤ **Au stade de la définition du produit :**

Sous cette même appellation d'AMDEC produit, on distingue aussi une analyse réalisée plus tard, lorsque les solutions techniques sont choisies.

A ce stade, d'autres expressions sont applicables : « AMDEC composants » ou « AMDEC matériel ». On situe généralement l'étude dans la phase « utilisation du produit » [08].

➤ **L'AMDEC produit analyse alors :**

- Comment les différentes fonctions attendues du produit pourraient ne pas être satisfaites.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'utilisateur du produit [08].

➤ **Son objectif :**

- Identifier, assez tôt, les éventuels points critiques du produit.
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de validation du produit (essais, tests...) [08].

#### III.3.2. L'AMDEC processus (au sens de la norme ISO 9001:2000) :

Pratiquée sous la responsabilité du pilote processus, l'AMDEC processus permet de répondre à la question générique suivante : « Comment le processus pourrait ne pas atteindre les objectifs qui

lui sont fixés, les effets que cela pourrait entraîner, les causes possibles ainsi que les moyens prévus pour détecter une dérive ? » [14].

➤ **Les objectifs de l'AMDEC processus sont :**

- Définir les points critiques du processus.
- Proposer des changements sur le processus.
- Choisir les indicateurs pertinents et les moyens de pilotage du processus.
- Déterminer des mesures de secours ou des mesures préventives.
- Elaborer et suivre un plan d'action [14].

### III.3.3. L'AMDEC machine :

On emploie aussi les expressions « AMDEC moyen » ou « AMDEC moyen de production ».

A l'analyse des machines qui réalisent les différentes opérations, le terme machine doit s'entendre au sens large ; il peut s'agir également d'installations de production pour des process continus, de mélangeurs pour des pâtes ou liquides [8].

➤ **Au stade de l'analyse des fonctions ou des séquences :**

On se situe à « un niveau en dessous » par rapport à l'AMDEC procédé, c'est le stade de l'avant-projet, et on peut considérer la machine comme étant constituée de « boîtes noires » dont chacune assure une des séquences : descendre le bras dans le conteneur, saisir la pièce, remonter le bras, retourner la pince de 180 degrés... donc, la machine doit assurer ces fonctions [8].

✚ **Remarque :**

On se situe souvent entre l'analyse fonctionnelle et le choix définitif des fonctions et c'est pourquoi l'expression analyse des fonctions nous semble plus appropriée que (analyse fonctionnelle) [8].

➤ **Son analyse :**

- Comment cela pourrait générer des produits non conformes aux spécifications.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'utilisateur du produit.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'environnement de production.
- Comment les différentes fonctions attendues de la machine pourraient ne pas être satisfaites [8].

➤ **Son objectif :**

- Identifier, assez tôt, les éventuels points critiques de la machine.
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de validation de la machine (essais, tests, réalisation d'un pilote...) et / ou le plan de maintenance [8].

➤ **Au stade de la définition de la machine :**

On se situe ici au stade de la définition détaillée d'une machine ou d'une installation de production. Analyser tous les composants représenterait un énorme travail et n'est généralement pas nécessaire. On réservera donc cette AMDEC détaillée à certains sous-ensembles qui auront été identifiés par ailleurs comme sensibles ou critiques et on situera l'AMDEC dans la phase « utilisation de la machine » [8].

➤ **Son analyse principale :**

Apporter les modifications nécessaires ; mais en on se situe ici à un stade où la définition de la machine est beaucoup plus avancée et l'AMDEC permettra de valider ou d'affiner les choix qui ont été faits pour les solutions techniques [8].

### III.3.4. L'AMDEC montage :

C'est une forme particulière de l'AMDEC procédé, On emploie aussi l'expression suivante « AMDEC assemblage ».

Pour certains produits ou pour certaines étapes de la fabrication d'un produit, le procédé (ou une partie du procédé seulement) sera constitué par une succession d'opérations totalement (partiellement) manuelles [8].

➤ **Son analyse :**

- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'utilisateur du produit.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'environnement de production.
- Comment les opérations manuelles pourraient générer des produits non conformes aux spécifications [8].

➤ **Son objectif :**

- Identifier, assez tôt, les éventuels points critiques de la partie du procédé constitué par les opérations manuelles.
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de contrôle ou de surveillance.
- Proposer éventuellement des modifications de conception du produit [8].

### III.3.5. L'AMDEC contrôle :

Elle est très proche de l'AMDEC procédé d'où c'est judicieux d'intégrer des opérations de contrôle dans le procédé.

Pour ces opérations de contrôle, les modes de défaillances pourraient être qualifiés de modes de défaillance génériques, puisqu'ils seront toujours du type :

- Absence ou oubli du contrôle.
- Déclarer (bon) une pièce, un lot de pièces, un produit qui sont (mauvais).
- Déclarer (mauvais) une pièce, un lot de pièce, un produit qui sont (bon) [8].

### III.3.6. AMDEC services

Pratiquée sous la responsabilité de celui qui a déterminé le service, ou les modalités de la prestation du service, l'AMDEC services permet de répondre à la question suivante : « Comment le service ou la prestation du service pourrait générer des défaillances perceptibles, les effets entraînés, les causes possibles, ainsi que les moyens prévus pour détecter ces problèmes potentiels ? » [14].

➤ **Son objectif :**

- Respecter les contraintes.
- Définir les points critiques.
- Proposer des changements sur le service ou la prestation.
- Optimiser, voire créer les contrôles.
- Déterminer des mesures de secours ou des mesures préventives.
- Elaborer et suivre un plan d'action [08].

➤ **Son analyse :**

- Comment les différentes fonctions attendues du service pourraient ne pas être satisfaites.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour le bénéficiaire ou le client [8].

➤ **L'analyse de L'AMDEC « prestation du service » :**

- Comment les différentes fonctions attendues du service pourraient ne pas être satisfaites.
- Quelles pourraient en être les conséquences pour l'ensemble de la prestation.
- Comment la prestation du service pourrait générer un service non conforme aux attentes du bénéficiaire ou le client [8].

✚ **Remarque :**

L'AMDEC « service » et L'AMDEC « prestation de services » sont respectivement similaire à l'AMDEC « conception produit » et à l'AMDEC procédé [8].

### **III.4. Les étapes nécessaires pour une méthode AMDEC complète**

La méthode s'inscrit dans une démarche en huit étapes comme suit :

#### **III.4.1. La constitution d'une équipe de travail :**

Il s'agit de constituer l'équipe multidisciplinaire qui aura à réaliser l'étude. Les personnes impliquées dans une étude AMDEC processus par exemple représentent les services de recherche et développement des achats du marketing de la maintenance de la qualité des méthodes et de la fabrication. La présence d'un animateur bien formé et des techniques spécifiques de la démarche et du travail en équipe est une condition de succès de l'application de la méthode [12].

#### **III.4.2. Analyse fonctionnelle :**

Une défaillance est la disparition ou la dégradation d'une fonction. Donc pour trouver les défaillances potentielles il faut connaître les fonctions.

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer d'une manière assez complète les fonctions principales d'un produit les fonctions contraintes et les fonctions élémentaires. Pour réaliser correctement l'analyse fonctionnelle il faut effectuer trois étapes principales :

Définir le besoin à satisfaire. Le principe consiste à décrire le besoin et la façon dont il est satisfait et comment il risque de ne pas être satisfait.

Définir les fonctions qui correspondent au besoin. Chaque fonction répond à la question à quoi ça sert ? La réponse doit comprendre un sujet et un verbe (ex : un rasoir rase ; un couteau coupe). On peut alors déterminer la défaillance potentielle (la rasoir ne rase pas ; le couteau ne coupe pas).

Etablir l'arbre fonctionnel afin de visualiser l'analyse fonctionnelle. Très souvent les fonctions principales comportent des sous fonctions ou résultent d'un ensemble des fonctions élémentaires d'où le besoin de l'arbre fonctionnel [12].

#### III.4.3. L'étude qualitative des défaillances :

Celle-ci consiste à identifier toutes les défaillances possibles, à déterminer les modes de défaillance à identifier les effets relatifs à chaque mode de défaillance, à analyser et à trouver les causes possibles et les causes les plus probables des défaillances potentielles. Pour réaliser cet objectif, on s'appuie sur l'analyse fonctionnelle. A partir des fonctions définies on cherche directement les défaillances potentielles [12].

##### ➤ L'aspect qualitatif :

L'aspect qualitatif de l'étude consiste à recenser les défaillances potentielles des fonctions du système étudié, de rechercher et d'identifier les causes des défaillances et d'en connaître les effets qui peuvent affecter les clients, les utilisateurs et l'environnement interne ou externe [11].

#### III.4.4. L'étude quantitative :

Il s'agit d'une estimation de l'indice de criticité du trio cause mode effet de la défaillance potentielle étudié selon certains critères. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour déterminer cet indice. Souvent dans la pratique on considère qu'une défaillance est d'autant plus importante si :

- Ses conséquences sont graves.
- Elle se produit souvent.
- Elle se produit et on risque de ne pas détecter [12].

##### ➤ L'aspect quantitatif :

L'aspect quantitatif consiste à estimer le risque associé à la défaillance potentielle. Le but de cette estimation est l'identification et la hiérarchisation des défaillances potentielles. Celles-ci sont alors mises en évidence en appliquant certains critères dont, entre autres, l'impact sur le client. La hiérarchisation des modes de défaillance par ordre décroissant, facilite la recherche et la prise

d'actions prioritaires qui doivent diminuer l'impact sur les clients ou qui élimineraient complètement les causes des défauts potentiels [11].

#### **III.4.5. La hiérarchisation :**

La difficulté essentielle d'une étude qui veut anticiper les problèmes et rechercher les solutions préventives provient de la très grande variété des problèmes potentiels à envisager.

D'où le besoin d'une hiérarchisation, qui permet de classer les modes de défaillance et d'organiser leur traitement par ordre d'importance [12].

#### **III.4.6. La recherche des actions préventives/correctives :**

Après le classement des différentes modes de défaillance potentielles d'après les indices de criticité le groupe désigne les responsables de la recherche des actions préventives ou correctives.

Les outils tels que le diagramme causes effet, le travail en équipe doit être appliqué pour une recherche efficace. En pratique le groupe de travail s'attache à réduire l'indice de criticité par des actions qui visent :

- La réduction de la probabilité d'occurrence.
- La réduction de la probabilité de non détection.
- La réduction de la gravité de l'effet de défaillance [12].

#### **III.4.7. Le suivi des actions prises et la réévaluation de la criticité :**

C'est le moment de vérité pour la méthode. Un nouvel indice de criticité est calculé de la même façon que lors de la première évaluation, en prenant en compte les actions prises. L'objectif de cette réévaluation est de déterminer l'impact et l'efficacité des actions prises. Le nouvel indice de criticité doit être donc inférieur au seuil criticité [12].

#### **III.4.8. La présentation des résultats :**

Pour voir effectuer et appliquer l'AMDEC, l'entreprise utilise des tableaux conçus spécialement pour le système étudié et préparés en fonction des objectifs recherchés. Ces tableaux sont habituellement disposés en formes de colonnes et contiennent en général les informations nécessaires pour réaliser l'étude [12].

### III.5. Evaluation des défaillances

#### III.5.1. Définitions d'un mode de défaillance, d'une cause de défaillance et de l'effet de cette défaillance :

Par défaillance on entend simplement qu'un produit, un composant ou un ensemble :

- Ne fonctionne pas.
- Ne fonctionne pas au moment prévu.
- Ne s'arrête pas au moment prévu.
- Fonctionne à un instant non désiré.
- Fonctionne, mais les performances requises ne sont pas obtenues [11].

Le mode de défaillance est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition :

- Déformation.
- Vibration.
- Coincement.
- Desserrage.
- Corrosion.
- Fuite.
- Perte de performance.
- Court-circuit.
- Flambage.
- Ne s'arrête pas.
- Ne démarre pas.
- Dépasse la limite supérieure tolérée, etc.

Une cause de défaillance est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger.

Les effets d'une défaillance sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur l'utilisateur final du produit ou du service [11].

### III.5.2. La note de criticité :

Une fois que les notes de fréquence, de gravité et de détection ont été données, la note de criticité est calculée.

$$\text{Criticité} = \text{Fréquence} \times \text{Gravité} \times \text{Détection}$$

Plus la note de criticité est élevée, plus la défaillance est importante. Le plus souvent, les entreprises fixent une note de criticité à ne pas dépasser [09].

### III.5.3. Comment coter G, F et D ?

Avant de commencer la cotation, on définit les échelles. Il n'y en a pas d'absolue, c'est le groupe de travail qui décide. Bien entendu, si le client exige qu'une certaine échelle soit utilisée, on n'aura pas le choix.

Si, au cours de l'exercice, on décide que l'échelle choisie initialement ne fait pas l'affaire, et qu'il faut introduire un échelon supplémentaire, ou déplacer une limite, alors on réévalue la totalité des défaillances. On ne peut pas faire un travail utile si les criticités des différents modes de défaillance n'ont pas été évaluées de la même manière. En particulier, il ne sera pas possible de décider de l'ordre de priorité des actions à mettre en place.

Coter l'indice de Gravité : La gravité d'une défaillance peut revêtir plusieurs aspects : la sécurité de l'utilisateur, la perte de fonctionnalité, la dégradation de la qualité, le coût financier, la durée du problème, etc.

C'est le contexte qui va donner les axes de mesure. C'est aussi le contexte qui va déterminer le niveau à partir duquel on va commencer à remarquer les effets de la défaillance. Par exemple, si l'on s'intéresse à l'indisponibilité d'un équipement, on va compter en heures pour un escalator dans un grand magasin quand on comptera en milli secondes pour un serveur informatique.

Vous trouverez ci-dessous un tableau avec 5 niveaux, utilisée pour les défaillances d'un moyen de production. Ce n'est qu'une proposition, que chaque groupe de travail peut adapter à son besoin, son environnement, sa problématique [09].

Tableau III.2 : L'indice de gravité G [09].

Facteur G		Critères d'évaluation			
Note	Niveau de gravité	Durée arrêt (min)	Impact sur la qualité produit	Impact sur le matériel	Impact sur la sécurité
1	Mineur	$\leq 3$	-	Défaillance mineure, matériel intact	-
2	Moyen	3 à 20	-	Défaillance moyenne, matériel rapidement réparable	-
3	Majeur	20 à 60	Non-conformité, constatée et corrigée au poste de travail	Défaillance importante, réparation longue	-
4	Catastrophique	$\geq 60$	Non-conformité détectée par le client aval, en interne	Défaillance grave, dommage matériel important, l'environnement autour de la machine est atteint	-
5	Inacceptable	-	Non-conformité constatée par le client final ou par l'utilisateur	Destruction du moyen de production nécessitant son remplacement	Accident mettant en cause la sécurité des personnes

Si un mode de défaillance a plusieurs effets, on pourra les noter pour les garder en mémoire, mais la cotation correspondra toujours à l'effet le plus grave.

➤ **Coter l'indice de Fréquence :**

L'estimation de la fréquence d'une défaillance n'est pas facile - surtout lorsqu'on travaille à la conception d'un outil. On pourra s'appuyer sur des statistiques (si l'on possède un historique), sur des informations apportées par un fournisseur, ou sur une fréquence d'exposition au risque.

Vous trouverez ci-dessous une table à 4 niveaux, toujours pour les défaillances d'un moyen de production. Comme le tableau ci-dessus, ce n'est qu'une proposition à adapter [09].

**Tableaux III.3:** L'indice de fréquence **F** [09].

Facteur F		Fréquence d'apparition de la défaillance, ou probabilité que la cause se produise et qu'elle entraîne le mode de défaillance
Note	Niveau de fréquence	
1	Pratiquement inexistant	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation. Au plus, 1 défaut dans la durée de vie du moyen de production.
2	Rare	Défaillance rarement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (à titre indicatif : un défaut par an) ou composant d'une technologie nouvelle pour laquelle toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas d'expérience sur du matériel réellement exploité.
3	Occasionnel	Défaillance apparue occasionnellement sur du matériel similaire existant en exploitation. (à titre indicatif : 1 défaut par trimestre.)
4	Fréquent	Défaillance apparue fréquemment sur un composant connu ou sur du matériel similaire en exploitation. (à titre indicatif : 1 défaut par mois.)

➤ **Coter l'indice de non-Déteçtabilité :**

Rien n'est pire qu'une défaillance inopinée :

On n'a pas pu anticiper, s'organiser; les risques d'accidents corporels sont élevés; les temps d'arrêt induits sont élevés.

Il vaut toujours mieux détecter une cause de défaillance, sinon on détectera un effet. Si ni l'un ni l'autre ne sont possibles, mettre en place un système d'alerte (par exemple : les plaquettes de freins usées qui allument un voyant sur le tableau de bord d'une automobile).

Vous trouverez ci-dessous un tableau à 4 niveaux, toujours pour les défaillances d'un moyen de production. Comme le tableau ci-dessus, ce n'est qu'une proposition à adapter.

**Tableau III.4 : L'indice de non détection D [09].**

Facteur D		Probabilité que la cause ne soit pas détectée, ou que le mode de défaillance atteigne l'utilisateur du moyen.
Note	Niveau de fréquence	
1	Détection assurée	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production. [Typiquement : un contrôle automatique, fondé sur des critères physiques, dimensionnels - ou sur un système redondant]
2	Détection possible	La cause ou le mode de défaillance sont détectables, mais le risque de ne pas être perçu existe. [Typiquement : un contrôle en continu réalisé par un opérateur.]
3	Détection aléatoire	La cause ou le mode de défaillance sont difficilement décelables, ou les éléments de détection sont peu exploitables. [Typiquement : un contrôle fait sur un faible échantillonnage par un opérateur, avec une méthode présentant une incertitude élevée, ou un contrôle par ronde quotidienne.]
4	N détectable	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise.

Un accident qui mettrait en cause un chariot élévateur venant percuter le moyen de production (la machine) à l'intérieur de l'atelier est imprévisible; il sera toujours coté au niveau le plus élevé (ici: 4).

Le fait que les conséquences ne puissent jamais passer inaperçues ne change rien au fait que l'on n'a pas pu anticiper la défaillance du système, et donc que rien n'a pu être mis en place pour en minimiser les conséquences [09].

### III.6. La Criticité

Une fois que l'on a coté les facteurs **G**, **F** et **D**, on calcule la criticité (c'est le produit des trois facteurs). Avec les deux grilles de cotation de **F** et **G**, les valeurs de criticité vont varier de **1** à **64**, en 16 modalités (**16 "échelons"**). Vous devez à présent fixer une valeur-seuil, une criticité inacceptable.

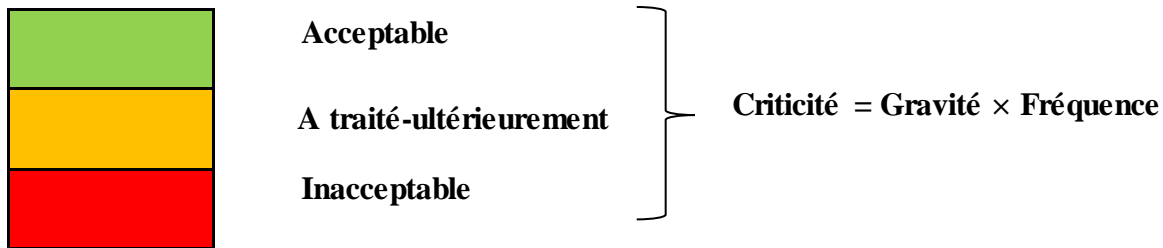
Ça pourra être par exemple  $C \geq 18$  (c'est à dire un facteur coté 2, et les deux autres cotés 3 ou plus).

Mais vous pouvez également fixer une limite critique pour  $G \geq 4$ , et/ou pour  $F = 4$ . C'est au groupe de travail de fixer la limite. En toute rigueur, cette limite devrait être fixée avant de commencer les cotations (pour ne pas être tentés de choisir une limite que l'on sait déjà atteinte...) [09].

La matrice de criticité ci-dessous permet de calculer les différentes zones de risque selon seize échelons :

Tableau III.5 : la matrice de sévérité [09].

Matrice de criticité					
Fréquence	4	4	16	36	64
	3	3	12	27	48
	2	2	8	18	32
	1	1	4	9	16
		1	2	3	4
		Gravité			



### III.7. Les décisions

Il s'agit là de la dernière étape de l'AMDEC. Il faut à présent décider d'actions qui vont permettre de baisser le niveau de criticité des modes de défaillances critiques.

On commencera par essayer de diminuer **G**. Si c'est impossible, on essaiera de diminuer **F**. Si non, on travaillera sur l'amélioration de la détectabilité (**facteur D**).

Bien entendu, on ne prendra pas d'action qui n'aurait de "corrective" que le nom, c'est à dire qui ne ferait pas diminuer **G**, **F** ou **D**.

- On recommence la cotation des défaillances une fois les actions prévues.
- La partie "lourde" de l'amdec est alors terminée.

### III.8. Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC

#### III.8.1. Avantage de l'amdec :

##### ➤ La satisfaction du client :

Est l'objectif majeur de l'AMDEC, un objectif contre laquelle personne ne peut aujourd'hui s'élever. S'il n'y avait que ce seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à le rendre indispensable dans nos organisations [12].

##### ➤ Le pilotage de l'amélioration continue :

Par la gestion de plan d'action l'élaboration et la gestion de ces plans avec les mises à jour régulières de l'AMDEC un des moyens majeurs de faire vivre l'amélioration continue et de démontrer sa mise en œuvre [12].

##### ➤ La réduction de coûts :

Contrairement à ce que certains prétendent l'AMDEC vous aide à réduire les coûts internes d'obtention de la qualité et à améliorer les conditions de travail aussi, sur les effets internes. Dans

le cadre de l'AMDEC procédé sur les réductions des rebuts et des retouches les coûts externes eux aussi seront diminués. Moins de retours garantis, moins de réclamations clients, moins de plaintes [12].

➤ **L'optimisation de contrôles :**

L'AMDEC vous aide à ne faire des contrôles que sur les points qui le nécessitent .Elle ne vous contraint pas à tout contrôler comme nous le voyons et l'entendons dire trop souvent.

La méthode AMDEC confronte les connaissances de tous les secteurs d'activité de l'organisation, pour obtenir, dans un ordre que nous avons cherché à rendre significatif, les résultats suivants [12].

➤ **L'élimination des causes de défaillances :**

C'est un des objectifs majeurs de l'AMDEC qui se traduira par la mise en place de mesures préventives voire par l'élaboration de plans d'actions [12].

### **III.8.2. Inconvénients de l'AMDEC**

- Coûts souvent élevés au début de l'application.
- Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances.

Parfois difficile à animer car regroupant des responsables de secteur qui ont souvent du mal à respecter les séances de travail [12].

### **III.9. Le choix des méthodes d'analyse**

Le choix d'une méthode d'analyse des risques est une étape délicate dans la voie assurant le succès d'une étude de risques. La méthode choisie doit en tout état de cause être adaptée au problème posé et l'étude doit rester en proportions raisonnables avec la taille du système ou de l'installation et la nature des risques soupçonnés à priori [15].

Le choix d'une méthode d'analyse des risques peut être guidé par l'examen des six critères suivants :

- Motivation des participants à l'étude.
- Type de résultats demandés.
- Nature des informations disponibles.

- Caractéristiques du problème à analyser.
- Perception des risques, expérience de l'équipe.

**III.9.1. L'AMDEC et les autres outils d'analyse :**

Le tableau suivant résume les différentes actions qui peuvent intervenir l'ors d'une avarie et les méthodes appropriées [15].

**Tableau III.6 :** Comparaison de l'AMDEC avec d'autres méthodes qualités [15].

QUOI / COMMENT	PARETO	ISHIKAWA	PDCA	SORAVV	SIX SIGMA	AMDEC
Visualiser un problème	X					
Analyser un problème		X				
Suivre un plan d'action			X			
Résoudre un problème				X		
Avoir une démarche globale de maîtrise de procédés					X	
Prévenir un problème						X

➤ **SIX SIGMA :**

Une approche globale utilisant l'ensemble de ces derniers a été créée sous l'appellation « Six Sigma ». C'est une méthode de maîtrise de la variabilité des processus qui est très utilisée dans les entreprises actuelles (secteur automobile, électronique, ...).

Dans « Six Sigma », il n'existe pas d'outils nouveaux mais c'est la structuration dans l'utilisation de ces derniers qui est intéressante. En effet, ils sont intégrés dans la méthode afin d'analyser le processus et les causes de non qualité. Au-delà d'une méthode de résolution des problèmes, « Six Sigma » est un outil de la qualité qui s'inscrit dans une démarche de management par projet très en vogue actuellement. Mais c'est avant tout une méthode de résolution des problèmes qui ont été clairement identifiés [15].

➤ **SORAVV (Situer Observer Réfléchir Agir Valider Verrouiller) :**

La méthode consiste à définir le problème et son contexte (Situer), confirmer et quantifier le problème (Observer), analyser le problème (Réfléchir), mettre en œuvre (Agir), vérifier l'efficacité (Valider), revoir l'organisation pour s'assurer que l'action sera toujours mise en œuvre là où le problème peut survenir (Verrouiller) [15].

➤ **PDCA :**

C'est un plan d'action qui consiste à planifier l'amélioration (Plan), faire ce qui a été planifié (Do), vérifier ce qui a été fait (Check), agir sur les points défailants (Act) [15].

➤ **ISHIKAWA :**

C'est un diagramme causes à effets qui permet de classer et de visualiser toutes les causes à l'origine d'un problème [15].

➤ **PARETO :**

C'est une méthode graphique classant en ordre décroissant les causes d'un problème, afin de mettre en évidence les causes principales. Elle est fondée sur la corrélation suivante : 20 % des causes donnent 80 % des effets [15].

**Conclusion**

D'après nos recherches, on a constaté qu'avec toutes ces méthodes d'analyse des défaillances, on peut maîtriser parfaitement la défaillance d'un équipement. Toutes ces méthodes ont le même objectif, c'est-à-dire définir la panne, ses causes et ses effets.

Parmi ces méthodes, L'AMDEC est la plus utilisée, car elle peut s'appliquer à une organisation, un processus, un moyen, un composant ou un produit dans le but d'éliminer, le plus en amont possible, les causes des défauts potentiels. C'est là qu'on peut la considérer comme un moyen de se prémunir contre certaines défaillances et d'étudier leurs causes et leurs conséquences. La méthode permet de classer et de hiérarchiser les défaillances selon certain critère (occurrence, détection, gravité).

Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

Le but de notre projet est l'application de cette méthode sur une centrifugeuse à disque.

---

# Chapitre IV

**Centrifugeuse ALFA LAVAL  
PX-95**

---

### IV.1. Introduction

Durant la neutralisation des huiles brutes, pour séparer huile de ses constituants indésirables « les pâtes », On utilise les centrifugeuses.

La force centrifuge sépare la phase légère « huile » de la phase lourde « pâte », qui nous donne une huile plus ou moins claire et des pâtes. Les pâtes de neutralisation seront envoyées vers le bac des pâtes puis vers la section de la décomposition. L'huile séparée des pâtes doit subir un lavage pour éliminer les traces de savons restantes.

Pour avoir cette force centrifuge on utilise des centrifugeuses et au niveau de CEVITAL on utilise des centrifugeuses à disque de marque ALFA LAVAL.

### IV.2. C'est quoi la séparation

La séparation a pour objectif :

- d'extraire les particules solides d'un liquide.
- de séparer deux liquides de densités différentes et non solubles l'un dans l'autre tout en extrayant les particules solides qu'ils contiennent.
- de séparer et concentrer les particules solides contenues dans un liquide.

#### IV.2.1. Séparation par centrifugation :

Dans un bol qui tourne à grande vitesse, la gravité est remplacée par la force centrifuge, qui peut être des milliers de fois supérieure.

Les processus de séparation et de sédimentation s'effectuent très rapidement et en continu.

La force centrifuge présente dans le bol du séparateur accomplit en quelques secondes ce qui prend plusieurs heures lorsque l'on utilise un réservoir soumis à la gravité.

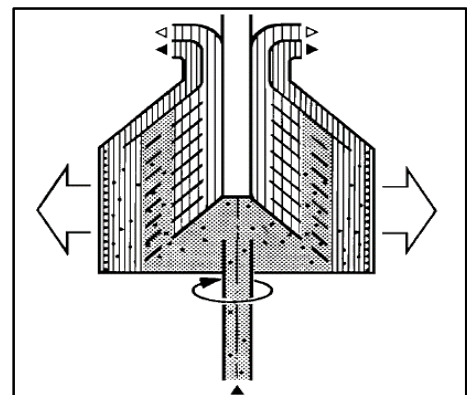


Figure IV.1. La solution centrifuge.

### IV.2.2. Températures de séparation :

Dans certains types de liquide, l'augmentation de la température de séparation permet d'améliorer la capacité de séparation. La température ayant une incidence sur le degré de viscosité et la densité, il est important de maintenir des températures stables tout au long du processus de séparation.

### IV.2.3. Viscosité :

Une faible viscosité facilite le processus de séparation. On peut réduire le degré de viscosité en augmentant la température.

### IV.2.4. Différence de densité :

Plus la différence de densité entre deux liquides est importante, plus la séparation est facile. L'augmentation de la température permet d'augmenter la différence de densité.

## IV.3. Conception de la machine

### IV.3.1. Présentation générale :

Le séparateur est composé d'une partie traitement et d'une partie commande comme indiqué sur la figure 2 ci-dessous. L'entraînement se fait à l'aide d'un moteur électrique qui est fixé avec des goujons sur le bâti.

Le dispositif de commande horizontal, l'arbre d'entraînement avec raccord souple, l'engrenage à vis sans fin et le dispositif de commande vertical se trouvent dans la partie inférieure du séparateur. L'arbre du bol est creux et il est raccordé à l'entrée du liquide non séparé à son extrémité inférieure.

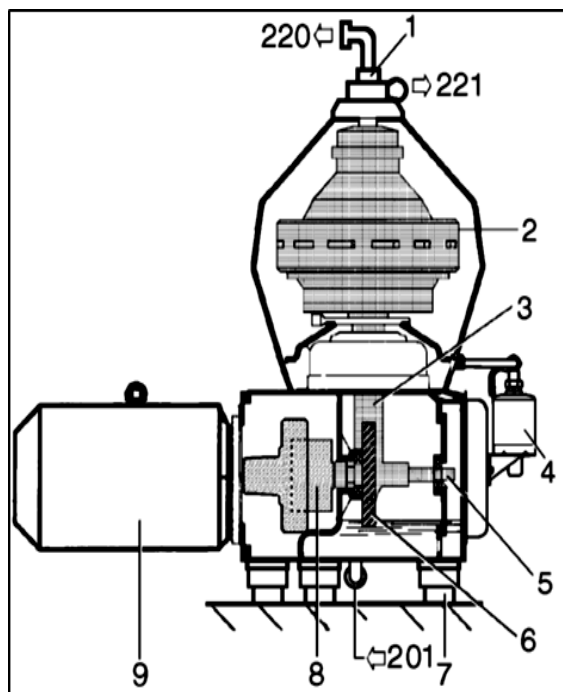
Le corps inférieur contient également un bain d'huile pour la lubrification de l'engrenage. La partie supérieure du séparateur contient les parties du séparateur nécessaires au traitement, le bol et le dispositif de sortie avec Centrizoom.

La séparation des deux phases liquides (légère et lourde) s'effectue dans le bol du séparateur. Les sédiments les plus lourds sont également séparés du liquide.

Le bol est monté sur la partie supérieure de l'arbre vertical et tourne à une vitesse élevée. Il contient aussi le mécanisme de chasse qui vide les sédiments présents dans le bol. Un module d'eau de manœuvre (OWMC) [*Operating Water Module Compact*] lance les chasses des boues pour le séparateur. Ce module OWMC permet la régulation des volumes de chasse. L'entrée du liquide à

séparer et les sorties du liquide séparé sont indiquées sur le schéma avec leurs numéros de raccord (201, 220 et 221).

1. Dispositif de sortie avec Centrizoom
  2. Bol
  3. Dispositif de commande vertical et arbre du bol
  4. Module d'eau de manœuvre (OWMC)
  5. Dispositif de commande horizontal
  6. Engrenage
  7. Pieds d'ancrage
  8. Raccord souple
  9. Moteur électrique
201. Entrée, liquide non séparé  
 220. Sortie, phase légère du liquide séparé  
 221. Sortie, phase lourde du liquide séparé



**Figure IV.2.** Le séparateur.

Le séparateur comprend également des raccords pour l'alimentation :

- en liquide de manœuvre.
- en liquide de rinçage.
- en liquide de refroidissement/chauffage.

### IV.4. les fonctions principales de la centrifugeuse

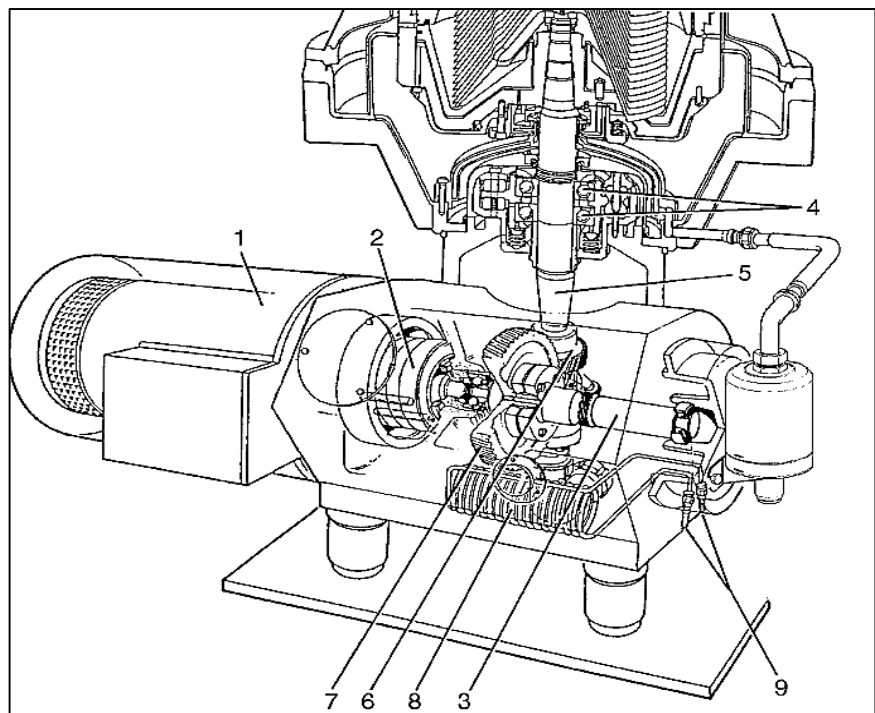
#### IV.4.1. La transmission mécanique :

Le moteur génère le mouvement rotatif du bol via les raccords souples de l'accouplement (2), la roue hélicoïdale (7) et la vis sans fin (6), (voir figure IV.3). L'engrenage a un rapport qui démultiplie la vitesse du bol en fonction de la vitesse du moteur. Pour réduire l'usure des roulements et la propagation des vibrations du bol au bâti et au système d'ancrage, le roulement supérieur (4) de l'arbre

du bol (5) est monté dans un siège de roulement équipé d'amortisseurs en caoutchouc. La roue hélicoïdale baigne dans un bain d'huile de lubrification.

Les roulements de l'arbre et de la roue hélicoïdale (3) sont lubrifiés par le brouillard d'huile diffusé par la rotation de la roue hélicoïdale. Le bain d'huile du carter d'engrenages est refroidi par un serpentin (8).

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Moteur électrique            | 7. Roue hélicoïdale                             |
| 2. Accouplement                 | 8. Serpentin de refroidissement du bain d'huile |
| 3. Arbre de la roue hélicoïdale | 9. Entrée et sortie de l'eau de refroidissement |
| 4. Roulement supérieur          |   |
| 5. Arbre du bol                 |   |
| 6. Vis sans fin                 |   |



**Figure IV.3.** Les organes de transmission.

### IV.4.2. Détecteurs et témoins lumineux :

#### ➤ Interrupteur d'interverrouillage du couvercle (1)

Le couvercle du séparateur peut être équipé d'un interrupteur d'interverrouillage. Fermer le couvercle entraîne la fermeture du circuit d'interverrouillage du système de commande ce qui permet le démarrage du séparateur.

➤ **Détecteur de vitesse (2)**

Le détecteur de vitesse de proximité est de type inductif, fournissant un nombre d'impulsions par tour d'arbre.

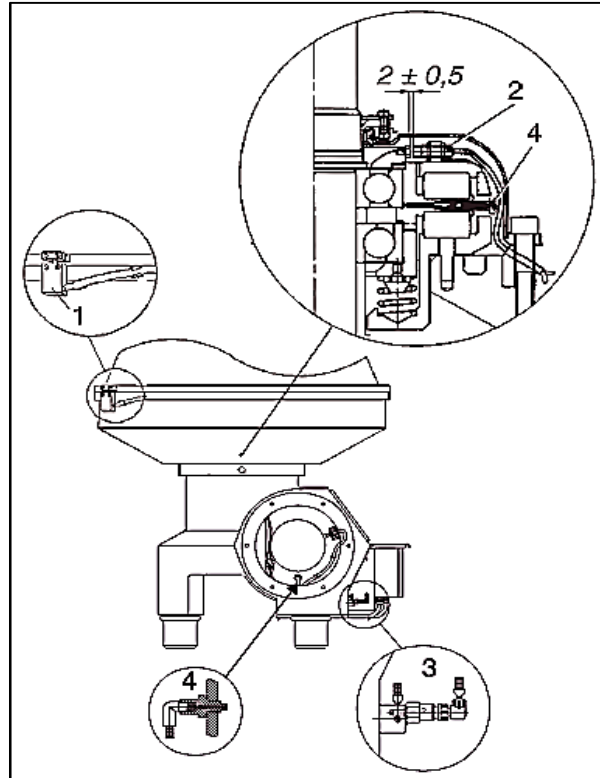
La vitesse de rotation du bol peut également être calculée à partir du rapport de démultiplication et du nombre de tours/minute de l'arbre moteur.

➤ **Détecteur de vibrations (3)**

Le détecteur de vibrations est du type accéléromètre. Le signal doit être converti en un signal utilisable par le système de commande. Des mesures correctives doivent être prises lorsque la valeur dépasse l'une des deux valeurs limites. Ces deux niveaux servent de mise en garde en cas de niveau de vibrations trop important et d'arrêt de sécurité pour cause de balourd excessif.

➤ **Détecteurs de température (4)**

Les détecteurs de température sont installés pour contrôler la température dans le logement du palier à collet et dans le bain d'huile.



**Figure IV.4.** Détecteurs et témoins lumineux.

## IV.5. Éléments principaux de manœuvre

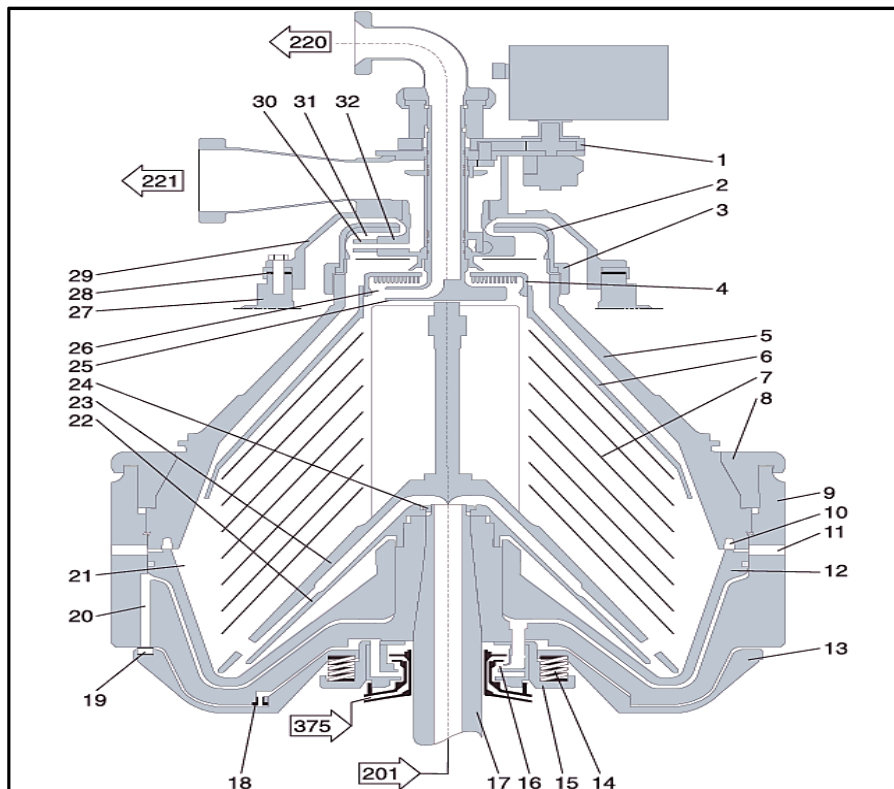


Figure IV.5. Schématisation des principaux éléments de manœuvre.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Élément de réglage Centrizoom                  | 10. Anneau d'étanchéité du chapeau du bol* |
| 2. Couvercle supérieur de la chambre d'évacuation | 11. Orifice de sortie des boues*           |
| 3. Petit anneau de serrage                        | 12. Fond mobile du bol*                    |
| 4. Couvercle inférieur de la chambre d'évacuation | 13. Plateau coulissant*                    |
| 5. Chapeau du bol                                 | 14. Ressort*                               |
| 6. Disque supérieur                               | 15. Support de ressorts*                   |
| 7. Pile de disques                                | 16. Turbine centripète de manœuvre*        |
| 8. Anneau de serrage de grande taille             | 17. Arbre du bol (creux)                   |
| 9. Fond du bol                                    | 18. Embouchure*                            |
|   | 19. Clapet* (3 pcs)                        |
|   | 20. Circuit de vidange*                    |

21. Chambre à boues*	30. Tube d'évacuation (3 pcs) réglable pour la sortie de la phase lourde du liquide Centrizoom
22. Cône de distribution	
23. Distributeur	31. Chambre d'évacuation de la phase lourde du liquide
24. Écrou borgne	
25. Turbine centripète pour la sortie de la phase légère du liquide	32. Support du tube d'évacuation
26. Chambre d'évacuation de la phase légère du liquide	201. Entrée du liquide non séparé
27. Couvercle du bâti	220. Sortie de la phase légère du liquide séparé
28. Bague(s) de réglage de la hauteur	221. Sortie de la phase lourde du liquide séparé
29. Boîtier de sortie	375. Entrée du liquide de chasse et d'appoint*

**IV.5.1. Dispositif d'entrée :**

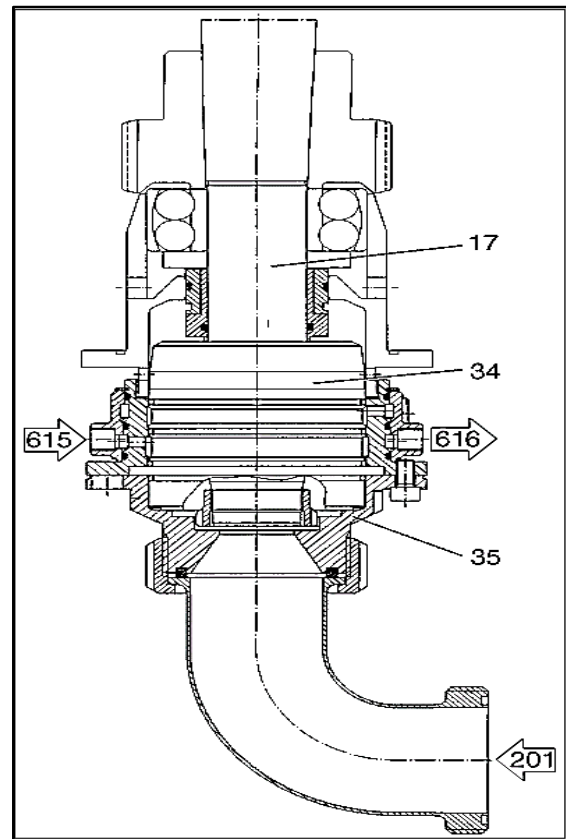
L'entrée du produit (201) se trouve dans la partie inférieure du séparateur. Le produit arrive dans le bol via l'arbre creux du bol (17).

La garniture mécanique (34) étanchéifie l'arbre rotatif du bol et le boîtier d'entrée non rotatif (35).

La garniture se compose principalement de bagues d'usure rotatives et d'anneaux d'étanchéité non rotatifs. Pour réduire le frottement entre les bagues et les anneaux, ils doivent toujours être en contact avec du liquide lorsque le bol tourne. La bague et l'anneau sont donc alimentés en liquide d'étanchéité (raccords 615 et 616).

Les séparateurs alimentés en eau de rinçage n'ont qu'un seul raccord 615 et 204 et pas de sortie 616. L'eau de rinçage du bol est envoyée dans le bol entre le cône de distribution et le fond mobile du bol par le biais de l'arbre de bol. L'eau est mélangée avec la phase lourde du liquide ce qui améliore son homogénéité et l'efficacité du processus de séparation.

- 17. Arbre du bol (creux)
- 34. Garniture mécanique
- 35. Boîtier d'entrée
- 201. Entrée du produit
- 615. Entrée du liquide d'étanchéité
- 616. Sortie du liquide d'étanchéité



**Figure IV.6.** Dispositif d'entrée.

#### IV.5.2. Dispositif de sortie :

Le dispositif de sortie comprend les pièces suivantes :

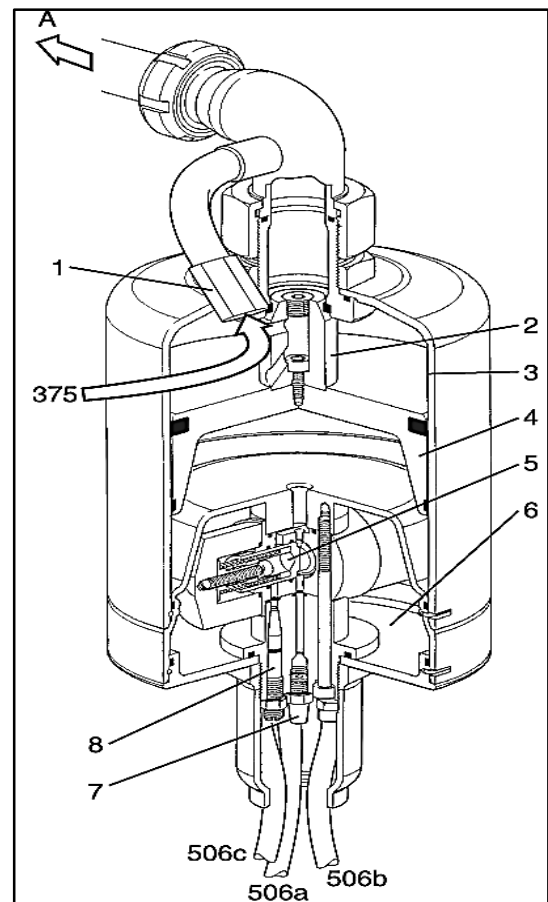
La sortie de la phase lourde du liquide (221). C'est-à-dire le Centrizoom qui comprend la pièce de réglage (1) et trois tubes d'évacuation réglables (30) situés dans la chambre d'évacuation supérieure (31). Les tubes sont reliés au support (32) capable de régler, à l'aide de l'élément de réglage, le rayon des tubes d'évacuation pendant le fonctionnement.

Sortie de la phase légère du liquide (220). Comprend la turbine centripète (25) située dans la chambre d'évacuation inférieure (26) de la partie supérieure du bol.

### IV.5.3. Module d'eau de manœuvre compact (OWMC) :

Deux volumes différents d'évacuation des boues hors du bol du séparateur sont possibles selon la durée de l'augmentation du débit du liquide de manœuvre par le module d'eau de manœuvre (OWMC), c'est-à-dire la durée d'ouverture du bol. On parlera respectivement de petite et grande chasse.

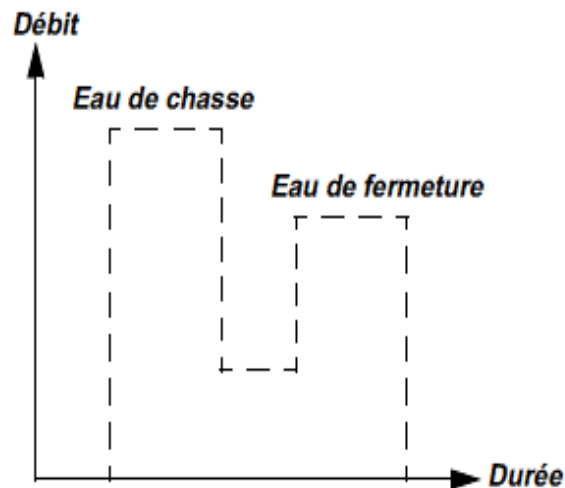
1. Clapet de non-retour
  2. Adaptateur à deux positions
  3. Cylindre à eau
  4. Piston
  5. Distributeur
  6. Réservoir d'air
  7. Silencieux
  8. Soupape à pointeau
375. Entrée du liquide de chasse et d'appoint de l'OWMC
- 506a. Alimentation en air du réservoir d'air
- 506b. Air de signal de petite chasse
- 506c. Air de signal de grande chasse
- A. Sortie du liquide de chasse et d'appoint de l'OWMC vers le bol



**Figure IV.7.** Module OWMC.

Le module OWMC est une construction en acier inoxydable comprenant un réservoir d'air (6), un cylindre à eau (3) avec piston (4) et un distributeur (5). Il est pourvu de raccords pour l'alimentation en air (506a) et l'air de signal (506b et c). Le module OWMC est également pourvu d'une soupape à pointeau (8) qui règle le débit d'air pour la petite chasse et d'un silencieux (7).

Le module OWMC produit un débit en deux temps, c'est-à-dire qu'il envoie le liquide dans un système à une seule canalisation en deux étapes, comme illustré ci-dessous. La première étape produit un gros débit de liquide qui déclenche une chasse des sédiments, tandis que la seconde (avec un débit moins élevé) permet la fermeture du bol tout en ajoutant du liquide de fermeture (d'appoint) dans le bol. Le débit entre ces deux étapes est faible.



**Figure IV.8.** Eau de chasse et de fermeture du bol.

Le module OWMC fait partie intégrante du système d'eau de manœuvre du séparateur. Il augmente instantanément le débit de liquide vers le mécanisme de chasse qui commande la chasse des boues.

L'air comprimé provenant du système de commande d'air (506) est réduit par un régulateur de pression d'air (11). L'air passe directement du régulateur au réservoir d'air (6) via le raccord (506a). L'air de signal (raccords 506 b et c) est contrôlé par les électrovannes (10), voir l'illustration. Lorsque l'air de signal arrive dans le distributeur (5), le piston de la vanne se déplace sur un côté et l'air pénètre dans le réservoir sous le piston (4).

Le piston (4) se déplace vers le haut et pousse le liquide du cylindre à eau dans le système du liquide de manœuvre situé dans la partie inférieure du bol.

- 4. Piston
- 5. Distributeur
- 6. Réservoir d'air
- 7. Silencieux
- 8. Soupape à pointeau
- 10. Électrovanne
- 11. Régulateur de filtre à air avec manomètre
- 12. Armoire de commande en zone de sécurité
- 506. Entrée d'air sous pression (~7 bar)
- 506a. Alimentation en air du réservoir d'air
- 506b. Air de signal de petite chasse d'air.
- 506c. Air de signal de grande chasse

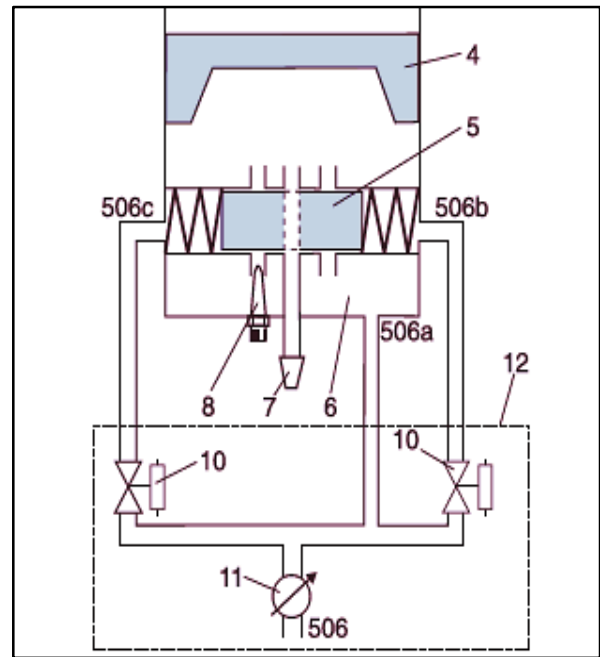


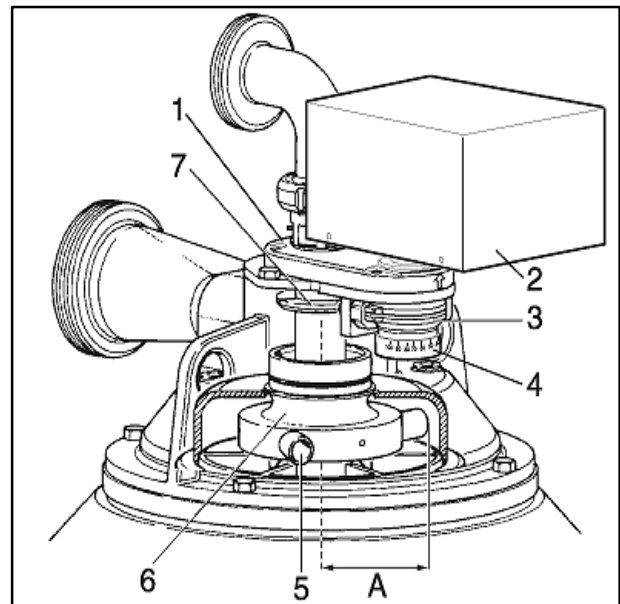
Figure IV.9. Mécanisme de distribution

**IV.5.4. Centrizzoom :**

Le séparateur est équipé d'une unité Centrizzoom pour la sortie de la phase lourde. Ce qui permet de réguler, pendant le fonctionnement, la position de l'interface liquide léger-lourd en modifiant le signal (pression d'air) transmis au positionneur pneumatique (2).

Le positionneur est équipé d'un dispositif de rétroaction électrique. La modification du signal modifie la position finale de la plage de service de l'actionneur (3), les tubes d'évacuation (5) se déplacent vers l'intérieur ou l'extérieur par le biais de la transmission dans la boîte d'engrenages (1) et la douille tournante (7).

1. Boîte d'engrenage
  2. Positionneur pneumatique
  3. Actionneur rotatif
  4. Bague indicateur (0 à 100 %)
  5. Tube d'évacuation
  6. Support du tube d'évacuation
  7. Douille tournante
- A. Rayon des tubes d'évacuation



**Figure IV.10.** Centrizoom.

### Conclusion

La présentation de la centrifugeuse à disque nous a permis de mieux comprendre le principe de fonctionnement du système et les différents éléments principaux pour assurer la séparation des particules solides d'un liquide.

---

# Chapitre V

## Application de la méthode AMDEC

---

### V.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons entamer la partie essentielle de notre étude, ce qui veut dire, remplir les tableaux AMDEC par les résultats de l'analyse dont nous avons effectué sur la centrifugeuse à disque, et mentionner les recommandations possibles pour les défaillances critiques que nous avons trouvées.

### V.2. Application de la méthode AMDEC

#### V.2.1. Initialisation :

Le travail que nous avons effectué dans ce stage est l'application de l'AMDEC au niveau de la raffinerie d'huile sur la centrifugeuse à disques-séparateur ALFA LAVAL PX-95 de la ligne 2 à pour aboutir à des interventions de correction afin d'améliorer sa fiabilité et sa disponibilité.

#### V.2.2. Définition du système à étudier :

Le système à étudier est une centrifugeuse à disques-séparateur ALFA LAVAL PX-95 de capacité (17tonnes/h). Elle est utilisée pour séparer la phase légère (huile) de la phase lourde par la solution centrifuge, comme nous l'avons décrit dans le chapitre IV.

#### V.2.3. Constitution du groupe de travail :

Une étude AMDEC est un travail de groupe.

Alors ce groupe est constitué de deux étudiants en collaboration avec le groupe de maintenance. Cette analyse est effectuée selon un planning précis et à partir de la documentation de la machine et grâce à l'historique d'intervention sur cette machine pour remplir le tableau AMDEC qui suit.

#### V.2.4. L'objectif à atteindre :

Dans cette étude, nous allons fournir à l'unité de raffinage d'huile un moyen de diagnostic de panne plus rapide, ce qui veut dire que nous allons compléter les bases de données de l'application AMDEC et avoir des informations permettant l'établissement d'un programme de maintenance évolutif pour la réduction des défaillances et aussi de réduire le temps d'arrêt des machines et équipement.

#### V.2.5. Mise au point du support de l'étude :

Les supports de l'étude sont fixés par le groupe de travail. Selon l'objectif de l'analyse et le type d'analyse AMDEC, notre support contient six paramètres (fonction, mode de défaillance, causes de défaillance, effet de défaillance, détection, criticité), et les actions correctives sont données dans le tableau V.1 comme suit :

Tableau V.1 : Le support de l'étude.

Date de l'analyse		AMDEC machine				Phase de fonctionnement:	Page:			
		Système:		Sous-ensemble:			Nom:			
Organe	Fonction	Défaillance			Détection	Criticité				Action Corrective
		Mode	Causes	Effet		F	G	N	C	

### V.3. Analyse fonctionnelle

Dans cette partie, nous avons suivi l'analyse fonctionnelle (organigramme) sur la figure V.1 suivante :

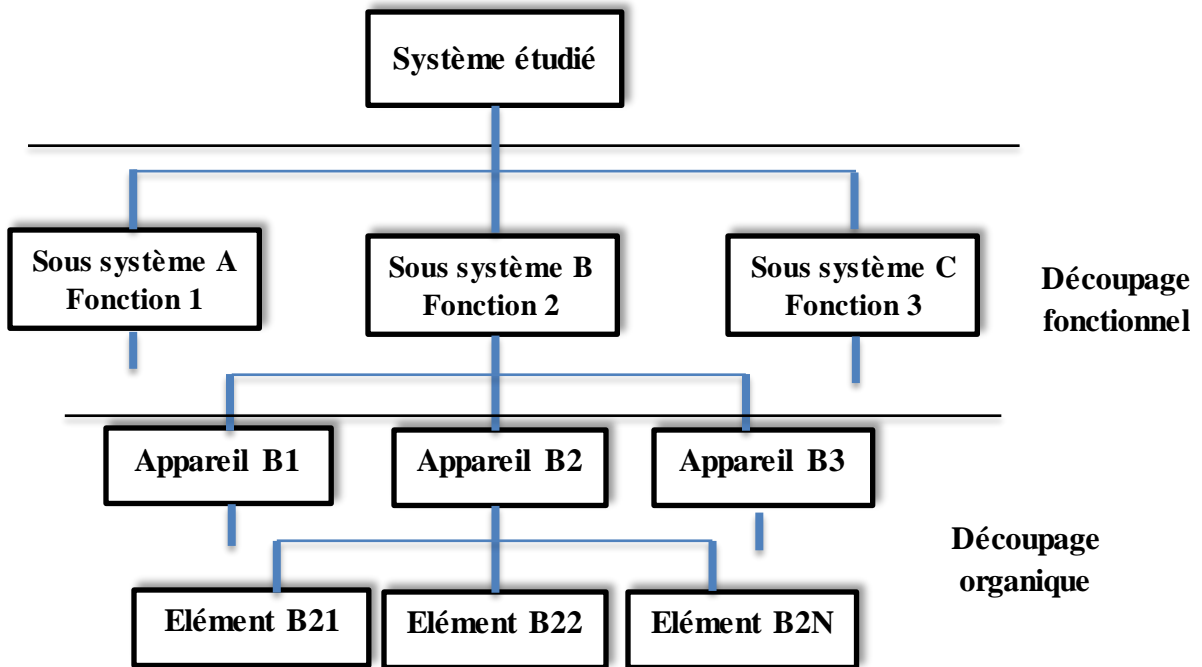


Figure V.1. Organigramme [18].

Cette présentation a pour avantage de mettre en relation les différents composants du système étudié et de montrer leurs contributions dans la réalisation des fonctions du système.

Dans un second temps, chaque fonction sera complétée par un découpage fonctionnel et organique du système étudié.

V.3 .1. Décomposition du système :

On a décomposé le système en cinq sous-système (fonction) comme le montre la figure V.2 ci-dessous.

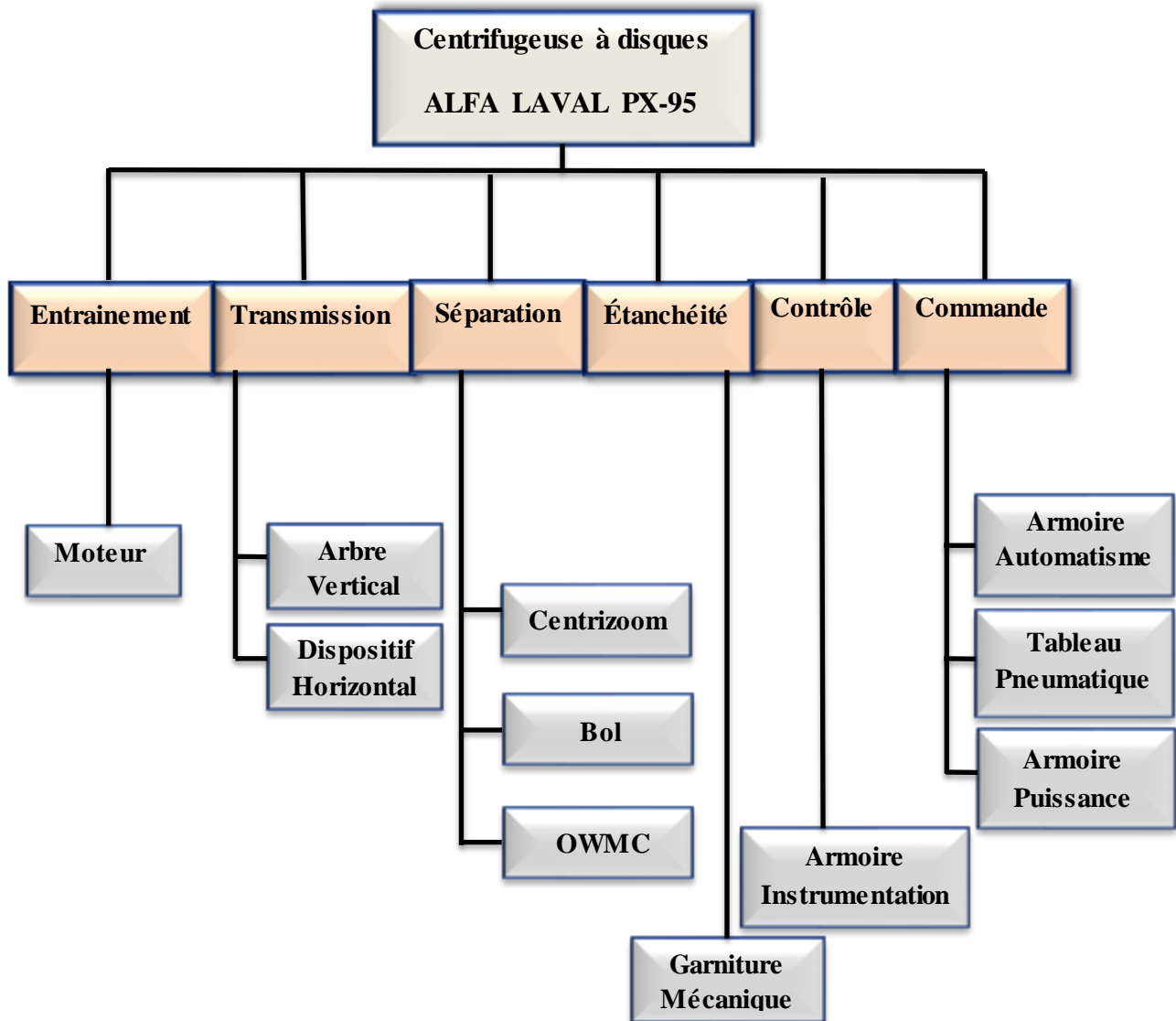


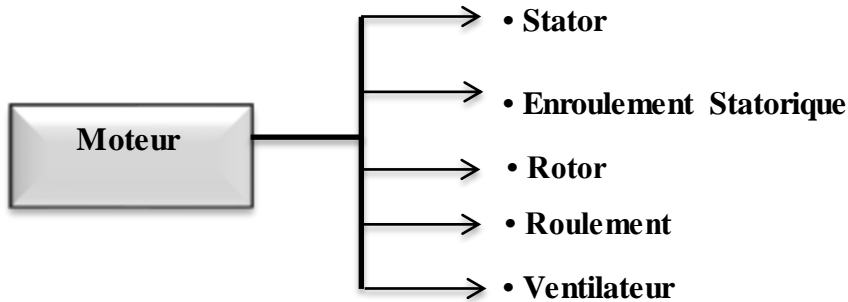
Figure V.2. Décomposition fonctionnelle du matériel.

V.3 .2. Découpage organique :

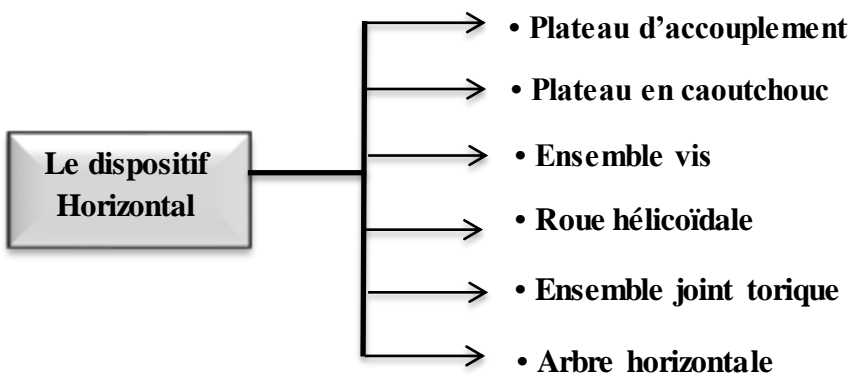
Chaque sous-système est décomposé jusqu'aux organes les plus élémentaires.

Les mécanismes sont décomposés comme suit :

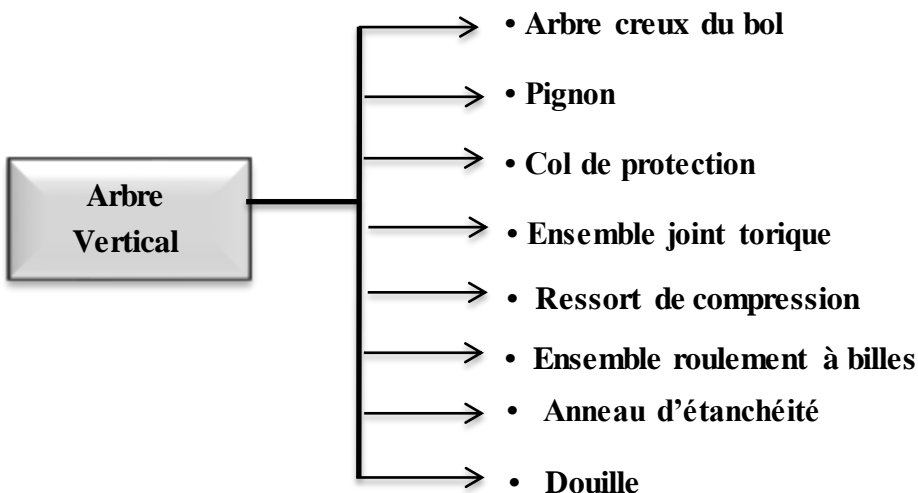
✚ Le 1<sup>er</sup> mécanisme :



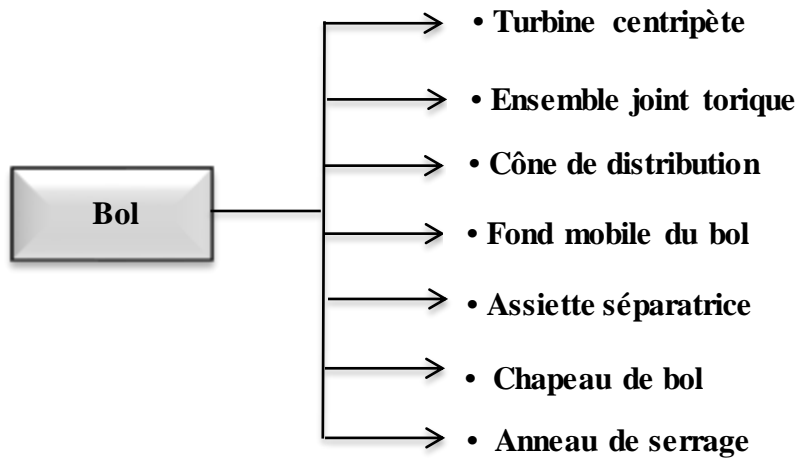
✚ Le 2<sup>ème</sup> mécanisme :



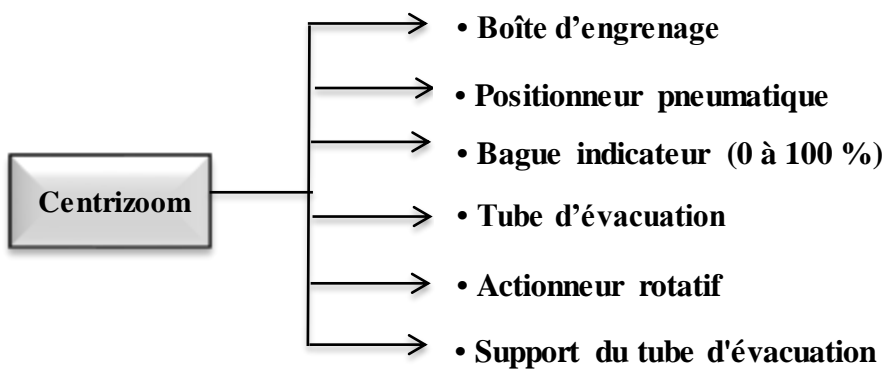
✚ Le 3<sup>ème</sup> mécanisme :



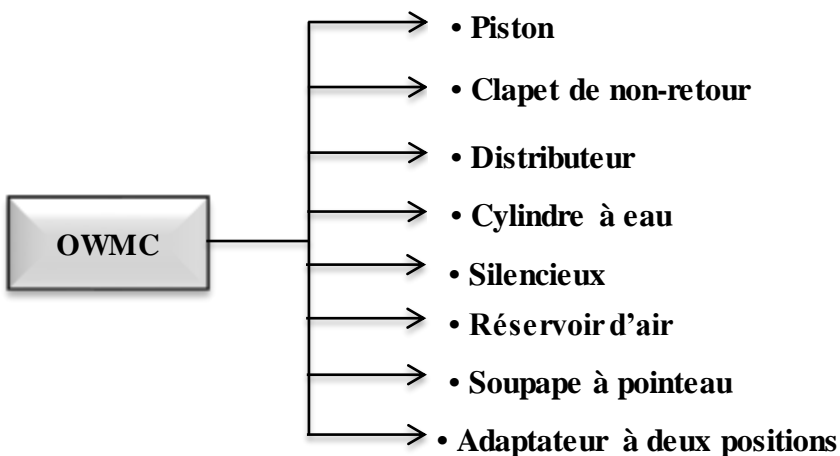
✚ Le 4<sup>ème</sup> mécanisme :



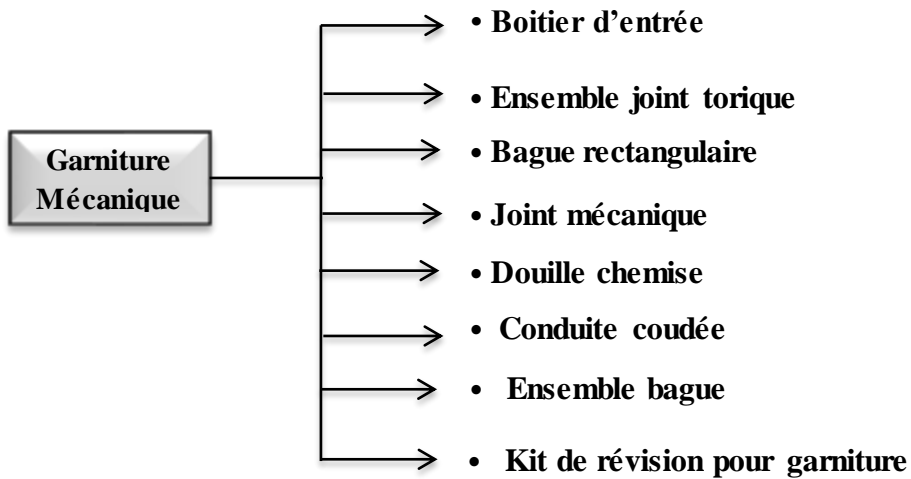
✚ Le 5<sup>ème</sup> mécanisme :



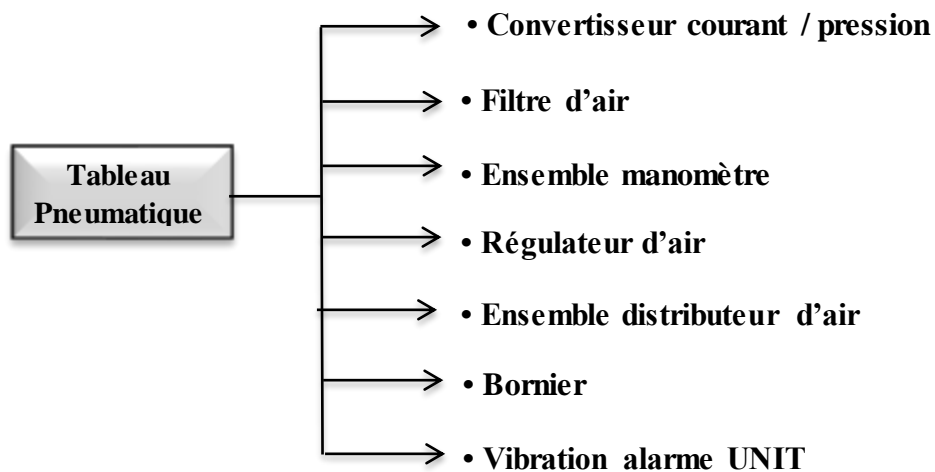
✚ Le 6<sup>ème</sup> mécanisme :



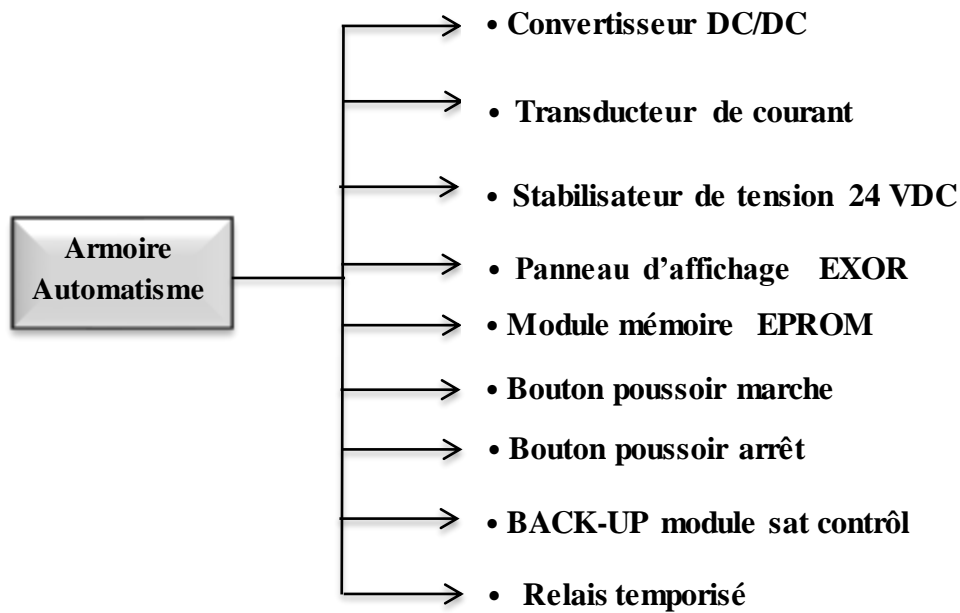
✚ Le 7<sup>ème</sup> mécanisme :



✚ Le 8<sup>ème</sup> mécanisme :



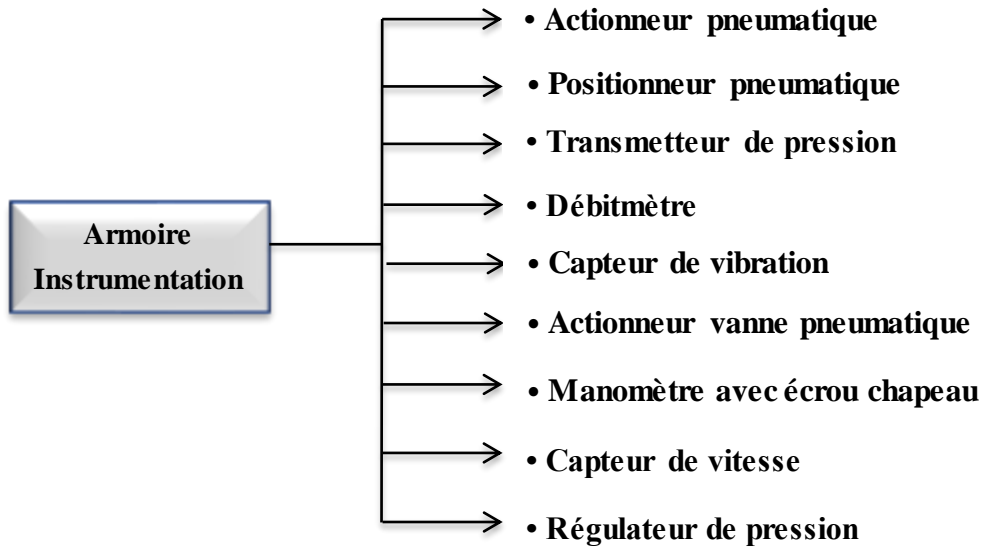
✚ Le 9<sup>ème</sup> mécanisme :



✚ Le 10<sup>ème</sup> mécanisme :



✚ Le 11<sup>ème</sup> mécanisme :



#### V.4. Analyse AMDEC

Cette partie consiste à remplir le tableau AMDEC en suivant les instructions, dont nous avons cité dans le chapitre III.

Date de l'analyse	AMDEC MACHINE - ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITE			Phase de fonctionnement			Page : 1/4 NOM : ADRAR Yassine / HAYOUNE Abdennour			
	Systeme : NEUTRALISATION	Sous-ensemble : CENTRIFUGEUSE A DISQUE		F	G	N		C		
Organe	Fonction	Défaillance		Détection			Action corrective			
		Mode	Causes	Effets	F	G		N	C	
Bol de séparateur	Séparation	Vibration élevée	Colmatage des assiettes	Arrêt de séparation	Vibration	4	1	1	4	Réduire les temps entre chasses
			Bourrage du séparateur		Vibration	4	4	4	64	Mise en place d'un filtre à l'entrée des séparateurs
			Mauvaise répartition des boues		Visuel	4	1	1	4	Démontez et nettoyez le bol du séparateur
			Roulement endommagé		Vibration	1	4	1	4	Remplacez
			Arbre du bol déformé		Vibration	1	4	2	8	Remplacez l'arbre du bol
			Le séparateur ne fait pas de chasse		Affichage	2	3	1	6	Réglage du Volume de chasse
			Défaut d'étanchéité des joints "plateau de manoeuvre, dispositif d'eau de manoeuvre"		ND	2	2	1	4	Changement KIT intermédiaire
			Pression de liquide de chasse insuffisante		Affichage	2	3	1	6	Réglage OWMC
			Module OWMC défectueux		ND	1	2	4	8	Changement du Module
			La phase lourde sortante est contaminée par la phase légère		Affichage	2	2	1	4	Déplacez les tubes vers l'intérieur en modifiant le réglage du Centrizoom sur un % moins élevé de l'indicateur
Centrizoom	Séparation			Affichage	2	2	1	2	Changement des joints	

Centrizoom	Séparation	La phase légère sortante est contaminée par la phase lourde	La position des tubes d'évacuation est trop sortie vers l'intérieur	Arrêt de séparation	Affichage	2	2	1	2	Réglage
			Température de séparation incorrecte		Affichage	2	2	1	4	Réglage
			Débit trop élevé		Affichage	2	2	1	4	Réglage
			Défaut d'étanchéité des joints "chapeau du bol, fond mobile et le rectangulaire"		ND	2	2	4	16	Changeement des joints
			Les assiettes colmatées		ND	1	2	4	8	Démontage et nettoyage
			Les vannes de sortie de la phase légère sont fermées		Visuel	2	2	1	4	Déplacez les tubes vers l'extérieur en modifiant le réglage du Centrizoom sur un % plus élevé de l'indicateur

Date de l'analyse	AMDEC MACHINE -ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITE				Phase de fonctionnement			Page : 2/4 NOM : ADRAR Yassine / HAYOUNE Abdennour		
	Système : NEUTRALISATION	Sous-ensemble : CENTRIFUGEUSE A DISQUE			F	G	N		C	
Organe	Fonction	Défaillance						Criticité		
		Mode	Causes	Effets	Détection	F	G	N	C	
OWMC	Séparation	Le volume de chasse est trop faible	Fermeture excessive de la soupape à pointeau de réglage de la petite chasse	Assiette colmatée	Non détection	1	2	3	6	Réglez la fermeture
			Pression pneumatique de réglage de la grande chasse insuffisante			2	2	2	8	Réglez la pression pneumatique
			Clapet de non-retour défectueux dans la conduite d'eau de manœuvre en amont de l'entrée du module OWMC			2	1	4	8	Contrôlez le fonctionnement du clapet
	Séparation	Le volume de chasse est trop excessif	Pression excessive de l'alimentation en air	Contamination de la phase lourde par la phase légère	Affichage	1	2	1	2	ReRégage du volume d'air
			Défaut d'étanchéité de l'adaptateur à deux pistons			1	2	1	2	Changement des joints de l'adaptateur
			Frottement entre le piston et le cylindre dû à la présence d'impuretés dans l'eau			2	2	4	16	Suivez soigneusement les instructions relatives à la qualité de l'air et de l'eau
	Séparation	Le piston de l'OWMC ne revient pas à sa position initiale	Pression d'eau de manœuvre insuffisante dans la conduite en amont du module	Arrêt de séparation	Affichage	2	2	2	8	Contrôlez la pression de l'eau manœuvre
			Encrassement du silencieux de la sortie d'air du module OWMC			1	2	4	8	Remplacé le silencieux

Garniture mécanique	Etanchéité	Fuite a la garniture	Joint usées	Arrêt de séparation	Visuel	4	2	1	8	Changement périodique des joints
		Carter	Fuite d'eau de manœuvre au niveau du roulement supérieur		Usure des graines de la garniture	Non détection	4	4	4	16
Présence d'eau dans la carter	Visuel									
			Usure des joints de la garniture mécanique		Non détection	1	4	4	16	Changement des joints
Orifice de vidange du carter bouché	Visuel									
			Fuite d'eau de manœuvre au niveau du serpentín		Visuel	1	4	1	4	4
Condensation	Visuel									
			Usure des joints de la garniture mécanique		Non détection	1	4	4	16	Changement des joints
Orifice de vidange du carter bouché	Visuel									
		Fuite d'eau de manœuvre au niveau du serpentín	Visuel		1	4	1	4	4	Réparation du serpentín
Usure des joints de la garniture mécanique	Non détection			1						
		Orifice de vidange du carter bouché	Visuel		1	3	1	3	Débouchage de l'orifice	

Date de l'analyse	AMDEC MACHINE -ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITE				Phase fonctionnement			Page : 3/4 NOM : ADRAR Yassine / HAYOUNE Abdenour		
	Organe	Fonction	Mode	Défaillance	Détection	Criticité				
Système : NEUTRALISATION		Sous-ensemble : CENTRIFUGEUSE A DISQUE		Causes	Effets	F	G	N	C	
Moteur	Bruit	Roulements usés	Mauvais graissage	Mauvais graissage	Surchauffe du câble moteur	Arrêt de séparation	2	4	4	32
							2	4	1	8
		Odeur	Roulements usés	Mauvais graissage	Surchauffe du câble moteur	Arrêt de séparation	1	4	1	4
							1	4	1	4
	Tension d'alimentation trop élevée	Déréglage du convertisseur de fréquence	Déréglage du convertisseur de fréquence	Arrêt de séparation	2	4	1	8		
					2	4	1	8		
	Tempe de démarrage trop lente	Déréglage du convertisseur de fréquence	Déréglage du convertisseur de fréquence	Arrêt de séparation	2	4	1	8		
					2	4	1	8		
	Le moteur ne tourne pas	Bobines grillées	Mauvaise alimentation	Arrêt de séparation	1	4	1	4		
					1	4	1	4		
Arbre vertical	Transmission	Bruit	Usure du roulement du palier de l'arbre	Arrêt de séparation	1	4	1	4		
					1	4	1	4		

Tableau de commande	Commande		Défaut de démarrage du séparateur	Le relais ne fonctionne pas correctement	Arrêt de séparation	Affichage	3	2	1	6	Changement du relais
Séparateur	Commande		Défaut de communication	Défaut de la mémoire	Le moteur ne démarre pas	Affichage	3	2	2	12	Acquittement des défauts
Séparateur	Commande		défaut de démarrage du séparateur	La commande en défaut	Le moteur ne démarre pas	Affichage	2	4	1	8	Acquittement des défauts
Electrovanne	Commande		Défaut d'ouverture	Fausse indication	Fermeture de la vanne	Affichage	3	1	1	3	Acquittement des défauts
Disjoncteur	Commande		Pas de fonctionnement des protections	Détérioration interne du disjoncteur	Arrêt du séparateur	Affichage	2	4	1	8	Changement du disjoncteur
	Commande			Court-circuit		Affichage	2	4	1	8	Changement du disjoncteur

AMDEC MACHINE -ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITE		Page : 4/4								
Système : NEUTRALISATION		NOM : ADRAR Yassine / HAYOUNE Abdenour								
Date de l'analyse	Fonction	Défaillance		Phase fonctionnement						
		Mode	Causes							
Organe	Contrôle	Effets	Détection	Criticité						
				F	G	N	C			
Décteur de vitesse	Contrôle	Décteur de vitesse défaillant	Court-circuit	Le capteur ne détecte pas la vitesse de l'arbre rotatif vertical	visuel	2	4	1	8	Changement du capteur de vitesse
		La valeur de la vitesse ne s'affiche pas	Capteur de vitesse grille	Arrêt de séparation			2	4	1	8
Vanne de contrôle pression de sortie	Contrôle	Défaut de pression	Débit trop important au niveau des vanes de sortie de la phase légère l'huile	Arrêt de séparation	Affichage	2	4	1	8	Réglage de la contre pression
		Raccord d'air endommagé	Usure du raccord	Le Centrizoom ne fonctionne pas	Visuel	4	2	1	8	Changement de raccord
		Vanne défaillante	Membrane usée	Pression élevée à la sortie	Non détection	1	2	4	8	Changement de la membrane
		Présence d'air dans la phase légère	Contre pression de la phase légère trop faible Les tubes d'évacuation et turbine centrifète défectueux	Présence de mousse "turbulence" Présence de mousse "turbulence"	Affichage Non détection	1 1	2 2	1 4	2 8	Réglage de la contre pression Changement des tubes
Manomètre	Contrôle	Défaut de fermeture de la vanne pendant la chasse	Joint usé	Pression élevée à la sortie	Affichage	2	2	2	8	Remplacement des joints
		Fuite d'huile sortie S2 coté manomètre	Joint usé	Indication de débit érronné	Visuel	1	2	1	2	Remplacement des joints

**V.5. Synthèse**

Pour la hiérarchisation des défaillances selon leur criticité, nous utilisons le tableau des actions correctives. Nous éliminons la matrice de criticité car, on ne peut pas négliger le critère de non détection.

**V.5.1. Tableaux des actions correctives à engager :**

Pour les onze mécanismes suivant (Moteur, Dispositif Horizontal, Arbre Vertical, Centrizoom, Bol, OWMC, Garniture Mécanique, Armoire Instrumentation, Armoire Automatisation, Tableau Pneumatique, Armoire Puissance) nous avons relevé trois niveaux de criticité comme suit :

**Tableau n°1 :** Niveau de criticité varié entre ( $1 \leq C < 9$ ), « Acceptable ».

Niveau de criticité	Organes	Actions correctives à engager
Criticité entre $1 \leq C < 9$ « Acceptable »	Bol de séparateur	- Aucune modification de conception. - Maintenance corrective.
	Centrizoom	
	OWMC	
	Garniture mécanique	
	Carter	
	Moteur	
	Arbre vertical	
	Tableau de commande	
	Séparateur	
	Electrovanne	
	Disjoncteur	
	Détecteur de vitesse	
	Vanne de contrôle pression de sortie	
Manomètre		

✚ **Tableau n°2** : Niveau de criticité varié entre ( $9 \leq C < 18$ ), « A traité ultérieurement ».

Niveau de criticité	Organes	Actions correctives
Criticité entre $9 \leq C < 18$ « A traité ultérieurement »	Centrizoom	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration des performances de l'élément.</li> <li>- Maintenance préventive systématique.</li> </ul>
	OWMC	
	Garniture mécanique	
	Carter	
	Séparateur	

✚ **Tableau n°3** : Niveau de criticité varié entre ( $18 \leq C < 64$ ), « Inacceptable ».

Niveau de criticité	Organes	Actions correctives
Criticité entre $18 \leq C < 64$ « Inacceptable »	Bol du séparateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière.</li> <li>- Maintenance préventive conditionnelle.</li> </ul>
	Garniture mécanique	
	Moteur	

**V.5.2 Les opérations préventives :**

À partir des résultats obtenus dans le tableau AMDEC, nous pouvons identifier les organes critiques, et nous pouvons les surveiller et proposer des opérations préventives, afin d'empêcher l'apparition des défaillances.

Vu le manque de certaines informations sur le séparateur, les opérations préventives que nous avons proposées en se basant sur les expériences du groupe de travail sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau V. 3 : Les opérations préventives.

Opération préventive à réaliser	Périodicité
Relever la valeur des vibrations	Relevée des paramètres
Relever la valeur de la vitesse	Relevée des paramètres
Relever la valeur de l'ampérage	Relevée des paramètres
Relever la valeur de la pression à l'entrée	Relevée des paramètres
Relever la valeur de la pression à la sortie	Relevée des paramètres
Relever la pression d'eau	Relevée des paramètres
Vérifier le refroidissement de la garniture mécanique	Relevée des paramètres
Vérifier la contre pression	Relevée des paramètres
Vérifier la Centrizoom	Relevée des paramètres
Contrôler la présence d'eau de manœuvre	Quotidien
Contrôler la propreté du lieu	Quotidien
Vérifier qu'aucun objet étranger à l'armoire n'est posé sur ou à l'intérieur de l'armoire	Quotidien
Contrôler la température interne de l'armoire	Quotidien
Contrôler le rangement des câbles dans les goulottes	Quotidien
Contrôler la pression de l'air comprimé	Quotidien
Contrôler l'absence de bruit sur les contacteurs enclenchés	Quotidien
Contrôler la fixation du couvercle du moteur	Quotidien
Vérifier l'absence de bruit anormal provenant du moteur	Quotidien
Contrôler le rangement de la cale du moteur	Quotidien

Contrôler le non échauffement du moteur par toucher	Quotidien
Contrôler l'isolant thermique des conduites	Quotidien
Contrôler l'étanchéité des conduites	Quotidien
Contrôler l'étanchéité des raccords	Quotidien
Vérifier l'absence de tous corps étrangers posés sur les conduites	Quotidien
Vérification des eaux de refroidissement de la garniture mécanique	Quotidien
Vérification du niveau de l'huile du carter et de son aspect	Quotidien
Vérification de l'absence de bruit au niveau du mécanisme	Quotidien
Vérifier régulièrement à l'aide de la purge le retour des eaux de refroidissement du carter	Quotidien
Vidange du séparateur	Trimestrielle
Remplacement du KIT intermédiaire	Trimestrielle
Vidange du séparateur	Annuel
Remplacement du KIT intermédiaire	Annuel
Remplacement du KIT major	Annuel
Vidange du séparateur	Trois ans
Remplacement du KIT intermédiaire	Trois ans
Remplacement du KIT major	Trois ans
Remplacement du KIT fondation	Trois ans

## V.6. Recommandations

Les mesures de préventions réduisent la probabilité d'apparition de l'événement redouté.

Les mesures de protection réduisent la gravité des conséquences.

Pour mettre en place la prévention des pannes et assuré la protection des équipements, il faut :

- ✓ Intervenir dans les meilleurs délais et respecter les conditions de travail.
- ✓ Hiérarchisés tous les avaries qui survienne sur la centrifugeuse d'une manière horodater et normalisé pour faciliter l'analyse des défaillances en évitant les erreurs informel.

D'après la matrice de criticité que nous avons cité dans le chapitre III (Page 31) et le tableau d'analyse AMDEC, nous recommandant les actions correctives suivante pour une criticité  $C \geq 18$  :

- ✓ Mise en place d'un circuit C.I.P (cleaning in place) pour le nettoyage interne du séparateur.
- ✓ Mise en place d'un filtre à l'entrée du séparateur.
- ✓ Mise en place des alarmes manque d'eau au niveau de la garniture mécanique.

## Conclusion

Dans cette partie nous avons déroulé l'analyse AMDEC suivant les étapes que nous avons citées au début de ce chapitre. Ces étapes ont exigé de collecter des données sur l'équipement étudié. Pour obtenir des informations et dérouler cette analyse, on s'est basé sur le travail de groupe, en exploitant leurs expériences et leurs documentations existantes.

À partir de ces informations que nous avons obtenues et la maîtrise de l'enchaînement de six paramètres (fonction, mode, cause, effet de défaillance, détection, criticité), nous avons pu réaliser un bilan qui regroupe beaucoup d'informations sur la défaillance et son mode, et nous avons proposé des opérations préventives afin de maintenir le bon fonctionnement de la centrifugeuse à disques.

---

# **Conclusion générale**

---

### Conclusion générale

Durant notre stage au sein de l'unité du raffinage de l'huile du complexe agroalimentaire Cevital, nous avons pu mettre les différentes connaissances acquises durant notre formation.

Le travail que nous avons entrepris dans ce mémoire est structuré de la manière suivante : en premier lieu, nous avons présenté le matériel à étudier, puis nous avons présenté l'ensemble des connaissances sur la méthode d'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité (AMDEC).

Suite aux deux parties précédentes, nous avons suivi la procédure pour décomposer et analyser la centrifugeuse à disque, et grâce aux résultats obtenus, on a pu hiérarchiser les causes potentielles des défaillances recensées, puis cibler celles qui sont plus critiques afin de proposer des solutions efficaces pour chaque défaillance.

Nous tenons à préciser que si l'étude que nous avons réalisée est incluse dans le logiciel de GMAO utilisé dans le service maintenance de l'unité du raffinage de l'huile brute d'une manière horodater et normalisé, le diagnostic des défaillances de la centrifugeuse à disque sera plus aisé et rapide, ce qui diminuera sa criticité et entraînera évidemment l'augmentation de la disponibilité de cette dernière.

---

# Bibliographie

---

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

- [01] **Alain Boulenger**, AIDE MÉMOIRE. « Maintenance conditionnelle ». Dunod, Paris, 2008.
- [02] **Ahmad Alali Alhouaij**, « Contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué ». Engineering Sciences- INPG, 2010.
- [03] **Jeremy Laurens**, « Mise en place d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique ». Sciences pharmaceutiques, 2011.
- [04] **L. BENALI**, « MAINTENANCE INDUSTRIELLE ». 5<sup>ème</sup> Année d'Ingénieurs en Génie Mécanique, (Alger) 2006.
- [05] **Estelle Deloux**, « Politiques de maintenance conditionnelle pour un système à dégradation continue soumis à un environnement stressant ». Université de Nantes, 2008.
- [06] **S. BENZAADA/D. FELIACHI**. « La maintenance industrielle ». Office des publications universitaires, (Alger) 2002.
- [07] **Jérémy CICERO**, fiche pratique, référence 0512, <http://www.techniques-ingenieur.fr/>, date de publication : 04/10/2011.
- [08] **Jean FAUCHER**, Dunod, pratique de l'AMDEC. Introduction, Paris 2004.
- [09] <http://bazin-conseil.fr/amdec.html>, dernière modification : 22/04/2015.
- [10] **Prof. Joseph Kélada**, L'AMDEC. Ecole des HEC-1994. Centre d'études en qualité totale Sous la direction du prof. Joseph Kélada.
- [11] **Gaith Braham**, AMDEC appliquée sur un réseau de communication industrielle, <https://www.academia.edu>.
- [12] **Linda Zhao**, Applications et limites de l'AMDEC. Analyse et évaluation, Traitement Financement, Cas pratiques Exemples. MAR-III-10-37.
- [13] **Gérard Landy**, AMDEC, guide pratique 2<sup>ème</sup> édition, AFNOR, 2007.

## Références bibliographiques

---

[14] <http://Equipe Zinc> - PRT 2009 - politiques de maintenance.

[15] **Eric METAIS-DEVINCI Conseil**, DEVINCI conseil-stratégie et organisation industrielle-ingénierie des produits et des processus, année 2004.

# Résumé

La continuité de la production d'une entreprise est assurée par une bonne maintenance, et par l'application des méthodes d'analyse de défaillance.

L'analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités est l'une des méthodes les plus utilisées dans l'industrie, car elle permet de recenser les causes potentielles de défaillance et les hiérarchiser selon leurs criticités.

Notre travail consiste à mettre en place cette analyse pour une centrifugeuse à disques, afin d'avoir un moyen de diagnostic et d'améliorer la disponibilité de celui-ci.

Mots-clés : Maintenance, Défaillance, Analyse, Mode, Effet, Criticité, Disponibilité.

# Abstract

The continuity of the production of a company is ensured by a good maintenance, and the application of the methods of analysis of failure.

The analysis of the modes of failure, their effects and of their criticalities is one of the methods most used in industry, because it makes it possible to count the potential causes of failure and to treat on a hierarchical basis them according to their criticalities.

Our work consists in setting up this analysis for a juice extractor with records (disks), in order to have a means of diagnosis and of improved the availability of this one.

Keywords: Maintenance, Failure, Analyze, Mode, Effect, Criticality, Availability.