

## **REMERCIEMENT**

Je remercie au premier lieu le seigneur Dieu tout puissant.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire.

Principalement à mon encadreuse Mme Issaoui Louisa, qui a guidé mes pas, mes enseignants pour avoir travaillé nettement avec moi et les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à tout le personnel en particulier Mr Geusmi Oussama pour sa prise en charge, m'avoir donné l'occasion de réaliser mon travail de terrain avec extrême bienveillance, pour ses orientations et ses encouragements durant mon stage pratique.

Je veux également exprimer ma reconnaissance à ma famille, mes camarades, ainsi que tous mes amis pour leur soutien moral et qui m'ont incessamment soutenue.

**Hajji Mohamed**

# **DÉDICACE**

## **A mon père**

En reconnaissance de tout l'effort qu'il m'a réservé, qu'il trouve ici le fruit de son sacrifice et de son encouragement. Pour tout ton amour, ta patience, tes sacrifices qui m'ont toujours comblé, aucun ne peut exprimer mon éternelle reconnaissance.

Ton fils gâte te dédie sa réussite en espérant être ton fils que tu as souhaité avoir et ne jamais te décevoir.

## **A ma mère**

Ton dévouement, ton émotion, ton amour m'ont toujours aidé. Que ce travail soit la récompense de tes sacrifices, bien que je ne m'en acquitte à jamais.

Ta satisfaction restera toujours mon but.

## **A mes sœurs**

Pour votre amour et votre soutien durant toutes mes études. Que dieu vous protège et vous garde. Veuillez, trouvez dans ce modeste travail le témoignage de mon grand amour et mon profond attachement.

A la personne qui m'a appris comment aimer

Comment vivre pour les autres,

Que dieu la garde.

**Hajji Mohamed**

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE .....</b>	<b>2</b>
<b>Introduction :.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Présentation d'accueil de la société :.....</b>	<b>3</b>
1.1. Généralité :.....	3
1.2.Historique de l'entreprise :.....	4
1.3.A propos de la société :.....	4
1.4.Localisation :.....	5
<b>2. Services et équipements : .....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE II : GENERALITE SUR LES GROUPES ELECTROGENES.....</b>	<b>8</b>
<b>Introduction :.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Généralité sur les groupes électrogènes : .....</b>	<b>9</b>
1.1. Définition :.....	9
1.2.Les différents types de groupes électrogènes : .....	10
1.2.1.Groupe électrogène à essence :.....	10
1.2.2.Groupe électrogène diesel : .....	11
<b>2. Les parties du groupe électrogène : .....</b>	<b>12</b>
2.1.Partie Mécaniques :.....	12
2.1.1..Le moteur diesel et leur cycle : .....	12
2.1.2.Les circuits :.....	13
2.1.3.Système de démarrage :.....	19
2.2.Partie Electrique :.....	22
2.2.1.Alternateur :.....	22
2.2.1.1.Définition : .....	22
2.2.1.2.Les composants : .....	23
2.2.1.3.Principe de fonctionnement :.....	25
2.2.2.Diodes :.....	25
2.2.3.L'AVR :.....	26
2.2.3.1.Définition : .....	26
2.2.3.2.Fonctionnement :.....	26

2.3.Partie commande :	27
<b>3. Conclusion :</b>	<b>28</b>
<b>CHAPITRE III : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE ET ETUDE AMDEC ..</b>	<b>30</b>
<b>Introduction :</b>	<b>31</b>
<b>1. Généralités sur la maintenance :</b>	<b>31</b>
1.1.Définition de la maintenance :	31
1.2.Les types de la maintenance :	32
1.2.1.La maintenance préventive :	32
1.2.1.1.La maintenance préventive systématique :	32
1.2.1.2.La maintenance préventive conditionnelle :	32
1.2.1.3.La maintenance préventive prévisionnelle :	32
1.2.2.La maintenance corrective :	33
1.3.Les activités de la maintenance :	33
1.3.1.L'inspection :	33
1.3.2.La surveillance :	33
1.3.3.La réparation :	33
1.3.4.Le dépannage :	33
1.3.5.L'amélioration :	34
1.3.6.La modification :	34
1.3.7.La révision :	34
1.3.8.La reconstruction :	34
1.4.L'objectif de maintenance :	34
1.5.Les temps de la maintenance :	35
<b>2. La méthode AMDEC :</b>	<b>35</b>
2.1.Définition .....	35
2.2.Historique d'AMDEC :	36
2.3.But d'AMDEC :	36
2.4.Types d'AMDEC :	36
2.5.Description de l'enchaînement des opérations :	37
2.5.1.Analyses de système :	37
2.5.2.Analyse qualitative :	37
2.5.3.Analyse quantitative :	38
2.5.4.Synthèse et exposition des résultats :	40
2.6.Tableau générale AMDEC :	40

2.7.Diagramme d'ISHIKAWA :.....	40
<b>Conclusion : .....</b>	<b>43</b>
<b>CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA METHODE AMDEC SUR LE GROUPE</b>	
<b>ELECTROGENE AUSONIA 600KVA.....</b>	<b>44</b>
<b>Introduction :.....</b>	<b>45</b>
<b>1. Description du groupe électrogène : .....</b>	<b>45</b>
1.1.Description du groupe :.....	46
1.2.Le moteur thermique :.....	46
1.3.Alternateur : .....	47
1.4.Les autres composantes : .....	47
<b>2. Décomposition structurelle :.....</b>	<b>51</b>
<b>3. Analyse AMDEC : .....</b>	<b>53</b>
3.1.Application AMDEC .....	54
3.2.La criticité : .....	69
3.2.1.Application la criticité : .....	69
3.2.2.Tableau de nombre des causes : .....	69
3.3.Préparation et élaboration une plan de maintenance préventive :.....	70
<b>Plan de maintenance préventive de Groupe électrogène.....</b>	<b>70</b>
3.4.Préparation et élaboration une plan de maintenance correctif : .....	73
<b>Conclusion : .....</b>	<b>74</b>
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>76</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: vue globale l'hôtel Anantara .....	3
Figure 2: Organigramme de la société. ....	4
Figure 3: Localisation d'Anantara.....	5
Figure 4:vue d'hôtel Anantara.....	6
Figure 5: Schéma processus de conversion d'énergie par un groupe électrogène. ....	9
Figure 6: Groupe électrogène à essence .....	10
Figure 7: Groupe électrogène diesel.....	11
Figure 8: Les différents temps de fonctionnement d'un moteur diesel .....	13
Figure 9: Circuit d'alimentation Diesel.....	14
Figure 10: Le réservoir de carburant .....	14
Figure 11: Le pré filtre .....	15
Figure 12: Le filtre à carburant .....	15
Figure 13: Pompe d'injection.....	16
Figure 14: Le circuit de lubrification .....	16
Figure 15: Le refroidissement par air .....	17
Figure 16: Refroidissement par eau .....	18
Figure 17: Principe du refroidissement .....	19
Figure 18: Système de démarrage .....	20
Figure 19: Démarrage électrique en phase d'appel.....	21
Figure 20: Démarrage électrique en phase de maintien .....	21
Figure 21: Démarrage électrique en phase d'arrêt .....	22
Figure 22: circuit de l'Alternateur.....	23
Figure 23: stator .....	23
Figure 24: Rotor à pôle saillant .....	24
Figure 25: Rotor à pôle lisse .....	25
Figure 26: Principe de fonctionnement .....	26
Figure 27: Panneau de commande et de contrôle.....	28
Figure 28: schéma de types de la maintenance .....	32
Figure 29: Temps caractéristique lors d'une intervention. ....	35

Figure 30: Caractéristiques de G.E AUSONIA 600KVA.....	45
Figure 31: Vue de moteur thermique. ....	46
Figure 32: Vue partie électrique.....	47
Figure 33: Vue de partie commande .....	48
Figure 34: Vue de l'écran.....	48
Figure 35: Vue de ventilateur.....	48
Figure 36: Vue de l'armoire électrique .....	49
Figure 37: Vue d'Alternateur .....	49
Figure 38: Vue de Caractéristiques .....	49
Figure 39: Vue de Batterie .....	50
Figure 40: Vue d'électrovannes carburant .....	50
Figure 41: Vue de Filtre à huile .....	50

## LISTE ES TABLEAU

Tableau 1: Fiche technique de la société.....	4
Tableau 2: grille de l'échelle de gravité. ....	38
Tableau 3: grille de l'échelle de fréquence. ....	39
Tableau 4: grille de l'échelle de non détection .....	39
Tableau 5: grille de l'échelle de criticité. ....	39
Tableau 6: Tableau de l'AMDEC. ....	40
Tableau 7: AMDEC de sous-système moteur diesel : Les organes fixes et mobiles. ....	54
Tableau 8: AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit de refroidissement.....	58
Tableau 9: AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit d'air.....	59
Tableau 10: AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit d'alimentation.....	60
Tableau 11: AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit de lubrification.....	62
Tableau 12: AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit électrique.....	64
Tableau 13: AMDEC de sous-système Partie commande. ....	65
Tableau 14: AMDEC de sous-système Alternateur .....	67
Tableau 15: classement de la criticité .....	69
Tableau 16: de nombre des causes .....	69
Tableau 17: Plan de maintenance préventive de Groupe électrogène.....	70



## Introduction générale

Avec la demande croissante d'énergie électrique, en particulier ces dernières années, la production d'énergie électrique est devenue l'une des industries les plus importantes au monde ; car de nombreuses technologies ont émergé de pour la production de cette énergie (que ce soit à partir de carburants ou d'énergies renouvelables...etc.) ou pour la stocker, parmi ces technologies de production les groupes électrogènes ces qui est devenu nécessaire pour la pérennité de l'énergie électrique ou sa fourniture en cas de l'interruption ou l'absence de celle-ci, qui peut menacer la vie humaine ou peut causer des pertes financières très importantes, car certains activités nécessitent la présence d'une énergie électrique continue à tout moment (par exemple dans les hôpitaux).

Tout système électromécanique est sujet à des dysfonctionnements, en particulier dans la partie mécanique, voici le rôle de la maintenance à travers lequel le plan de travail et les interventions sur les équipements peuvent être déterminées grâce au développement des technologies de diagnostic et de contrôle, et à partir des capteurs, une nouvelle maintenance se développe aujourd'hui. Elle utilise des techniques de prédiction détaillées comme la méthode AMDEC par exemple, cette méthode vise à être une étude approfondie du système afin d'identifier les différents défauts possibles, identifier les causes et évaluer l'effet sur la .production et la maintenance, Cela facilite la correction des défauts qui se sont produits ou qui devraient se produire.

Nous présentons donc ce travail qui décrit ces groupes électrogènes et identifie les risques de défaillance auxquels ces groupes peuvent être exposés. Nous allons présenter dans le premier chapitre de généralité sur les groupes électrogènes. Le deuxième chapitre va définir les différents partis qui constituent un groupe électrogène. Ensuite nous allons identifier les défauts dans la partie mécanique de ces groupes, et comment les maintenir dans le troisième chapitre. Puis, dans le quatrième chapitre nous avons étudiés l'application de la méthode AMDEC sur le groupe électrogène AUSONIA 600 KVA.

## **Chapitre I : Présentation de l'entreprise**

## **Introduction :**

Ce premier chapitre s'intéresse essentiellement à la présentation générale de l'organisme d'accueil de l'entreprise, à savoir ANANTARA, ainsi qu'une brève mise en situation du cadre de notre projet.

### **1. Présentation d'accueil de la société :**

#### **1.1. Généralité :**

L'hôtel ANANTARA Tozeur, l'une des plus belles stations touristiques au monde.

Ce projet exceptionnel au cœur du désert de Tozeur a été réalisé avec une expertise et des compétences entièrement tunisiennes.

ANANTARA offre une porte d'entrée luxueuse aux anciennes merveilles culturelles et désertiques, le nouvel resort présente un design arabe et nord-africain exquis, entouré d'un désert majestueux, de palmiers imposants et de vues infinies sur le lac salé.

L'ANANTARA vous donne rendez-vous à Tozeur, plus précisément en bord de lac. Tombez sous le charme de la beauté naturelle des environs au détour des emblématiques.



**Figure 1:** vu globale l'hôtel Anantara

## 1.2. Historique de l'entreprise :

Ce projet a été inauguré le 1<sup>er</sup> décembre 2019.

## 1.3. A propos de la société :

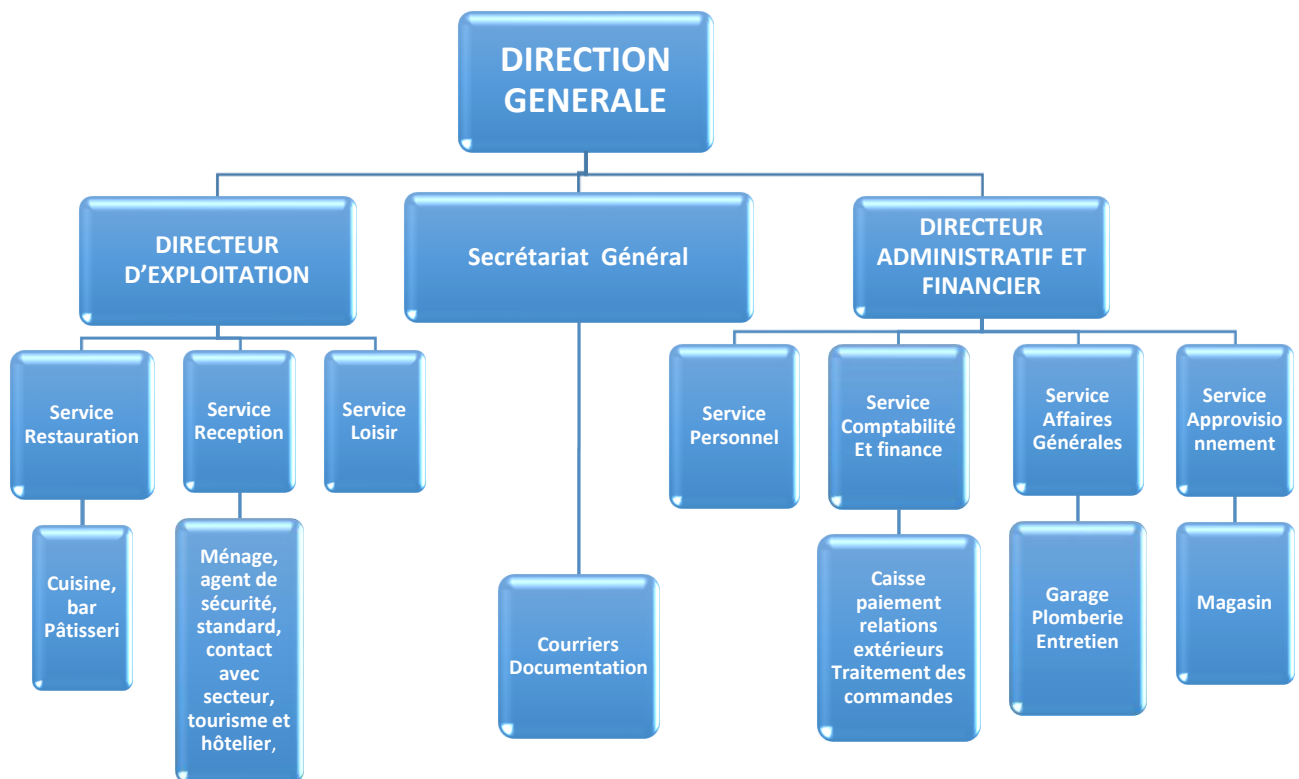
Il s'agit d'un projet du groupe "Qatari Diar" à Tozeur, qui comprend une unité hôtelière de 50 chambres et 43 villas de luxe d'une superficie qui peut aller jusqu'à 900 m<sup>2</sup>, des piscines luxuriantes, un spa relaxant, six restaurants, ainsi qu'un village de l'artisanat.

Ce tableau décrit la fiche technique de la société :

**Tableau 1:** Fiche technique de la société

Nom	ANANTARA
Capitale sociale	160.000 Dt
Adresse	Mrah lahwar 2200, Tozeur
Téléphone	<b>70 100 800</b>
E-mail	<a href="mailto:anantara.com">anantara.com</a>

La figure ci-dessous représente l'organigramme de l'entreprise.



**Figure 2:** Organigramme de la société.

#### 1.4. Localisation :

Il a été construit au cœur de l'oasis de palmiers à quelques kilomètres de l'aéroport international de Tozeur- Nafta et du célèbre site Star Wars.

À moins de 10 minutes de Tozeur, ANANTARA se fonde dans l'environnement sableux du chott El Jerid.

Exactement, l'hôtel a situé à Mrah lahwar 2200, Tozeur, Tunisie.



**Figure 3:** Localisation d'Anantara

#### 2. Services et équipements :

Les installations comprennent 93 options d'hébergement luxueuses, cinq restaurants dont un village culturel arabe, un spa, des courts de tennis éclairés, une salle de sport avec un studio de yoga et un club pour enfant.

##### Les chambres :

Les 93 chambres sont agrémentées de touche de confort comme une literie de qualité supérieure et un système de réglage de la climatisation, en plus de services et équipements comme l'accès Wi-Fi à internet gratuit.

##### Restaurants:

Sarab: restaurant familial sur place.



Mekong : ce restaurant gastronomique sert le diner. Réservation obligatoire. Ouvert tous les jours.

Berber nights : ce café-restaurant. Réservation obligatoire. Ouvert tous les jours.

Whiskeypedia : bar sur place. Ouvert tous les jours.

Oasis : ce bistrot en bord de piscine set déjeuné. Ouvert tous les jours.

### **Spa :**

Sur place le spa dispose de 4 salles de soin, il comprend un sauna et un hammam.



**Figure 4:**vue d'hôtel Anantara.

## **Conclusion**

Pour être à un haut niveau des services de l'entreprise, il faut utiliser un dispositif autonome capable de produire de l'électricité, l'énergie électrique est devenue l'une des énergies le plus importante et nécessaire dans ce cas, parmi les technologies de production les groupes électrogènes ces qui est devenu nécessaire pour la pérennité de l'énergie électrique ou sa fourniture en cas de l'interruption ou l'absence de celle-ci, qui peut menacer la vie humaine ou peut causer des pertes financières très importantes.

Donc dans le deuxième chapitre, on va étudier la généralité sur les groupes électrogènes.

## **Chapitre II : Généralité sur les groupes électrogènes**



## Introduction :

Les groupes électrogènes ont été créés dans le but de subvenir au besoin en cas de coupure électrique et aussi pour fournir de l'énergie électrique dans ce cas sa présence est indispensable pour éviter toute perte financière et humaine tel que les hôpitaux, les zones industrielles, centres informatiques, les pompiers pour les interventions...

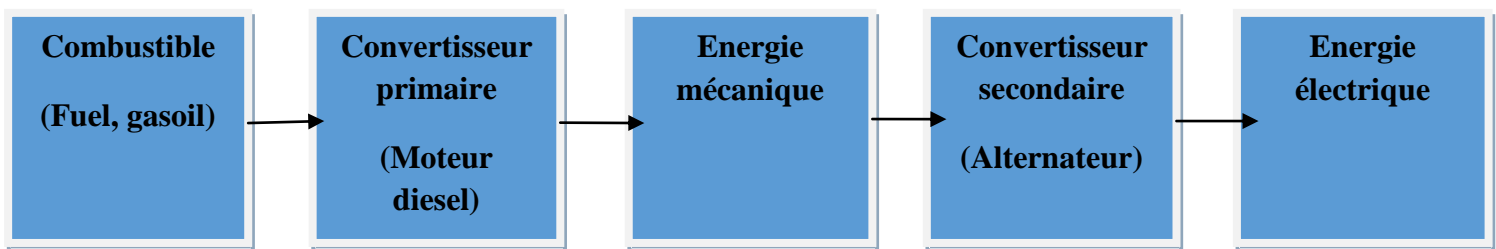
### 1. Généralité sur les groupes électrogènes :

#### 1.1. Définition :

Un groupe électrogène est un dispositif autonome utilisé pour produire de l'électricité. Il se compose généralement d'un moteur thermique qui entraîne un alternateur. Les groupes électrogènes peuvent varier en taille et en poids, allant de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes.

La puissance d'un groupe électrogène est généralement exprimée en VA (voltampère) ou en KVA (kilo voltampère), en fonction de sa capacité de production électrique. L'utilisation d'un groupe électrogène est principalement basée sur l'alimentation de secours, fournissant de l'électricité en cas de coupure ou d'absence d'électricité provenant du réseau principal.

Les groupes électrogènes sont composés de générateurs ou d'alternateurs ainsi que de moteurs thermiques qui entraînent la production d'énergie électrique. L'alternateur a pour rôle de générer la puissance électrique, tandis que le moteur thermique est responsable de l'entraînement du générateur.



**Figure 5:** Schéma processus de conversion d'énergie par un groupe électrogène.

## 1.2. Les différents types de groupes électrogènes :

Il existe deux types de groupes électrogènes dont le rôle est de produire de l'énergie. Ils ont un même principe de fonctionnement mais n'utilisent pas la même technologie.

Nous avons :

- Groupes électrogènes à essence.
- Groupes électrogènes diesel.

### 1.2.1. Groupe électrogène à essence :

Ce sont les plus utilisés et les plus courants. Ils sont généralement destinés à un usage domestique grâce à leur polyvalence.

Le démarrage peut se faire à l'aide d'un démarreur électrique ou par un lanceur manuel.

Les groupes électrogènes à essence ont une puissance électrique disponible qui va de 1,5 à 6 KW pour les plus gros. Ils sont très adaptés aux ménages car ils produisent moins de nuisances sonores.

Ces groupes délivrent une alimentation monophasée avec plusieurs circuits disponibles sur ceux de grosse puissance. Ils ont une motorisation qui varie entre 2 et 4 temps.



**Figure 6:** Groupe électrogène à essence

### 1.2.2. Groupe électrogène diesel :

Sont à la fois bruyants et puissants. Etant conçus pour un usage intensif, ils ne sont pas très adaptés aux ménages. Ce type de groupe électrogène dispose d'une motorisation de 4 temps. Les alimentations électriques varient d'un modèle à l'autre. Celles-ci peuvent être mixtes, monophasées ou triphasées.

Quant à la puissance de ce type de groupe, elle peut même dépasser les milliers de KW. Tout dépend des besoins de chacun. Enfin, concernant le démarrage, il est tout à fait possible de trouver des modèles dotés d'un démarreur automatique sur le marché.



**Figure 7:** Groupe électrogène diesel

## **2. Les parties du groupe électrogène :**

### **2.1. Partie Mécaniques :**

Les différentes parties ou sous-ensembles d'un groupe électrogène à gasoil sont :

- Le moteur Diesel
- Le système électrique du moteur
- Le système de refroidissement ;
- L'alternateur
- Le réservoir de carburant et le bâti
- L'isolation antivibratoire (anti vibreurs de réduction des vibrations)
- Le système d'échappement et les silencieux
- Le système de commande.

Les principales parties de puissance sont le moteur diesel et l'alternateur.

#### **2.1.1..Le moteur diesel et leur cycle :**

Encore appelé moteur à injection, a un fonctionnement peu différent de celui des moteurs à essence. Le cycle du moteur diesel comprend quatre temps classés dans l'ordre admission, compression, injection et échappement. Ce cycle s'effectue en deux tours complets du vilebrequin. On distingue en détail et dans l'ordre comme temps du moteur diesel.

##### **❖ L'admission :**

C'est le premier temps. lors de la phase d'admission, de l'air frais est aspiré dans le cylindre du moteur diesel lorsque le piston se déplace vers le bas. Contrairement aux moteurs à essence, les moteurs diesel n'ont pas de système d'allumage. L'air est donc seulement comprimé lors de cette phase..

##### **❖ La compression :**

C'est le deuxième temps, temps durant lequel l'air admis est comprimé. Une fois que l'air est admis dans le cylindre, le piston remonte, comprimant l'air à une pression élevée. Cette compression comprime également l'air à une température élevée.

##### **❖ La combustion :**

Le piston est au PMH (Point Mort Haut), et les soupapes sont fermées. Un injecteur projette

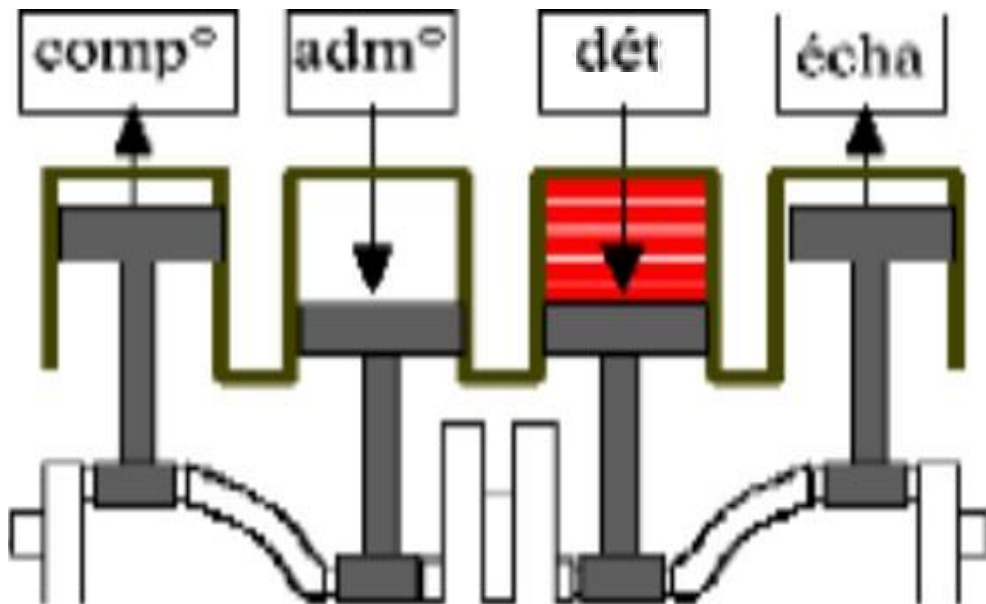
Au sommet de la compression, du carburant diesel est injecté dans le cylindre sous forme de fines gouttelettes. Lorsque le carburant entre en contact avec l'air chaud et comprimé, il s'enflamme spontanément en raison de la température élevée. Cette combustion crée une expansion rapide des gaz brûlés, poussant le piston vers le bas.

#### ❖ L'échappement :

Une fois que le piston est poussé vers le bas par l'expansion des gaz de combustion, il revient à sa position initiale en évacuant les gaz d'échappement produits par la combustion. Les gaz d'échappement sortent du cylindre par la soupape d'échappement.

Le cycle se répète ensuite pour chaque cylindre du moteur diesel.

La figure suivante présente ces quatre temps.

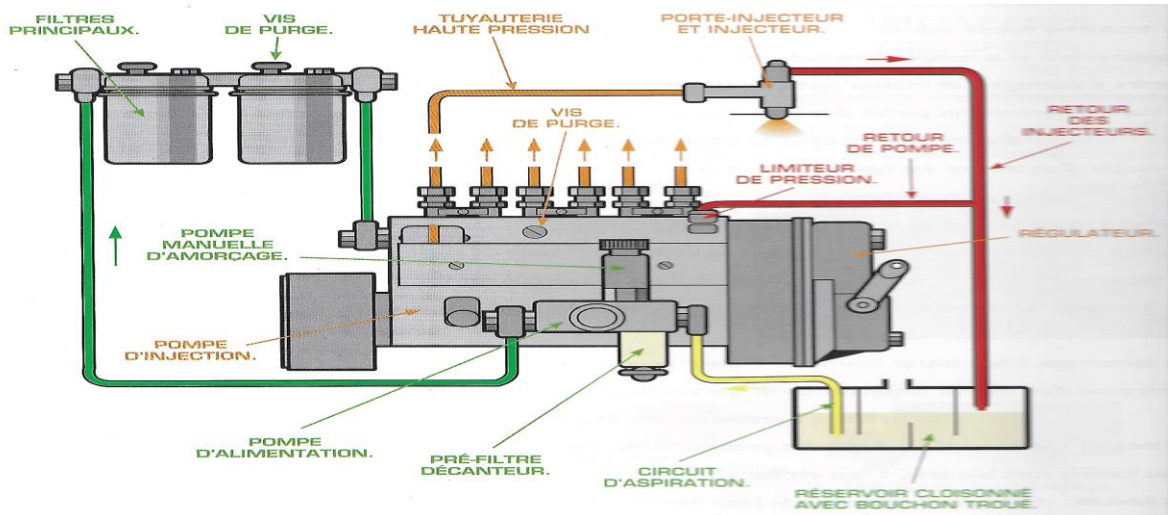


**Figure 8:** Les différents temps de fonctionnement d'un moteur diesel

### 2.1.2. Les circuits :

#### ❖ Circuit d'alimentation Diesel :

Le circuit d'alimentation en combustible a pour rôle d'amener à chaque cylindre une quantité déterminée de combustible parfaitement filtré, parfaitement dosé sous haute pression, à un moment précis et ce quelle que soient les conditions d'utilisation du moteur. Il comprend entre autre.



**Figure 9:** Circuit d'alimentation Diesel

➤ Le réservoir de carburant :

Les groupes électrogènes possèdent un réservoir de carburant interne à partir duquel ils s'alimentent directement, et dont il est uniquement nécessaire de contrôler le niveau pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement. Dans certains cas, pour des raisons d'autonomie, pour répondre à une consommation accrue, ou encore pour réduire la fréquence des opérations de ravitaillement, un réservoir externe de plus grande taille est ajouté afin de maintenir le niveau de carburant dans le réservoir interne ou alimenter directement le groupe.

Enfin, la conception du système de carburant doit être adaptée aux caractéristiques du groupe électrogène installé et de ses composants, en tenant compte de la qualité, de la température, de la pression et du volume de carburant à fournir, et en évitant la pénétration d'air, d'eau, d'impuretés et d'humidité.



**Figure 10:** Le réservoir de carburant



➤ **Le pré filtre:**

Le pré filtre est monté en série entre le réservoir et la pompe d'alimentation ; son rôle est séparer l'eau du carburant et d'éliminer les résidus qui y sont présents, les empêchant d'être aspirés vers le moteur et provoquant des problèmes d'oxydation, de corrosion et de cavitation dans les cylindres.



**Figure 11: Le pré filtre**

➤ **Le filtre à carburant :**

Le filtre à carburant élimine les impuretés et les particules présentes dans le carburant. Il est essentiel pour maintenir la propreté du carburant et protéger les composants du moteur contre les dommages.



**Figure 12: Le filtre à carburant**

### ➤ Pompe d'injection:

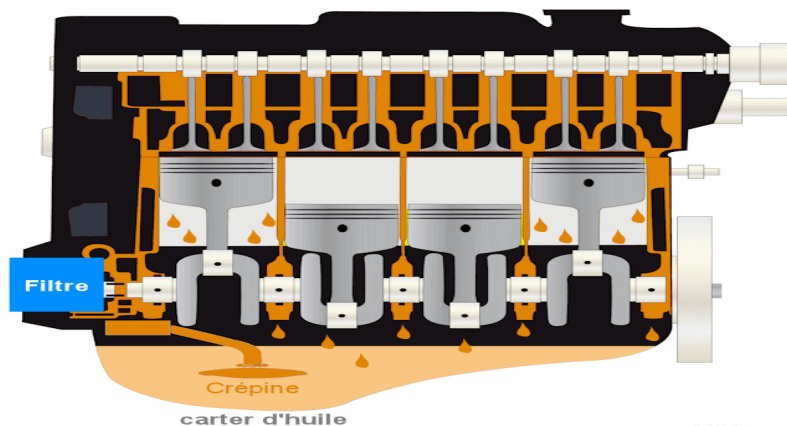
La pompe d'injection est l'élément phare du moteur diésel ; la pompe d'injection associée à un injecteur a pour fonction d'injecter dans chaque cylindre à la fin du temps d'admission, une quantité de gazole correspondant à la puissance demandée par l'utilisateur. Le choix du type de pompe d'injection dépend en grande partie du nombre de cylindres.



**Figure 13:** Pompe d'injection

### ❖ Le circuit de lubrification :

Le système de lubrification du moteur a pour rôle de diminuer les résistances passives dues aux frottements des pièces en mouvement les unes par rapport aux autres en facilitant leur glissement. Le circuit de lubrification assure la lubrification des pièces mobiles du moteur pour réduire les frottements et l'usure. Il comprend une pompe à huile, un filtre à huile, des conduites d'huile et des paliers de lubrification; elle participe aussi à l'étanchéité de la chambre de combustion. Toute absence de la lubrification, se traduit par une élévation de température de frottement qui provoque à long terme, le grippage de l'ensemble piston, bielle, vilebrequin.



**Figure 14:** Le circuit de lubrification



### ❖ Circuit de refroidissement :

Lorsque les moteurs à combustion fonctionnent à pleine charge, ils génèrent des températures de plus de 2000 °C qui a pour effets pleins d'inconvénients sur le système. Pour protéger les systèmes d'entraînement, il est nécessaire de faire appel à un système de refroidissement efficace. Le circuit de refroidissement est responsable du maintien de la température optimale du moteur. Il comprend un radiateur, un ventilateur, une pompe à eau et des conduites de liquide de refroidissement qui circulent à travers le moteur pour dissiper la chaleur générée par la combustion.

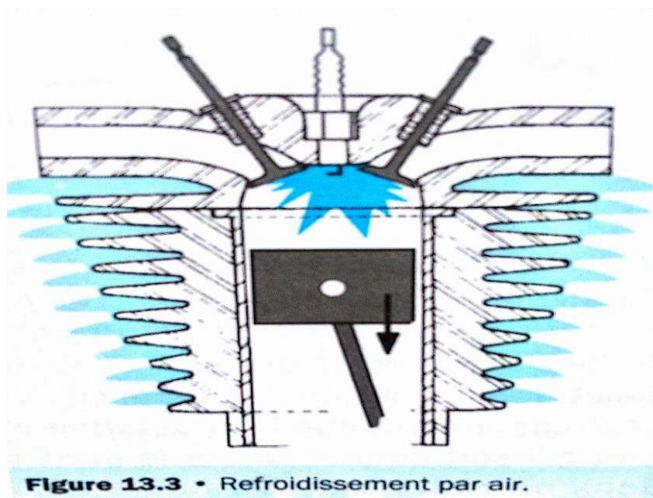
Le système de refroidissement du moteur a pour fonction :

- De dissiper le dégagement de chaleur.
- De maintenir les températures des différents organes à des niveaux compatibles avec une résistance mécanique suffisante. Son rôle est donc essentiel pour la préservation du moteur.

### ✓ Le refroidissement par air:

Ce type de refroidissement encore beaucoup utilisé pour les motos est très rare en automobile.

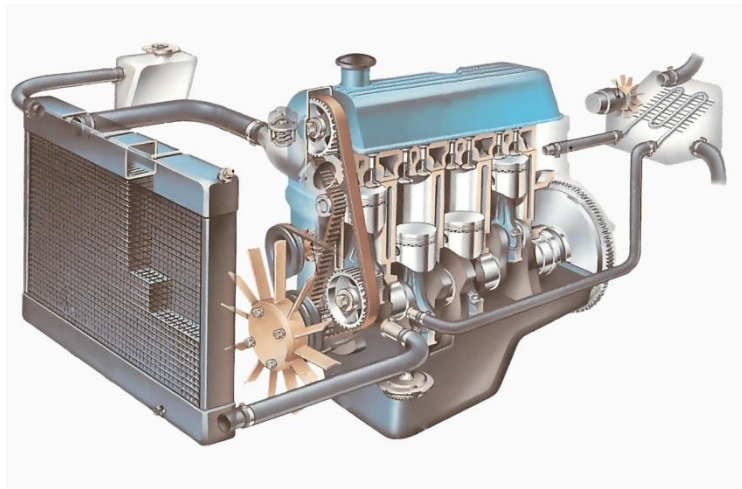
Les cylindres sont munis extérieurement d'ailettes rapportées, ou directement venues de fonderie et orientées pour que le courant d'air provoqué par le déplacement du véhicule circule facilement entre elles. En automobile, le système est généralement équipé d'un ventilateur ou d'une turbine.



**Figure 15:** Le refroidissement par air

### ✓ **Refroidissement par eau :**

La circulation de l'air est remplacé par la circulation d'un liquide de refroidissement appelé Fluide caloporteur entre les différents éléments du moteur et un échangeur thermique traversé par l'air ce qui permettra le refroidissement du liquide. Cet échangeur eau/air est appelé radiateur. La circulation de ce liquide est accélérée à l'aide de la turbine d'une pompe à eau entraînée par une courroie (courroie de distribution ou courroie d'accessoire).



**Figure 16:** Refroidissement par eau

### ✓ **Principe du refroidissement :**

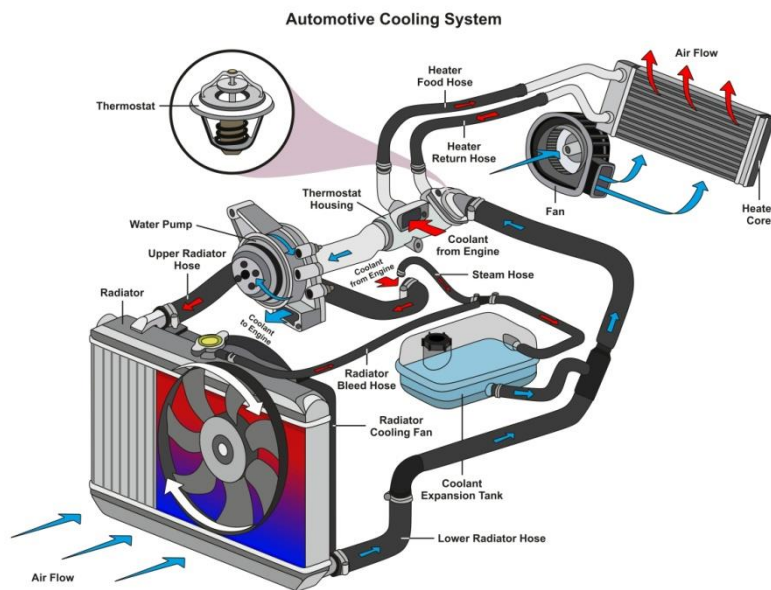
Lorsque le moteur est froid, le thermostat est fermé, ce qui limite la circulation de l'eau uniquement dans le moteur. L'eau circule à travers les cylindres et les culasses, puis retourne à la pompe à eau via une conduite de canalisation intégrée au bloc moteur.

Une fois que la température de seuil est atteinte, le thermostat s'ouvre, permettant à l'eau de circuler dans le radiateur. Une petite quantité d'eau est également acheminée vers le vase d'expansion, qui sert à compenser les variations de volume de l'eau en fonction de la température.

Le liquide de refroidissement passe à travers les ailettes du radiateur, où il est refroidi par l'air ambiant. Si le flux d'air de refroidissement est insuffisant, la température de l'eau augmentera. Dans ce cas, un circuit électrique auxiliaire entre en jeu, comme représenté dans la figure.

Lorsque la température de l'eau devient trop élevée, le thermo-contact se ferme et alimente un relais qui ferme son contact de puissance. Cela permet le passage d'un courant important qui alimente le moto-ventilateur. Le moto-ventilateur souffle de l'air à travers le radiateur, augmentant ainsi le refroidissement de l'eau. Une fois que l'eau est refroidie, le thermo-contact s'ouvre à nouveau et l'eau retourne à la pompe à eau via une conduite externe au moteur.

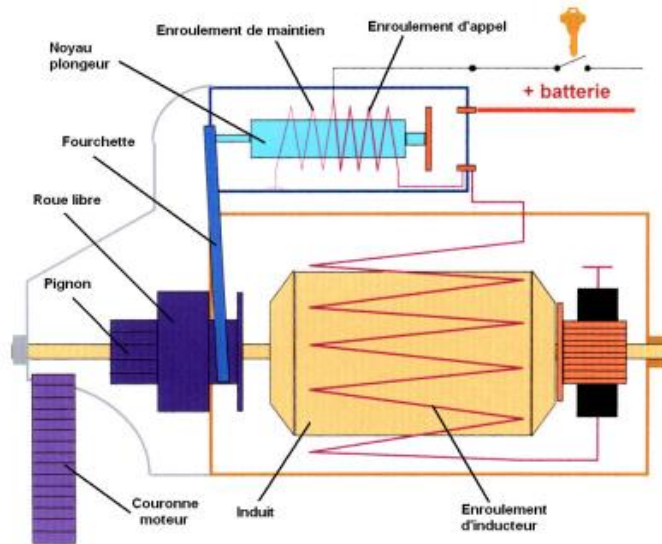
Ce processus de régulation thermique permet de maintenir la température du moteur dans des limites acceptables, assurant ainsi son bon fonctionnement et évitant une surchauffe qui pourrait endommager les composants du moteur.



**Figure 17: Principe du refroidissement**

### **2.1.3. Système de démarrage :**

Le circuit de démarrage du groupe électrogène doit être fiable et assurer un démarrage à coup sûr du moteur. Le système de démarrage d'un groupe électrogène peut être soit électrique, soit pneumatique, Dans certains cas, il est possible d'installer les deux systèmes de démarrage, pour des raisons de sécurité.



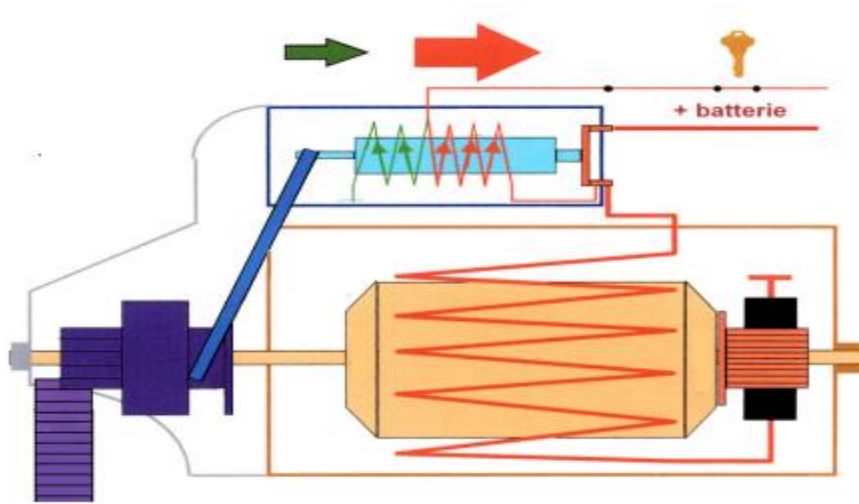
**Figure 18:** Système de démarrage

### ❖ Démarrage électrique :

Le démarrage électrique est assuré par le démarreur. Les démarreurs ont tous le même principe de fonctionnement, mais diffèrent quelque peu dans leur construction. Généralement un démarreur est constitué d'un moteur électrique, d'un solénoïde et d'un lanceur. La procédure de fonctionnement d'un démarreur se compose de trois phases principales.

#### ➤ Phase d'appel :

- Le conducteur actionne la clef de contact
- Les enroulements sont alimentés :
  - L'enroulement d'appel prend sa masse à travers les inducteurs
  - L'enroulement de maintien prend sa masse directement à la carcasse
  - Il y a création des champs magnétiques
- Les champs magnétiques entraînent le déplacement du noyau plongeur :
  - Le lanceur se déplace et engraine, le pignon avec la couronne
  - Le pont de contact se ferme (circuit de puissance)

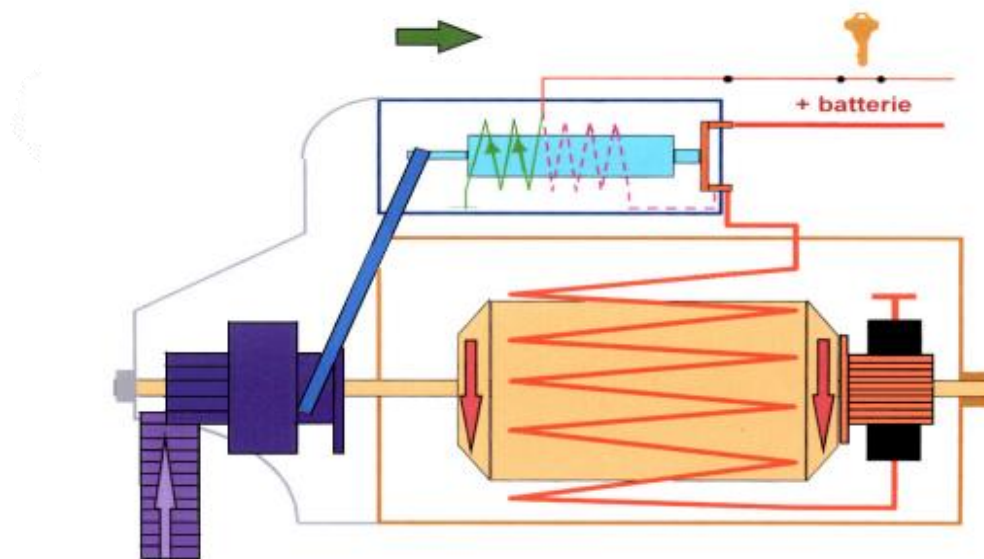


**Figure 19:** Démarrage électrique en phase d'appel

➤ **Phase de maintien :**

- Le pont de contact étant fermé :

- Le courant circule dans les inducteurs
- L'enroulement d'appel est relié à deux potentiels positifs, il n'y a plus de différence de potentiel donc plus de circulation. Seul l'enroulement de maintien reste actif.
- Le moteur électrique tourne, entraînant le lanceur et donc le moteur thermique

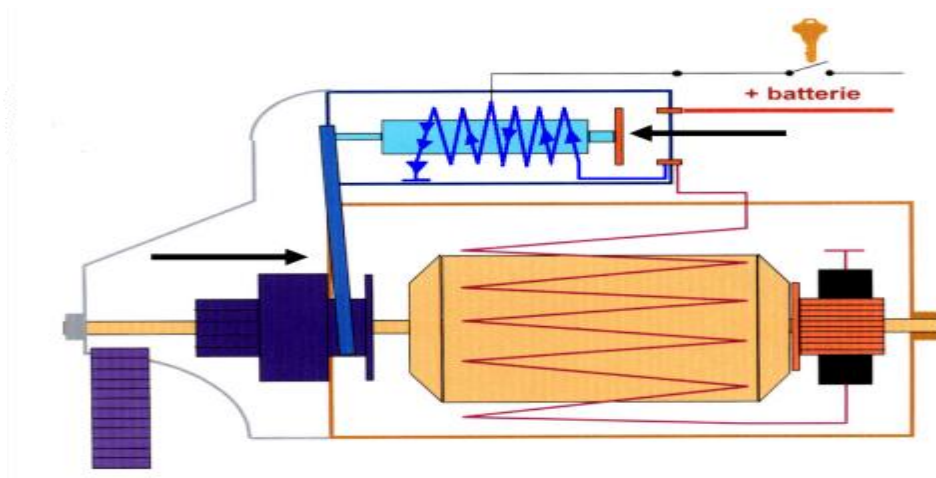


**Figure 20:** Démarrage électrique en phase de maintien

### ➤ Phase d'arrêt

- Fin de l'action sur la clef :

- Le noyau plongeur reprend sa place initiale en ouvrant le pont de contact et en rappelant le lanceur
- L'ouverture du pont de contact entraîne la création d'une self qui va rechercher sa masse à travers les enroulements du solénoïde
- Retour à la position repos



**Figure 21:** Démarrage électrique en phase d'arrêt

## 2.2. Partie Electrique :

La partie électrique est essentiellement composée d'un alternateur et L'AVR

### 2.2.1. Alternateur :

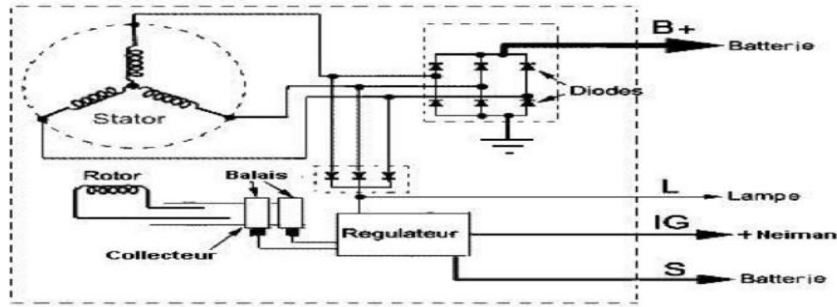
#### 2.2.1.1. Définition :

L'alternateur transforme le mouvement rotatif d'un arbre en un courant électrique.

Les alternateurs sont des machines synchrones qui fonctionnent en mode génératrice, ils transforment l'énergie mécanique fournie au rotor en énergie électrique. Ce sont des machines très puissantes. On les trouve principalement dans les centrales thermiques et hydrauliques.

Du point de vue mécanique, les deux principaux composants d'un alternateur sont le stator et rotor.





**Figure 22:** circuit de l'Alternateur

### 2.2.1.2. Les composants :

#### ➤ Stator :

Le stator est la partie stationnaire de l'alternateur. Il est composé d'un ensemble de bobines de fil de cuivre enroulées autour d'un noyau en fer doux. Lorsque le rotor tourne, il induit un courant électrique dans les bobines du stator.

Le stator est une cage fixe composée de trois enroulements en fil de cuivre décalés de  $120^\circ$ . Les balais ou charbons permettent d'amener le courant d'excitation sur le rotor. Ce sont des pièces d'usure car ils frottent sur des bagues solidaires de l'arbre en rotation.



**Figure 23:** stator

## ➤ **Rotor:**

Le rotor constitue l'élément mobile de l'alternateur.

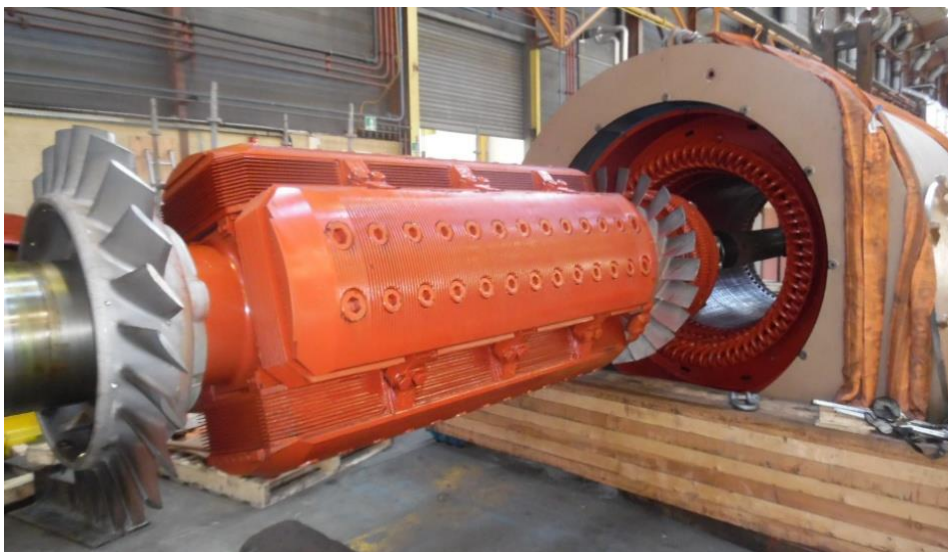
Le rotor c'est la partie en rotation qui génère le champ magnétique via une bobine dite d'excitation alimentée par des balais. Il est composé de deux coquilles emboîtées l'une dans l'autre, formant un assemblage de trois électroaimants.

Il renferme les pièces polaires qui constituent l'inducteur de la machine. C'est pourquoi on l'appelle « roue polaire ». On distingue deux types de rotor :

- Rotor à pôle saillant.
- Rotor à pôle lisse.

### • **Rotor à pôle saillant :**

L'alternateur avec rotor à pôle saillant est utilisé dans les applications à basse vitesse. Des bobines d'excitation fabriquées de file ou de barre de cuivre, sont fixées directement sur les pièces polaires. Ces bobines sont reliées en série de façon à créer des polarités contraire entre deux pôles voisins. Ce type d'alternateur dont la puissance varie de 1 MVA à 250 MVA équipe la plupart des centrales hydrauliques, les groupes de secours des administrations et des navires.



**Figure 24:** Rotor à pôle saillant



- **Rotor à pôle lisse :**

Les rotors à pôle lisse comme celui apparaissant dans la Figure I.16, sont conçus pour les alternateurs tournant à hautes vitesses. Comme vous pouvez le constater sur la Figure I.16 suivante, leur forme est cylindrique ; les bobines d'excitation s'insérant dans les entailles usinées à cette fin. Cette machine est appelée « Turbo Alternateur » du fait de sa vitesse de rotation élevée. Leur puissance peut atteindre 1.5 GVA et ils équipent la plus part des centrales thermiques classiques et nucléaires.



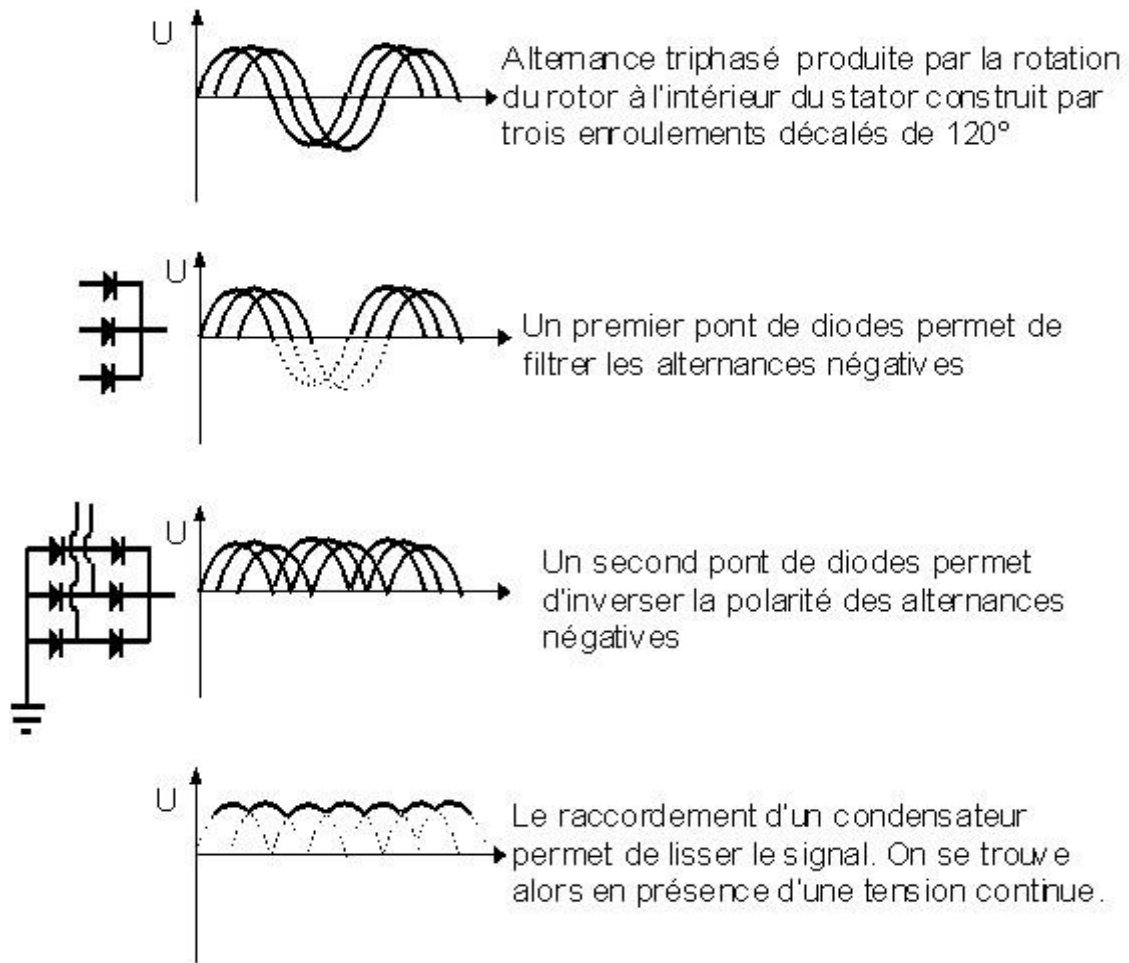
**Figure 25:** Rotor à pôle lisse

### **2.2.1.3. Principe de fonctionnement :**

Un alternateur est un générateur triphasé dont le courant est redressé puis filtré pour générer un courant continu. A chaque rotation du rotor trois tensions alternatives déphasées de  $120^\circ$  sont créées. Ces trois tensions sont ensuite couplées via un pont de diodes pour récupérer les alternances positive et négative en tension positive

### **2.2.2. Diodes :**

Les diodes sont des composants électriques qui permettent le flux unidirectionnel du courant électrique. Dans un alternateur, les diodes sont utilisées pour redresser le courant alternatif produit par le stator en courant continu.



**Figure 26:** Principe de fonctionnement

### 2.2.3. L'AVR :

#### 2.2.3.1. Définition :

L'AVR (Automatic Voltage Régulateurs), également connu sous le nom de régulateur de tension automatique, est un composant essentiel d'un alternateur. Son rôle principal est de maintenir une tension de sortie stable et constante de l'alternateur, quelles que soient les variations de charge électrique. L'AVR affiche une meilleure performance que le régulateur mécanique mis en œuvre sur les anciens modèles de groupes électrogènes.

#### 2.2.3.2. Fonctionnement :

Un groupe électrogène est conçu pour délivrer une tension efficace au régime de croisière du moteur thermique. Un modèle peut par exemple, fournir un courant de 230 V à 50 Hz lorsque le moteur tourne à 3000 tr/min. Lorsqu'on démarre cependant un appareil électrique alimenté par le générateur, cela entraîne une augmentation spontanée de la charge. Le moteur du groupe va alors compenser ce pic de démarrage en montant dans les tours, un phénomène qui

risque d'endommager l'ensemble des appareils alimentés, mais aussi le groupe électrogène lui-même sur le long terme. De la même manière, l'arrêt d'un appareil électrique entraînera une baisse du régime du moteur et une sous-tension ponctuelle.

Le régulateur automatique de tension a été pensé pour limiter les fluctuations de tensions à la sortie du générateur. Grâce à un ensemble de capteurs électroniques. L'AVR est responsable du contrôle précis de la tension de sortie de l'alternateur pour maintenir une alimentation électrique stable et fiable dans le système électrique du véhicule. Cela contribue à la protection des équipements électriques contre les surtensions ou les sous-tensions, assurant ainsi leur bon fonctionnement et leur durabilité.

### **2.3. Partie commande :**

Les systèmes de commande se composent de trois éléments essentiels qui fonctionnent conjointement.

1. START : démarre le G.E
2. STOP : arrêt le G.E
3. Fermeture manuelle de l'interrupteur du G.E
4. Fermeture manuelle de l'interrupteur du réseau
5. Augmente la valeur du réglage
6. ENTER : confirme la valeur
7. ESC : fin de la programmation
8. Démunie la valeur du réglage
9. TEST : active le test pour la période choisie
10. TEST LEDS : Actives toutes les Leeds pour 3 secondes
11. MAN : Sélection du mode manuelle
12. AUT : Sélection du mode automatique
13. ouverture manuelle de l'interrupteur du G.E
14. Ouverture manuelle de l'interrupteur du réseau



**Figure 27:** Panneau de commande et de contrôle

### Conclusion :

En ce qui concerne la partie électrique, il est important de surveiller régulièrement l'alternateur pour détecter d'éventuels problèmes de production d'énergie. Cela peut être fait en vérifiant la tension de sortie, la stabilité de la fréquence et en inspectant les connexions électriques pour s'assurer qu'elles sont bien serrées et en bon état.

En ce qui concerne la partie commande et contrôle, il est recommandé de vérifier les systèmes de contrôle et les panneaux d'affichage pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement. Cela inclut la vérification des alarmes, des indicateurs de niveau de carburant, des températures, des pressions et de toute autre information importante pour le fonctionnement du groupe électrogène. Les intervalles de vérification peuvent varier en fonction du fabricant et du modèle spécifique du générateur, il est donc essentiel de se référer aux recommandations du fabricant.

En général, il est conseillé de mettre en place un plan de maintenance préventive régulière, en suivant les intervalles recommandés par le fabricant pour les différentes opérations de maintenance. Cela peut inclure la vérification et le remplacement des filtres, la vidange et le remplacement de l'huile, l'inspection des connexions électriques, le nettoyage des composants et l'inspection générale de l'unité. Une maintenance préventive appropriée contribuera à prolonger la durée de vie du générateur et à réduire les risques de pannes imprévues.

## **Chapitre III : généralités sur la maintenance et étude AMDEC**

## **Introduction :**

La méthode de maintenance courante était une méthode de réaction, c'est-à-dire que lorsque la machine fonctionne mal, elle est réparée, mais dans le cas où elle fonctionnait bien aucune action liée à la maintenance n'est entreprise. Avec le développement de l'industrie, il est devenu nécessaire prendre les mesures nécessaires pour éviter les problèmes de cette réaction. Dans une méthode plus récente, qui est la maintenance préventive, qui repose sur le suivi du travail de la machine et la prévision des défauts qui peuvent survenir avant qu'ils ne surviennent, et c'est pourquoi les entreprises cherchent à donner la plus grande part de leurs intérêts à la maintenance. Parmi les méthodes modernes se trouve la méthode AMDEC, qui identifie les défauts possibles et recherche des solutions préventives.

### **1. Généralités sur la maintenance :**

#### **1.1. Définition de la maintenance :**

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. Une fonction requise est une fonction, ou un ensemble de fonctions d'un bien considérées comme nécessaires pour fournir un service donné.

## 1.2. Les types de la maintenance :

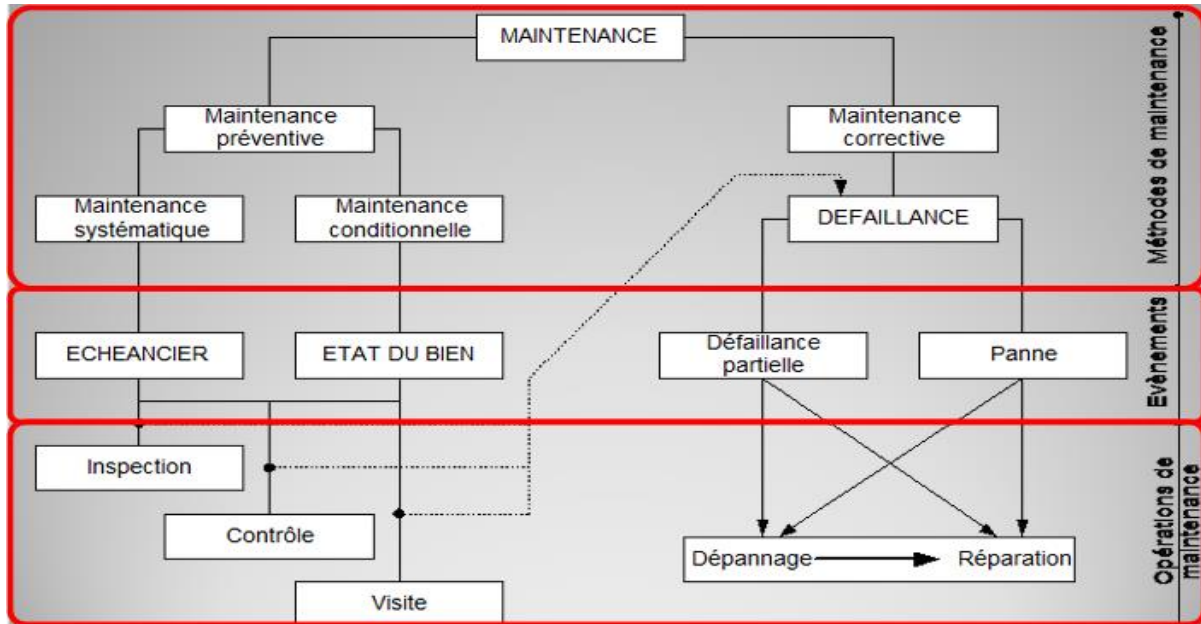


Figure 28: schéma de types de la maintenance

### 1.2.1. La maintenance préventive :

C'est la 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.

#### 1.2.1.1. La maintenance préventive systématique :

C'est la maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

#### 1.2.1.2. La maintenance préventive conditionnelle :

C'est la maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

#### 1.2.1.3. La maintenance préventive prévisionnelle :

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.



### **1.2.2. La maintenance corrective :**

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation. Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraîne une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

Ces défauts sont :

- Défaillance : altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise. Il existe 2 formes de défaillance
  - Défaillance partielle : altération ou dégradation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
  - Défaillance complète : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

### **1.3. Les activités de la maintenance :**

#### **1.3.1. L'inspection :**

C'est un contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien. En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance.

#### **1.3.2. La surveillance :**

C'est l'activité exécutée manuellement ou automatiquement ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien. La surveillance se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

#### **1.3.3. La réparation :**

Ce sont les actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.

#### **1.3.4. Le dépannage :**

Ce sont les actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.

### **1.3.5. L'amélioration :**

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

### **1.3.6. La modification :**

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien.

### **1.3.7. La révision :**

Ensemble complet d'examens et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité.

### **1.3.8. La reconstruction :**

Action suivant le démontage d'un bien et la réparation ou le remplacement des composants qui approchent de la fin de leur durée de vie utile et/ou devraient être systématiquement remplacés.

La reconstruction diffère de la révision en ce qu'elle peut inclure des modifications et/ou améliorations.

L'objectif de la reconstruction est normalement de donner à un bien une vie utile qui peut être plus longue que celle du bien d'origine.

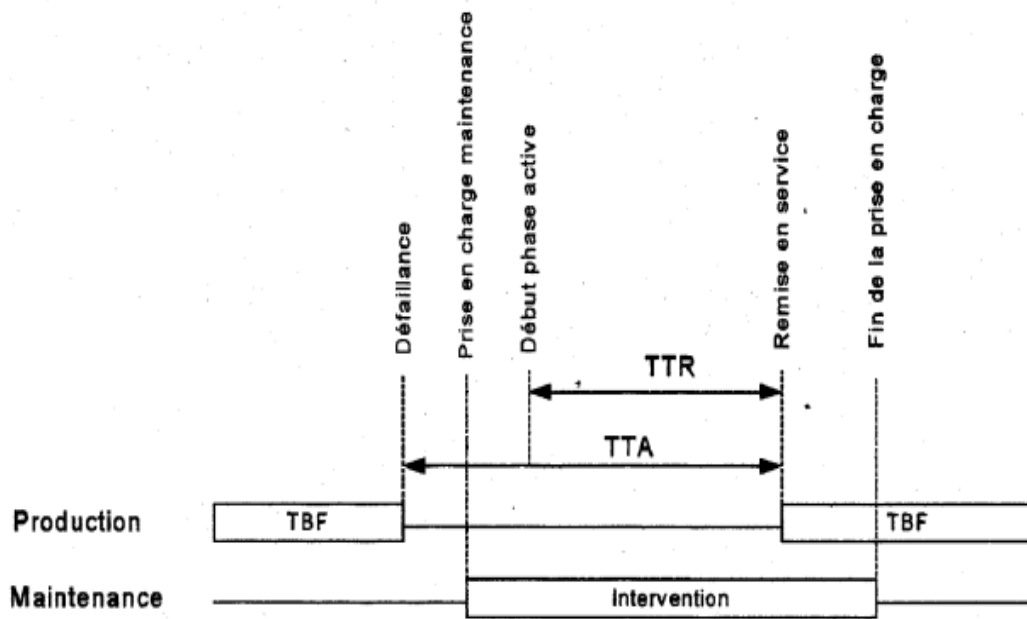
## **1.4. L'objectif de maintenance :**

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance :

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- Organiser les équipes de maintenance ;
- Internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- Étudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation

ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

## 1.5. Les temps de la maintenance :



**Figure 29:** Temps caractéristique lors d'une intervention.

- La MTBF :

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement (TBF).

Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances.

- La MTTR :

La MTTR est la moyenne des temps techniques de réparation (TTR).

Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant. Il débute lors de la prise en charge de ce système jusqu'après les contrôles et essais avant la remise en service.

- La MTTA :

La MTTA est la moyenne des temps techniques d'arrêt (TTA).

## 2. La méthode AMDEC :

### 2.1. Définition

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, et de leurs Effets de Criticité) est une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement des produits et des équipements, ce principe de prévention repose sur le recensement systématique et l'évaluation des risques potentiels d'erreurs susceptible de se produire à toutes les phases de réalisation d'un produit.

## **2.2. Historique d'AMDEC :**

L'AMDEC a été développée par l'armée américaine vers la fin des années 40 en tant que procédure militaire (MIL-P-1629). Elle était utilisée comme technique d'évaluation de fiabilité afin de déterminer les effets des défaillances de systèmes ou d'équipements. Les défaillances étaient répertoriées suivant leur effet sur le succès d'une mission et sur la sécurité du personnel et de l'équipement. Au cours des années 50.

## **2.3. But d'AMDEC :**

L'AMDEC a été utilisée dans l'industrie aérospatiale. Actuellement l'AMDEC est devenue une technique de base pour la maîtrise de la qualité, qui est appliquée depuis longtemps déjà dans l'industrie automobile (Ford, RENAUT). L'AMDEC fait également son entrée dans les autres secteurs: spatial, ferroviaire, chimie, centrales nucléaires.

## **2.4. Types d'AMDEC :**

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus importants, mentionnons :

- L'AMDEC-organisation s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires : du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.
- L'AMDEC-produit ou l'AMDEC-projet est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique l'AMDEC-composants.
- L'AMDEC-processus s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes de travail.
- L'AMDEC-moyen s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.
- L'AMDEC-service s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service corresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.

- L'AMDEC-sécurité s'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci.

## **2.5. Description de l'enchaînement des opérations :**

La méthode d'analyse des risques de dysfonctionnement d'un système basé sur l'AMDEC se décompose en quatre étapes :

- Analyses de système.
- Analyses qualitative.
- Analyse quantitative.
- Synthèse et exposition des résultats.

C'est les Différentes étapes de l'AMDEC

### **2.5.1. Analyses de système :**

Elle correspond à la description, la caractérisation et la modélisation du système étudié et de ses composants.

### **2.5.2. Analyse qualitative :**

L'analyse qualitative sert à recenser toutes les modes de défaillances potentielles des opérations du processus étudié, à savoir, le processus, d'en déterminer les effets et d'en rechercher les causes. La notion de modes de défaillances est définie comme étant le symptôme qui révèle la défaillance. Pour chaque activité analysée, un enquêteur a procédé avec le responsable opérationnel concerné à une évaluation de plusieurs éléments, nous avons collecté les réponses à ces questions :

- Quels sont les objectifs de l'activité ?
- Pour chacun d'eux, quelles sont les principales causes internes et externes de non atteinte possible de cet objectif ?
- Quelles défaillances du processus peuvent altérer le produit fabriqué ?

L'objectif étant de mettre en évidence les défaillances susceptibles d'affecter un système, qui de ce fait, ne peut plus assurer la fonction pour laquelle il a été conçu.

### 2.5.3. Analyse quantitative :

Elle correspond à la caractérisation des scénarios de défaillances du système. L'analyse quantitative vise à la fois à pouvoir hiérarchiser les scénarios de défaillances par ordre de criticité), à connaître les durées séparant deux dégradations successives d'un même scénario de défaillance et à fixer les dégradations des différents scénarios de défaillances les uns par rapport aux autres.

L'analyse quantitative de la criticité comprend trois étapes principales :

- Désignation du scénario étudié.
- Evaluation de la criticité à travers l'analyse de la gravité, de l'occurrence et de la détectabilité du scénario. La criticité d'un scénario correspond au produit de la gravité de l'occurrence et de la détectabilité.

$$C = F * G * N$$

L'analyse de criticité permet d'effectuer un classement des différents scénarios. La mise en place d'un seuil de criticité avec les experts permet de retenir les scénarios les "plus critiques".

#### La Gravité (G) :

Relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes des indices suivants :

**Tableau 2:** grille de l'échelle de gravité.

Niveau	valeur	Définition
mineur	1	Pas d'arrêt de production.
moyen	2	Arrêt de production : d'une heure.
majeur	3	Arrêt de production : plus de 1 heures à 1 jour.
grave	4	Arrêt de production : 1 jour et plus.

### La fréquence (F):

Relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance, cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance.

**Tableau 3:** grille de l'échelle de fréquence.

Niveau	valeur	Définition
très faible	1	1 Défaillance maxi par an
Faible	2	1 Défaillance maxi par trimestre
moyen	3	1 Défaillance maxi par mois
élevé	4	1 Défaillance maxi par semaine

### La Détection (N) :

Elle relative à la possibilité de détecter la défaillance avant qu'elle ne se produise.

**Tableau 4:** grille de l'échelle de non détection

Niveau	valeur	Définition
Evident	1	Visible par l'opérateur.
Possible	2	Détection aisée maint.
Improbable	3	Détection difficile
impossible	4	indécelable

### La criticité :

Lorsque les 3 critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité.

**Tableau 5:** grille de l'échelle de criticité.

Valeur de maintenance	Politique
<b><math>C &lt; 16</math></b>	Mise sous correctif
<b><math>16 \leq C &lt; 32</math></b>	Mise sous correctif à la fréquence faible
<b><math>32 \leq C &lt; 36</math></b>	Mise sous correctif à la fréquence élevée
<b><math>36 \leq C &lt; 48</math></b>	Recherche d'amélioration
<b><math>48 \leq C \leq 64</math></b>	Reprendre la conception

La criticité s'obtient en faisant le produit des indices des critères précédents. Cette valeur de criticité s'établit souvent sur une échelle de 1 à 64 ( $4 \times 4 \times 4$ ), elle permet de connaître à partir



de ses propres critères d'évaluation le caractère critique de chacune des causes de défaillance potentielle pour chacun des composant d'un système.

#### 2.5.4. Synthèse et exposition des résultats :

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude, de lister les points critiques et de fournir les éléments permettant de définir et de lancer, par ordre de priorité, les actions correctives et recommandations telles que :

- L'amélioration de la fiabilité aux points sensible en renforce par la redondance ou une technologie plus fiable de composant ou de sous-système.
- Une maintenance préventive systématique rigoureuse.
- Maintenance préventive conditionnel et contrôle non destructif pour les surveillances des points névralgique.
- Commande prévisionnelle des pièces de sécurité en gestion de stock.
- Une recherche rationnelle de causes de défaillance.

#### 2.6. Tableau générale AMDEC :

**Tableau 6:** Tableau de l'AMDEC.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective :
						F	G	N	C	

#### 2.7. Diagramme d'ISHIKAWA :

L'ISHIKAWA, également connu sous le nom de diagramme d'Ishikawa, diagramme de causes et effets ou diagramme en arête de poisson, est un outil de qualité visuel utilisé pour analyser les causes potentielles d'un problème ou d'un effet indésirable. Il a été développé par Kaoru Ishikawa, un ingénieur et statisticien japonais, et est largement utilisé dans la gestion de la qualité et la résolution de problèmes.

Le diagramme d'Ishikawa est structuré sous la forme d'un graphique, avec une ligne centrale représentant le problème ou l'effet indésirable à analyser. À partir de cette ligne centrale, plusieurs branches partent horizontalement vers la droite, ressemblant à des arêtes de poisson, d'où le nom de "diagramme en arête de poisson". Chaque branche représente une catégorie de causes potentielles qui peuvent contribuer au problème.

Les catégories de causes couramment utilisées dans le diagramme d'Ishikawa comprennent les 5M :

**Main-d'œuvre (Manpower) :** Les causes liées aux personnes impliquées dans le processus ou le système étudié, telles que la formation, les compétences, la motivation, etc.

**Milieu de travail (Environment) :** Les causes liées à l'environnement physique dans lequel le processus ou le système opère, telles que les conditions de travail, la température, l'éclairage, le bruit, etc.

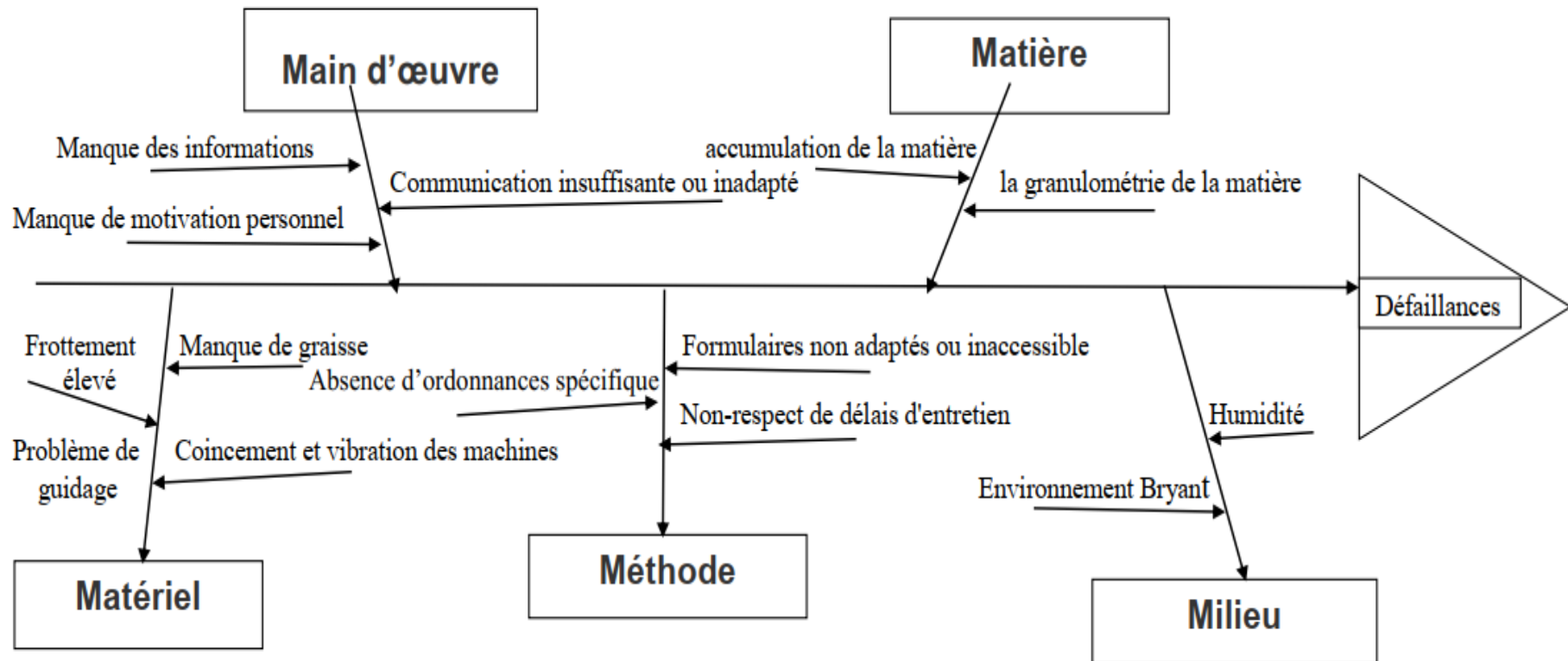
**Matériaux (Materials) :** Les causes liées aux matériaux, aux composants ou aux fournitures utilisés dans le processus ou le système, telles que la qualité des matériaux, les défauts de fabrication, les problèmes de stockage, etc.

**Machines (Machines) :** Les causes liées aux équipements, aux machines ou aux outils utilisés dans le processus ou le système, telles que les pannes d'équipement, les problèmes de réglage, les défauts de conception, etc.

**Méthodes (Methods) :** Les causes liées aux méthodes, aux procédures ou aux pratiques utilisées dans le processus ou le système, telles que les procédures de travail, les instructions, les normes, etc.

Chaque branche principale peut ensuite être détaillée avec des sous-branches représentant des causes plus spécifiques. L'objectif est d'identifier de manière exhaustive toutes les causes potentielles qui peuvent contribuer au problème, ce qui permet ensuite d'analyser et de résoudre ces causes pour améliorer la situation.

Selon Ishikawa, les causes du problème principal peuvent relever de 5 typologies distinctes :



e diagramme d'Ishikawa est un outil précieux pour visualiser et organiser les causes potentielles d'un problème, ce qui facilite l'analyse et la résolution de problèmes de manière systématique et collaborative. Il encourage également la réflexion créative et multidisciplinaire en impliquant différentes parties prenantes dans l'identification des causes et des solutions.

### **Conclusion :**

L'AMDEC est une méthode de prévention qui 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 un moyen de se prémunir contre certaines défaillances et d'étudier leurs causes et leurs conséquences. La méthode permet de classer et hiérarchiser les défaillances selon certains critères (Gravités, Fréquences, Détections). Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillance potentielles.

Pour bien étudier la méthode AMDEC, nous avons appris dans le cinquième chapitre l'application de la méthode AMDEC sur le groupe électrogène AUSONIA 600KVA.

## **Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC sur le groupe électrogène AUSONIA 600KVA**

## Introduction :

Lorsque le moteur du groupe électrogène est mis en marche, il produit de l'énergie thermique grâce à la combustion du carburant. Cette énergie thermique est ensuite convertie en énergie mécanique grâce au mouvement des pistons et des composants internes du moteur. Enfin, cette énergie mécanique est utilisée par l'alternateur pour produire de l'énergie électrique.

### 1. Description du groupe électrogène :

Le groupe électrogène est un équipement qui fournit de l'énergie électrique. En effet il transforme l'énergie thermique et mécanique du moteur en énergie électrique. C'est l'objet de notre étude. Le groupe électrogène de l'hôtel Anantara Tozeur est de Fabrication Européenne de puissance 600 KVA à démarrage automatique avec un contrôleur de la gamme Genset BE-22. Elle est constituée principalement d'un moteur thermique et d'un alternateur.

Les groupes électrogènes sont souvent utilisés comme source d'alimentation de secours en cas de pannes de courant, mais ils peuvent également être utilisés comme source d'énergie principale dans des endroits où l'accès au réseau électrique est limité ou inexistant, tels que des chantiers de construction, des sites isolés ou des événements en plein air.

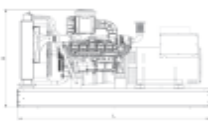

TECHNICAL DATA <b>FI0600SWD</b>		TECHNICAL DATA <b>FI0600SWD</b>	
<b>GENSET SPECIFICATIONS</b> Prime Power (P <sub>GP</sub> ) 600 kVA 480 kW Stand-by (LTP) 660 kVA 528 kW Power factor (cosφ) 0.8 Voltage 400/230 V Frequency 50 Hz		<b>CONTROL PANEL</b> Genset control with automatic management of load transfer DG/Mains Controller with thresholds, counters, alarm, status LCD display with pushbutton access for monitoring electrical and mechanical parameters Advanced programmable I/O functions Multilingual test for measurements setting and messages Remote communication interface List of events Static battery charger	
<b>ENGINE SPECIFICATIONS</b> Brand FPT Type CR16 TE1W Net engine power prime 505 kW Net engine power stand-by 557 kW Aspiration TCA Cycle diesel 4 stroke Cooling water Speed 1500 r.p.m. Cylinders 6 L Bore x stroke 141 x 170 mm Displacement 15.9 l Fuel consumption 75% prime power 87 l/h +/- 5% Oil consumption 0.1% of fuel consumption Oil sump capacity 38 l Coolant system capacity (engine & radiator) 25.5 l Standard voltage 24 V Governor type electronic		<b>SOUNDPROOFED CANOPY</b> Highly corrosionproof Electrogalvanized steel structure with modular components Antirust protection grid (air intake) Exhaust silencer with rain flap Insulation with material in fire reaction class A1 Doors with Yale type key Emergency stop Easy connections for cables installation	
<b>ALTERNATOR SPECIFICATIONS</b> Power (P <sub>GP</sub> ) 600 kVA Overload 10% for 1 hour Voltage 400/230 V Frequency 50 Hz Speed 1500 r.p.m. Temperature rise H Insulation class H Degree of protection IP 23		<b>AVAILABLE OPTIONS</b> Different soundproofing levels for canopied gensets Solutions for arctic or hot environment A wide selection of genset controllers and synch panels Additional alarms (warning / shutdown) Extended fuel tank capacity Automatic refuelling kit Automatic transfer switch panel (ATS) Residential Silencer (for open set only) Leak proof tray Special tools	
<b>STANDARD EQUIPMENT</b> Starting motor and alternator battery charger Dry air filter with removable element Radiator mounted on skidbase Water preheating system Protection for fan and moving parts Exhaust gas silencer Built-in fuel tank 120 l First filling oil Skidbase with antivibrating shock-absorbers Lead type batteries with cables and tray Lifting devices 4-pole circuit breaker in fixed configuration, manual control		<b>DIMENSIONS AND WEIGHTS</b> Open set on skid base LxWxH: 1800x2000x2400 Dry: kg 1800 Soundproofed canopy Silent version LxWxH: 5200x2020x2400 Dry: kg 5920	
			

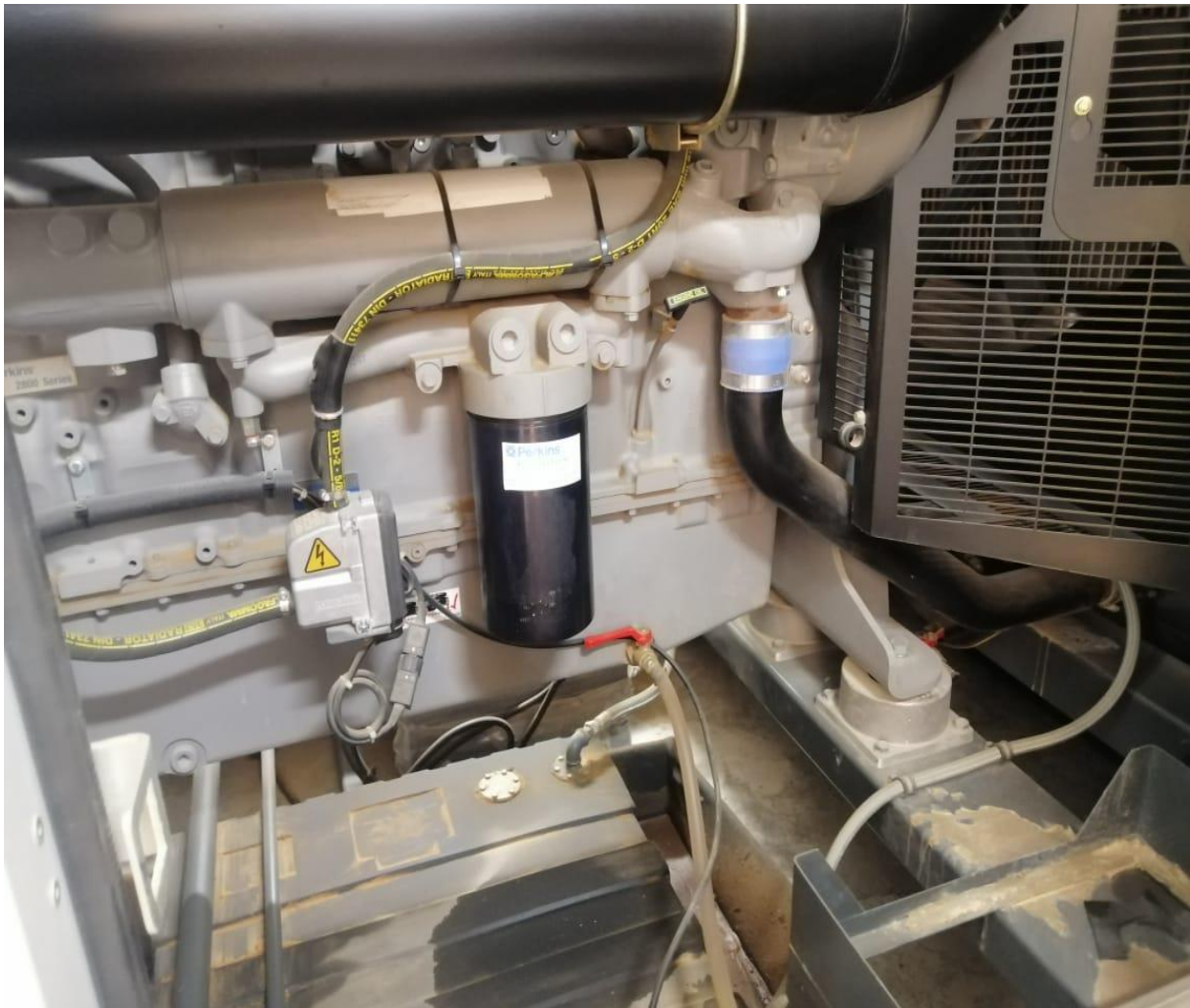
Figure 30: Caractéristiques de G.E AUSONIA 600KVA

### 1.1. Description du groupe :

Ce groupe électrogène marche en moyenne 150 heures par année il est utilisé en cas de coupure d'électricité pour alimenter la direction informatique et l'administration.

### 1.2. Le moteur thermique :

Le moteur thermique qui entre dans la constitution de notre groupe est un moteur diesel à 4 temps et à injection, de marque FPT et de référence CR16 TE1W; son circuit de combustion est constitué de 6 cylindres en ligne (monté en série). Tournant à une vitesse de 1500 tours par minute. Il a été conçu pour fonctionner à une température ambiante de 45 C.



**Figure 31:** Vue de moteur thermique.



### 1.3. Alternateur :

L'alternateur est un alternateur triphasé de marque AUSONIA N°337351/1 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Puissance apparente : 600 KVA
- Puissance active : 480 KW
- Tension nominale : 400 V
- Intensité nominale : 866 A
- Fréquence : 50Hz
- Facteur de puissance : 0,8



**Figure 32:** Vue partie électrique

#### 1.4. Les autres composantes :



**Figure 33:** Vue de partie commande



**Figure 34:** Vue de l'écran



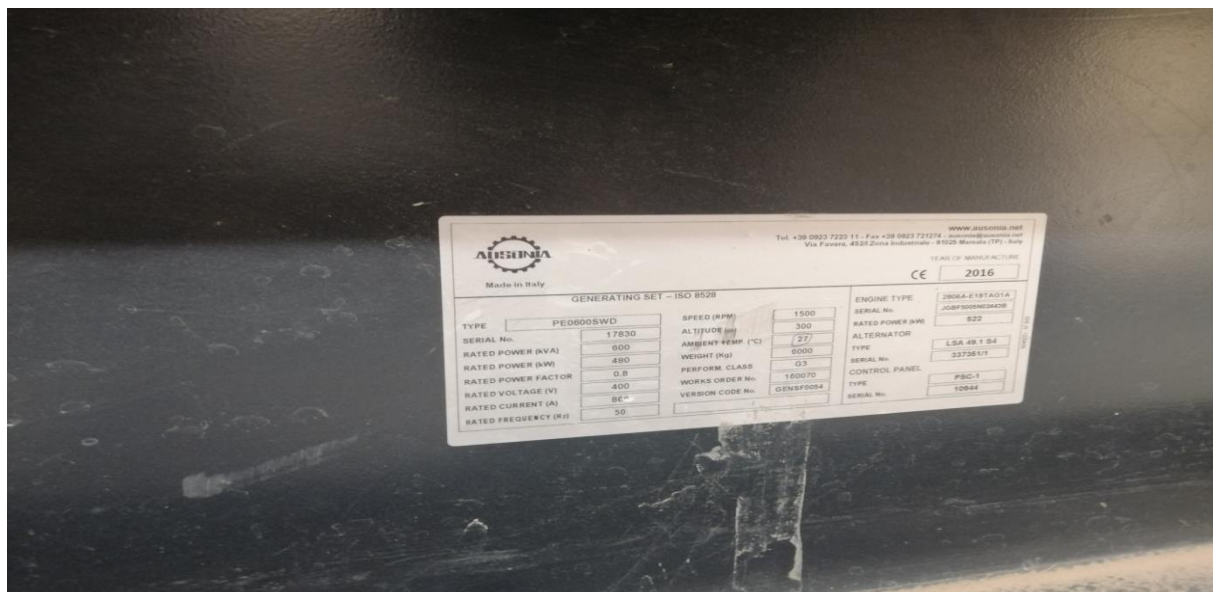
**Figure 35:** Vue de ventilateur



**Figure 36:** Vue de l'armoire électrique



**Figure 37:** Vue d'Alternateur



**Figure 38:** Vue de Caractéristiques





**Figure 39:** Vue de Batterie



**Figure 40:** Vue d'électrovannes carburant



**Figure 41:** Vue de Filtre à huile

## 2. Décomposition structurelle :

Le système groupe électrogène est divisé en trois sous-systèmes qui sont :

### 1) Le sous-système moteur diesel :

#### ➤ Les organes fixes et mobiles

- Vilebrequin
- Bloc cylindre
- Bielle
- Piston
- Culasse
- Distribution
- Chaîne de distribution
- Culbuteur
- Coussinets
- Soupapes
- ressort de soupape
- Arbre à came
- Porte chemise de cylindre
- Volant d'inertie
- Carter

#### ➤ Circuit de refroidissement

- Radiateur
- Ventilateur
- Canalisation d'eau
- Pompe à eau
- Thermostat
- Liquide de refroidissement

- Circuit d'air
  - Filtre à air
  - Echappement
  - Turbocompresseur
  
- Circuit d'alimentation
  - Canalisation gasoil
  - Filtre à gasoil
  - Pompe d'injection
  - Pompe d'alimentation
  - Injecteur
  - Carburant
  - Pré-filtre
  - Electrovanne gasoil
  
- Circuit de lubrification
  - Pompe à huile
  - Filtre à huile
  - Canalisation d'huile
  - Huile
  - Refroidisseur d'huile
  
- Circuit électrique
  - Alternateur en charge
  - Batterie
  - capteurs
  - Bougie de préchauffage
  - Démarreur

2) Le sous-système de contrôle/commande

- Les diodes
- Fusible
- Contacteurs
- Les relais
- Temporisateur

3) Le sous-système alternateur

- Les diodes
- Fusible
- Contacteurs
- Les relais
- Temporisateur

**3. Analyse AMDEC :**



### 3.1. Application AMDEC

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité

**Tableau 7:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Les organes fixes et mobiles.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Vilebrequin	Recevoir les efforts de billes	Ne reste pas en position	Usure des coussinets, vieillesse	Pas d'entraînement	Visuelle, sonore	1	4	4	16	Remplacer coussinet, vilebrequin
Bloc cylindre	Contenir les organes, mobiles de moteur	Rupture, vibration	Mauvaise refroidissement, usure de cylindre	Baisse de performances	Visuelle, sonore	1	4	3	12	Remplacer, revoir le circuit d'eau
Bielle	Transmettre au vilebrequin les efforts reçus des pistons	Rupture	Mauvais montage, mauvaise lubrification	Baisse du rendement du moteur	Visuelle,	1	4	3	12	Remplacer, lubrifier

Piston	Assurer la compression des gaz par l'action des billes	Ne reste pas en position	Usure des segments de la tête de piston, grippage	Perte importante de puissance, mauvaise compression	Visuelle	1	3	3	9	Remplacer
Culasse	Obturer les cylindres	Ne se ferme pas	Mauvais états des joints de culasse	Perte de puissance	Visuelle, sonore	1	4	4	16	Changer joints en huilant légèrement les boulons de culasse
Distribution	Contrôler l'ouverture et la fermeture des soupapes	Blocage	Mauvais montage, réglage	Mauvais fonctionnement du moteur	Sonore	2	3	4	24	Vérifier l'état des soupapes
Chaîne de distribution	Tourner l'arbre à cames	Blocage, Vibration, Rupture	Mauvaise montage, réglage, Rupture courroie de distribution	Mauvaise fonctionnement, Arrêt moteur	Visuelle	2	2	3	12	Vérifier les poulies, Changer le courroie

Culbuteur	Permet le mouvement d'ouverture et de la fermeture des soupapes	Coincement, blocage	Mauvais réglage du jeu, manque de lubrification	Excès de fumée noire	Visuelle	1	3	2	6	Réglage culbuteur, remplacer
Coussinets	Protéger le vilebrequin de l'usure	Vibration	Manque d'huile ou de pression d'huile	Le moteur cogne	Visuelle, sonore	1	4	4	16	Remplacer, vérifier l'ensemble du circuit d'huile
Soupapes	Transmettre l'admission et le rejet des gaz	Coincement, blocage	Dérégées	Le moteur fume noir	Visuelle	1	3	2	6	Régler
ressort de soupape	Créer une butée pour le ressort sur la soupape	Casse	Usure	Mauvaise étanchéité	Visuelle, Sonore	1	3	4	9	Remplacer
Arbre à came	Transmettre le mouvement de	Fonctionnement irrégulier	Usure, frottement	Baisse de performance	Sonore	1	4	4	16	Remplacer

	rotation aux cames		importante							
Porte chemise de cylindre	Guider le piston	Fissure	chaleur trop importante	Le piston n'est plus guidé	Visuelle, Sonore	1	4	4	16	Remplacer
Volant d'inertie	Emmagasiner l'énergie de rotation	Fissure	Usure	Démarrage non régulier	Visuelle, Sonore	1	3	4	12	Remplacer
Carter	Contient l'huile et sert de support aux autres pièces	Fissure	Usure	Séparation des deux parties du carter, Fuites	Visuelle	1	4	4	16	Remplacer

**Tableau 8:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit de refroidissement.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Radiateur	Contenir l'eau et faciliter son refroidissement	Fuite interne ou externe	Rouille, choc	Défaut de refroidissement	Visuelle	1	4	4	16	Vérifier l'état de l'eau, remplacer
Ventilateur	Accélérer la vitesse de passage de l'air à travers le radiateur	Mauvais refroidissement	Hélice endommagé	Pas d'air, chauffage excessif	Visuelle	2	3	3	18	Remplacer les hélices
Canalisation d'eau	Conduire l'eau de refroidissement à travers le moteur	Fuites internes, colmatage	Raccord desserré par vibration, présence d'impureté	Pertes d'eau de refroidissement	Visuelle	1	4	4	16	Nettoyer, remplacer, serrer des raccords
Pompe à eau	Aspirer et refouler l'eau	Fonctionnement irrégulier	Courroie détendue, cassé	Débit insuffisant, le moteur chauffe	Visuelle	1	3	4	12	Retendre, remplacer

	sous pression									
Thermostat	Réguler la température de l'eau de refroidissement	Ne s'ouvre pas	Usure ou cassure du clapet ou du capteur	Le moteur chauffe	Visuelle	2	4	4	32	Changer
Liquide de refroidissement	Transfert des chaleurs	Le moteur chauffe	Niveau de liquide non régulier	Chauffage augmenté de moteurs	Visuelle	2	2	2	8	Utiliser liquide de bonne qualité

**Tableau 9:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit d'air.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Filtre à air	Retenir les particules contenues dans l'air	Colmatage	Présence d'impuretés dans l'air	Baisse de performance du turbocompresseur, mauvais filtrage	Visuelle	3	2	2	12	Nettoyer, changer la cartouche

Turbocompresseur	Augmenter la puissance du moteur	Ne démarre pas	Axe de roue de la turbine cassée	Moins d'air dans les cylindres, moteur moins puissant	Visuelle	1	3	3	9	Remplacer l'axe
Echappement	Éliminer les gaz brûlés	Blocage, Fuites	Présence des impuretés,	échauffement le milieu	Visuelle	1	1	4	4	Nettoyer, Remplace

**Tableau 10:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit d'alimentation

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Canalisation gasoil	Conduire le gasoil à la pompe	Obturation, fuites	Présence d'impureté dans le circuit, raccords desserrés	Diminue l'apport en carburant	Visuelle	1	4	4	16	Nettoyer, serrer raccords, remplacer
Filtre à gasoil	Retenir les impuretés afin de protéger la	Obturation, blocage	Présence d'impureté	Pompe colmatée, mauvais filtrage	Visuelle	2	2	2	8	Nettoyer, remplacer



	pompe		diverse							
Pompe d'injection	Distribuer le carburant aux cylindres selon les besoins	Fonctionnement irrégulier	Pompe mal calée	Baisse de performance	Visuelle	1	3	3	9	Réglage de la pompe d'injection, Remplacer
Pompe d'alimentation	Débit le gasoil sous pression en alimentant la pompe d'injection	Fonctionnement irrégulier	Usure clapets, mauvaise lubrification	Pas de débit, débit insuffisant	Visuelle	1	3	4	12	Remplacer, souder, lubrifier
Injecteur	Pulvériser le gasoil à haute pression dans la chambre de combustion	Fonctionnement irrégulier	Grippage, dérèglement	Arrêt du moteur ou baisse de performance du moteur	Visuelle	2	3	4	24	Dégripper, régler
Electrovanne gasoil	Fermer ou ouvrir le circuit d'alimentation	Ne reste pas en position	Défaut interne, électroaimant défectueux	Pas de réaction, mauvaise alimentation	Visuelle	2	3	4	24	Remplacer

	gasoil									
Pré-filtre	Séparer l'eau du carburant	Fuites, Blocage	Présence de l'eau dans le carburant	Mauvaise combustion	Visuelle	1	2	3	6	Remplacer
Carburant	Effectue la combustion avec l'air comprimé dans le cylindre	Ne répond pas aux normes	Mauvaise qualité	Le moteur fume noire	Visuelle	1	1	4	4	Utiliser carburant de bonne qualité

**Tableau 11:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit de lubrification.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Pompe à huile	Débiter l'huile sous pression	Fonctionnement irrégulier	Usagée, mauvaise lubrification	Pression d'huile insuffisante	Visuelle	1	4	4	16	Remplacer, lubrifier
Filtre à huile	Retenir les	Obturation,	Présence	Mauvais filtrage,	Visuelle	3	2	3	18	Nettoyer,

	particules retenues dans l'huile	fuites internes	d'impuretés dans l'huile, clapet de sureté usé	détérioration de filtre						remplacer
Canalisation d'huile	Conduire l'huile vers les points à lubrifier	Fuites externes	Vis desserrée par vibration, joint défectueux	Perte d'huile dans le circuit	Visuelle	1	4	3	12	Serrer les vis, raccorder, remplacer les joints
Refroidisseur d'huile	Refroidir l'huile de carter	Obturation	Dépôt des aspérités, encrassage	Mauvais refroidissement	Visuelle	1	3	4	12	Nettoyer, dégraisser avec de l'air comprimé
Huile	Lubrifier	Le moteur chauffe	Viscosité de l'huile inappropriée.	Mauvaise lubrification.	Visuelle	2	3	3	18	Vidanger, Utiliser huile de bonne qualité

**Tableau 12:** AMDEC de sous-système moteur diesel : Circuit électrique.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité				Action corrective :
						F	G	N	C	
Alternateur en charge	Charger la batterie	Fonctionnement irrégulier	Tension faible, usure des relais, collecteurs	Batterie déchargée, faible	Visuelle	1	3	3	9	Remplacer le collecteur et le relais
Batterie	Accumuler et fournir une tension nécessaire pour la commande du groupe	Court-circuit	Défaut d'isolément	Le démarreur ne répond pas, arrêt du compresseur	Visuelle (voyant de charge)	1	3	3	9	Remplacer la batterie
capteurs	Transformer une grandeur physique en grandeur électrique	Court-circuit	Défaut d'isolement	Plus de sécurité, pas de signaux	Visuelle	1	3	3	9	Remplacer
Bougie de	Chauffer la	Ne reste pas en	Mauvais	mauvais	Visuelle	1	2	3	6	Bien

préchauffage	chambre de combustion lors d'un démarrage à froid	position	raccordement de barrette	démarrage du moteur						connecter la barrette de raccordement
Démarreur	Démarrer le moteur	Ne reste pas en position	Mauvais serrage des vis de fixation	Pas de démarrage du moteur	Visuelle	1	3	3	9	Visser les vis des points de fixation

**Tableau 13:** AMDEC de sous-système Partie commande.

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective :
						F	G	N	C	
Temporisateur	Ouvrir ou fermer un circuit sur réception d'un signal électrique au bout d'un certain temps	Griller	Mauvais contact,	Le groupe ne démarre pas	Mesure	1	3	3	9	Changer le temporisateur

Les relais	Ouverture ou fermeture d'un circuit électrique de puissance a partir d'un information logique	Griller	Mauvais contact	Le groupe ne démarre pas	Mesure	1	3	3	9	Changer le relais
Contacteurs	Ouvrir ou fermer un circuit sur réception d'un signal électrique	Absence de courant	Mauvais contact	Le groupe ne démarre pas	Mesure	1	3	3	9	Changer le contacteur
Fusible	Protection on cas de surcharge	Rupture	Surcharge, court-circuit	Le groupe ne démarre pas	Mesure	1	3	3	9	Changer les fusibles
Les diodes	Imposer un sens de passage du courant	Griller	Court-circuit	Le groupe ne démarre pas	Mesure	1	3	3	9	Changer les diodes

**Tableau 14:** AMDEC de sous-système Alternateur

Elément	Fonction	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective :
						F	G	N	C	
Arbre	Entrainement du moteur avec le rotor de l'alternateur	Ne tourne pas	Arbre cassée	Vibrations excessives de l'alternateur	Sonore	1	4	3	12	Remplacer
Roulements	Assurer l'alignement de l'arbre	Ne reste pas en position	Usure vieillesse	Frottement excessif	Visuelle, sonore	1	4	3	12	Remplacer
Flasques paliers	Porter les roulements et boucher les extrémités du stator	Blocage, coincement	Usure vieillesse	Frottement excessif	Visuelle, sonore	1	4	3	12	Remplacer
Régulateur de	Ajuster le courant	Mise en marche	Transistor	Pas de régulation de	Mesure	1	4	3	12	Remplacer les

tension	d'excitation en fonction tension de sortie	erronée	défectueux	tension en sortie						composants
Stator	Générer la force électromotrice	Blocage	Coupure des enroulements, enroulement mal isolé	Pas de tension en sortie alternateur	Mesure	1	4	4	16	Rembobiner
Rotor	Créer une induction important	Fonctionnement irrégulière	Coupure des enroulements, enroulement mal isolé	Pas de tension en sortie alternateur	Mesure	1	4	4	16	Rembobiner



### 3.2. La criticité :

#### 3.2.1. Application la criticité :

L'évaluation de la criticité des équipements permet de définir les priorités et de choisir entre une maintenance préventive systématique ou conditionnelle. Chaque approche a ses avantages et il est souvent judicieux de combiner les deux pour optimiser la performance et la disponibilité des équipements tout en minimisant les coûts de maintenance.

**Tableau 15:** classement de la criticité

Valeur de criticité	Notation	Actions à faire
$C < 16$	Négligeable	Maintenance correctif
$16 \leq C < 32$	Criticité faible	maintenance préventive à fréquence faible
$32 \leq C < 36$	Criticité moyenne	maintenance préventive à fréquence élevée
$36 \leq C < 48$	Criticité élevée	Recherche d'amélioration
$48 \leq C \leq 64$	Criticité interdite	Recherche la conception

#### 3.2.2. Tableau de nombre des causes :

**Tableau 16:** de nombre des causes

Criticité	1	2	3	4	6	8	9	12	16	18	24	27	32	36	48
Causes	0	0	0	2	4	2	13	13	12	3	3	0	1	0	0

Le nombre totale des causes est 53 on constate qu'il Ya 3 catégories :

- ❖ Première catégorie : Représente 64% des causes qui ont une criticité  $C < 16$
- ❖ Deuxième catégorie : Représente 34% des causes qui ont une criticité  $16 \leq C < 32$
- ❖ Troisième catégorie : Représente 2% des causes qui ont une criticité  $32 \leq C < 36$

### 3.3. Préparation et élaboration une plan de maintenance préventive :

La partie contrôle et commande d'une unité facilite la tâche de maintenance en fournissant différentes informations et en émettant des alertes en cas de problème. Avant chaque démarrage de l'unité, il est recommandé d'effectuer les vérifications suivantes :

1. Inspection visuelle de l'unité : recherche de fuites, d'usure, de dommages et vérification des connexions/composants pour détecter toute corrosion.
2. Contrôle du niveau d'huile de lubrification.
3. Contrôle du niveau de liquide de refroidissement.
4. Vérification du témoin du filtre à air.
5. Vérification de la ventilation du radiateur.
6. Vérification de la courroie de distribution du moteur.
7. Contrôle du niveau de carburant.

#### Plan de maintenance préventive de Groupe électrogène

**Tableau 17:** Plan de maintenance préventive de Groupe électrogène

<b>Élément</b>	<b>Action de maintenance</b>	<b>Fréquence / intervalle</b>	<b>Outils</b>
Vilebrequin	Remplacer coussinet, vilebrequin	Annuel	Micromètre
Culasse	Changer joints en huilant légèrement les boulons de culasse	Annuel	Contrôleur de l'état de surface, Micromètre, Visuellement
Distribution	Vérifier l'état des soupapes	Toutes les 1000 heures	Boîte d'outillage/clés
Coussinets	Remplacer, vérifier l'ensemble du circuit d'huile	Annuel	Visuellement

Arbre à came	Remplacer l'arbre à came	Annuel	Micromètre, Visuellement
Porte chemise de cylindre	Remplacer Porte chemise de cylindre	Annuel	Contrôleur de l'état de surface, Visuellement
Carter	Contrôler les fuites /niveau d'huile	Avant chaque démarrage	Jauge à huile,
Radiateur	Vérifier l'état de l'eau, remplacer	Toutes les 150 heures de fonctionnement	Visuellement
Ventilateur	Remplacer les hélices	Toutes les 150 heures de fonctionnement	Main, œil
Canalisation d'eau	Nettoyer remplacer, serrer des raccords	Toutes les 150 heures de fonctionnement	outils mécanique
Canalisation gasoil	Nettoyer, serrer raccords, Remplacer	Toutes les 150 heures de fonctionnement	outils mécanique
Injecteur	Dégripper, régler	Toutes les 1000 heures de fonctionnement	Pompe d'essai, loupe
Electrovanne gasoil	Remplacer	Toutes les 24 heures de fonctionnement	Boîte à outils mécanique
Pompe à huile	Remplacer, lubrifier	Annuel	Boîte à outils mécanique
Filtre à huile	Nettoyer, remplacer	Annuel	Boîte à outils mécanique

Huile	Vidanger, Utiliser huile de bonne qualité	Toutes les 500 heures de fonctionnement	Boîte à outils mécanique
Stator	Rembobiner	Toutes les 600 heures de fonctionnement	Multimètre
Rotor	Rembobiner	Toutes les 600 heures de fonctionnement	Multimètre

Si l'unité fonctionne pendant de longues périodes, il est recommandé de vérifier les informations affichées par le tableau de commande toutes les 6 à 8 heures.

Voici quelques autres points importants à prendre en compte pour la maintenance de l'unité :

- Utiliser une huile de bonne qualité pour éviter d'affecter le circuit de lubrification.
- Utiliser un liquide de refroidissement de bonne qualité pour éviter de détériorer la pompe à eau et le circuit de refroidissement en général.
- Tester les thermostats tous les 2000 heures de fonctionnement ou tous les 2 ans.
- Effectuer une aspiration complète du liquide de refroidissement et envoyer un échantillon au laboratoire pour évaluer l'état des canaux internes tous les 2000 heures de fonctionnement ou tous les 2 ans.
- Changer le joint de culasse toutes les 1500 heures de fonctionnement pour éviter les dommages causés par une température élevée, notamment le mélange d'huile avec de l'eau et l'érosion des cylindres et des pistons.
- Remplacer les différents joints du moteur.
- Changer le filtre à carburant et le pré-filtre en même temps.
- Effectuer l'amorçage après le remplacement des deux filtres à carburant.
- Lors du remplacement du filtre à huile, remplir le nouveau filtre avec de l'huile avant de l'installer.
- Nettoyer le réservoir des sédiments à l'aide de diesel tous les 2 ans.
- Contrôler les vibrations régulièrement après une longue période de fonctionnement pour éviter le desserrage des raccords. Vérifier les supports du moteur tous les 500 heures de fonctionnement ou chaque année.

- Faire fonctionner le moteur à sa vitesse nominale avec une charge de 50 à 70 % pendant au moins 30 minutes toutes les 2 semaines pour assurer sa fiabilité.
- Nettoyer régulièrement le groupe électrogène et maintenir un environnement propre en permanence.

### **3.4. Préparation et élaboration une plan de maintenance correctif :**

La maintenance préventive contribue à augmenter la durée de vie des équipements, à améliorer la sécurité, à prévenir les défaillances, à optimiser la gestion de la maintenance, à réduire les consommations excessives, à éliminer les causes d'accidents graves et à diminuer les travaux urgents. En mettant en place un plan de maintenance préventive structuré et en le suivant régulièrement, vous pouvez obtenir ces avantages et assurer le bon fonctionnement de vos équipements.

- Augmenter la durée de vie des matériels et la sécurité : En effectuant régulièrement des tâches de maintenance préventive, vous pouvez détecter et résoudre les problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en défaillances majeures. Cela permet de prolonger la durée de vie des équipements en évitant l'usure prématurée ou les pannes graves. De plus, en maintenant les équipements en bon état de fonctionnement, vous réduisez les risques d'accidents liés à des défaillances techniques.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service : La maintenance préventive vise à identifier et à éliminer les causes potentielles de défaillance avant qu'elles ne se produisent. En réalisant des inspections régulières, en effectuant des tests de performance et en suivant des procédures de maintenance spécifiques, vous pouvez prévenir les défaillances imprévues et minimiser les temps d'arrêt non planifiés.
- Prévenir et prévoir les interventions de maintenance corrective : En surveillant régulièrement l'état des équipements, vous pouvez anticiper les problèmes éventuels et planifier les interventions de maintenance corrective de manière proactive. Cela permet d'éviter les interruptions soudaines de production ou de service, car les défaillances potentielles sont identifiées et résolues avant qu'elles ne deviennent critiques.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions (gestion de la maintenance) : La maintenance préventive facilite la prise de décision concernant les interventions de maintenance corrective. En ayant une connaissance précise de l'état des équipements grâce aux activités préventives, vous pouvez évaluer les coûts,

les délais et les ressources nécessaires pour les réparations. Cela vous permet de planifier les travaux de manière efficace, d'optimiser les ressources et de minimiser les interruptions d'activité.

- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiants, etc. : Une maintenance préventive régulière inclut des actions telles que la vérification des niveaux de lubrifiants, le nettoyage des filtres, l'ajustement des réglages, etc. Cela permet d'optimiser les performances des équipements et de réduire les consommations excessives d'énergie, de carburant, de lubrifiants ou d'autres ressources.
- Supprimer les causes d'accidents graves : La maintenance préventive permet de détecter et d'éliminer les conditions dangereuses ou les défaillances potentielles qui pourraient entraîner des accidents graves. En identifiant et en réparant les problèmes de sécurité, vous créez un environnement de travail plus sûr pour les employés et réduisez les risques d'accidents liés aux équipements.
- Diminuer les travaux urgents : En effectuant régulièrement des tâches de maintenance préventive, vous réduisez le nombre de travaux urgents ou de réparations d'urgence. Cela permet de mieux planifier les interventions, de minimiser les perturbations dans les opérations et d'éviter les coûts supplémentaires associés aux réparations d'urgence.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons entamé la partie essentielle de notre étude, ce qui veut dire, remplir le tableau AMDEC par les résultats de l'analyse dont nous avons effectué sur 1 groupe électrogène, et mentionner les recommandations possibles pour les défaillances critiques que nous avons trouvées. Les informations fournies par l'AMDEC permettent de dégager des priorités pour le contrôle des processus et les vérifications prévues, L'AMDEC contient des données indispensables au diagnostic et à l'entretien.

## Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude a été pour nous une expérience très enrichissante, car il nous a permis d'enrichir nos connaissances et d'améliorer notre baguage technique dans le domaine de la maintenance industrielle. Nous avons pu découvrir le fonctionnement du groupe électrogène à l'hôtel Anantara Tozeur. On outre, on a appris comment faire une étude AMDEC afin d'analyser les risques de défaillance de groupe électrogène. Ce qui nous a permis également de mettre en œuvre nos compétences et nos connaissances que nous avons pu acquérir tout au long de notre formation universitaire. Pour finir nous avons proposé des actions préventives, correctives et a méliorative principalement liées au fonctionnement du système de chauffage central, pour éviter le dysfonctionnement dans le futur. Mais ce qui est plus important c'est que nous avons appris, grâce à ce projet la méthodologie de recherche fructueuse avec un esprit critique. En revanche, notre projet reste ouvert aux améliorations.

## Référence bibliographique

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/ghezal\_mohamed/files/cours1\_moteur.pdf

[https://www.google.com/search?q=FI0600SWD\\_50\\_TECH\\_DATA\\_REV.1\\_ENG.pdf&oq=FI0600SWD\\_50\\_TECH\\_DATA\\_REV.1\\_ENG.pdf&aqs=chrome..69i57j69i60l2.3453j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=FI0600SWD_50_TECH_DATA_REV.1_ENG.pdf&oq=FI0600SWD_50_TECH_DATA_REV.1_ENG.pdf&aqs=chrome..69i57j69i60l2.3453j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

### Chrome

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.marnevallee-maintenance.fr/fichiers\_site/a5006mar/contenu\_pages/graphisme\_global/La\_Maintenance.pdf

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.sdmo-rentalpower.com/commonsdocuments/300/33516003301\_0\_1.pdf

<http://www.qualiteonline.com/question-44-quel-est-l-objectif-d-une-amdec.html>

<https://aiger.fr/quels-sont-les-differents-types-de-groupes-electrogenes/>