
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance industrielle

Thème

DIAGNOSTIC ET MAINTENANCE D'UN GROUPE ELECTROGENE

Préparé par :

MEDJOUEL Abderrahmane et YAMANI Mohamed Abdessamed

Soutenu publiquement le : **26 / 06 / 2023**, devant le jury composé de :

M. CHAIB Khaled	Maître de conférences "A" (Université de Tiaret)	Président
M. BEY Mohamed	Maître de conférences "B" (Université de Tiaret)	Examineur
Mme. ASRI Aïcha	Maître de conférences "B" (Université de Tiaret)	Examineur
M. ARARIA Rabah	Maître de conférences "B" (Université de Tiaret)	Encadrant
M. GUEMMOUR Mohamed	Maître de conférences "B" (Université de Tiaret)	Co-Encadrant

Année universitaire : 2022 - 2023

REMERCIEMENTS

On tient avant tout à remercier chaleureusement Monsieur **ARARIA Rabah**, Maître de conférences classe "B" à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret et Monsieur **GUEMMOUR Mohamed Boutkhal**, Maître de conférences classe "B" de nous avoir encadré et assuré le suivi de notre travail. En nous faisant confiance depuis le début de nos travaux, ils ont su diriger ce travail tout en nous laissant une complète autonomie. On les remercie non seulement pour leur qualité d'encadrement mais également pour l'incalculable qualité humaine dont ils ont toujours fait preuve.

On est reconnaissant de l'honneur que nous ont fait Monsieur **BEY Mohamed** Maître de conférence classe "B" à l'université de Tiaret et Madame **ASRI Aïcha** Maître de conférence classe "B" à l'université de Tiaret pour avoir accepté de prendre part au jury. On les remercie vivement d'avoir accepté la tâche d'évaluer notre mémoire en qualité d'examineurs, en consacrant de leur précieux temps à l'examen, à l'évaluation de notre travail et pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. On les remercie aussi pour la patience et la pertinence dont ils ont fait preuve à la lecture de ce document afin de l'expertiser et estimer sa valeur scientifique.

On remercie tout autant Monsieur **CHAIB Khaled**, maître de conférences classe "A" à l'université Ibn Khaldoun de tiaret, pour avoir accepté de prendre part au jury, de le présider et de proclamer le résultat de la délibérations du jury notre soutenance.

Aussi, nous n'oublions pas Monsieur **MATMATI Mohamed** Technicien supérieur chez la Société de Distribution d'électricité et gaz du groupe SONELGAZ qui nous a beaucoup aidés à accomplir ce travail.

Enfin, on tient aussi à remercier l'équipe pédagogique, constituée de l'ensemble des enseignants permanents et vacataires qui ont assurés notre formation durant notre cycle de master, ainsi que l'équipe de formation, constituée du responsable de filière et du responsable de la spécialité qui ont assurés la promotion de la spécialité maintenance industrielle, sans oublier le staff administratif du département de génie mécanique qui a veillé à l'organisation, la planification, le contrôle et le suivi des activités pédagogiques et à leur tête Monsieur le chef de département.

Dédicace

A l'aide du dieu j'ai pu fini ce mémoire que je dédié à :

Mes chers parents et mes chers frères pour leur encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apporté durant mes études.

Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mon amour. que dieu vous protège et vous offre la santé et une longue vie

Dédicace

je dédié ce modeste travaille à mes chers parents Pour leur bienveillance et son abnégation Pour m'encourager à terminer dans de bonnes conditions mon travail.

A mes chers frère pour leur aide permanents, et leur soutien moral et leur encouragements tout au long de mon parcours universitaire

A mes chers amis pour leur aide sans faille

A la mémoire de mon défunt ami Sofiane

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vux tant allégués, et le fuit de votre soutien infallible

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1 : Analyse des défaillances et diagnostic machine

Figure 1.1: Diagramme défaillance, causes et effets	5
Figure 1.2: diagramme de TBF	7
Figure 1.3: Diagramme causes effets.....	9
Figure 1.4: Diagramme de Pareto ou courbe ABC	10
Figure 1.5: Présentation graphique de l'AMDEC.....	10
Figure 1.6: Classification des méthodes de diagnostic.....	10

Chapitre 2: Groupe électrogène et modes de défaillance

Figure 2.1: schéma descriptif d'un groupe électrogène.....	15
Figure 2.2: : Image d'alternateur	17
Figure 2.3: Schéma équivalent d'un alternateur	17
Figure 2.4: Stator et rotor d'une machine synchrone	19
Figure 2.5: schéma descriptif de L'armoire de contrôle	20
Figure 2.6: Image d'une carte de commande	21
Figure 2.7: Lanceur de démarrage de groupe électrogène	23
Figure 2.8: démarreur du groupe électrogène	25
Figure 2.9 : Schéma de démarrage automatique	26
Figure 2.10: schéma de système de refroidissement.....	26
Figure 2.11: : Circuit électrique du système de refroidissement	27

Chapitre 3: Etude de cas

Figure 3.1: : Image d'un groupe électrogène VOLVO PENTA	42
Figure 3.2: Image d'une carte de commande DSE4520 MLII.....	42

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1: Analyse des défaillances et diagnostic machine

Tableau1.1: les différents modes de défaillances.....	5
Tableau1.2 : les différentes causes de défaillances.....	7
Tableau 1.3 : Traduction du 5S mots japonais.....	8

Chapitre 2: Groupe électrogène et modes de défaillance

Tableau2.1 : avantages et inconvénients entre différents types de groupes électrogènes.....	
--	--

Chapitre 3: Etude de cas

Tableau 3-1: Caractéristique du groupe VOLVO	39
Tableau 3-2: Description de la carte commande	39

SOMMAIRE

Chapitre 1 : Analyse des défaillances et diagnostic machine

1.1 Introduction.....	4
1.2 Notion de défaillance	4
1.2.1 Définition.....	4
1.2.2 Classification de défaillance	5
1.2.3 Caractéristiques	6
1.2.3.1 Modes.....	6
1.2.3.1.1 les différents causes de défaillance.....	7
1.2.3.2 Causes	7
1.2.3.3 Effets.....	8
1.2.4 Fonction défaillance.....	9
1.5 Taux de défaillance.....	10
1.5.1 Définition.....	10
1.5.2 Les type de taux de défaillance	12
Les différentes méthodes de calculer le taux de défaillance.....	13
1.6 Quantification de la défaillance.....	13
1.7 Techniques d'analyse des défaillances	14
1.8 diagnostic machine.....	19
1.9 Conclusion	28

Chapitre 2 : Groupes électrogènes et leurs modes de défaillances

2.1 Introduction.....	30
2.2 Définition du groupe électrogène.....	30
2.2.1 Domaines d'utilisation.....	30
2.3 La puissance d'un groupe électrogène.....	31
2.4 Les différents partie d'un groupe électrogène	34
2.4.1 Le moteur thermique.....	35
2.4.2 L'alternateur.....	37
2.4.3 L'armoire de contrôle.....	40
2.5 Systèmes d'allumage de groupe électrogène.....	42
2.6 Le circuit de lubrification	45
2.7 Le circuit de refroidissement.....	45
2.7.1 Le circuit électrique du système de refroidissement.....	45
2.8 Les différents capteurs dans les groupes électrogènes	46
2.9 Conclusion.....	48

Chapitre 03: étude de cas

3.1 Introduction.....	49
3.2 présentation du problème.....	50
3.2.1 description du groupe électrogène.....	50
3.2.2 description partie commande.....	50
3.2.2.1 carte de commande DSE4520MKII.....	50
3.3 intervention pratique.....	51
3.4 traitement des anomalies.....	52
3.4.1 traitement alarme 1.....	52
3.4.2 traitement alarme 2.....	55
3.5 Conclusion.....	58
Conclusion générale.....	59

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le contenu du présent travail s'intègre dans un contexte technologique, en relation avec le secteur énergétique et en particulier la production de l'énergie électrique hors réseaux de SONELGAZ. L'opération de production de ce type d'énergie est assurée par des groupes électrogènes mobiles ou fixes.

Dans le cadre de notre travail, on a traité l'une des activités de la fonction maintenance, à savoir le diagnostic machine. Notre centre d'intérêt était un groupe électrogène marque VOLVO – Penta 400 KVA installé au niveau de l'établissement médical clinique 'ELNOUR'. Nous avons été sollicités pour intervenir sur le groupe électrogène en question qui ne parvenait pas à démarrer. A ce propos, notre mémoire admet comme intitulé "Analyse dysfonctionnelle des groupes électrogènes" et qui se concentre sur l'étude et la résolution des problèmes rencontrés dans les groupes électrogènes.

Dans le but de mettre en pratique et valoriser nos connaissances théoriques acquise durant notre cursus universitaire dans la spécialité maintenance industrielle, notre objectif était de fournir aux hommes de maintenance un outil d'aide pour diagnostiquer qualitativement et quantitativement les défaillances qui peuvent survenir aux niveau des groupes électrogènes afin d'améliorer son taux de disponibilité et garantir sa longévité.

Pour ce faire, notre travail, a été synthétisé en un mémoire structuré en trois chapitres qui explorent différents aspects liés aux groupes électrogènes. Le premier chapitre aborde les notions fondamentales liées aux défaillances des systèmes techniques. Il met en évidence l'importance de comprendre les différents modes de défaillance et leurs effets, ainsi que les techniques de diagnostic utilisées pour identifier et résoudre les problèmes. Le deuxième chapitre traite le centre d'intérêt et se concentre sur les différents types de groupes électrogènes, en examinant leur fonctionnement et les principaux éléments qui les composent. Il expose trois parties d'un groupe électrogène à savoir le moteur thermique, la génératrice et la carte de gestion et de commande électronique. Ensuite, le troisième chapitre aborde une étude de cas pratique effectuée sur un groupe électrogène VOLVO-Penta de 400 KVA qui présente des défaillances d'ordre mécanique et électrique. Cette étude de cas a pour objectif de dresser une matrice ou table de décision pour diagnostiquer et résoudre les problèmes spécifiques d'un groupe électrogène qui ne démarre pas. En fin, une conclusion et des perspectives ont été données.

Chapitre 1

**ANALYSE DES DEFAILLANCES
ET
DIANOSTIC MACHINE**

1.1 INTRODUCTION

La maintenance industrielle est un domaine crucial pour le fonctionnement optimal des systèmes de production et la maximisation de la productivité. Elle vise à assurer la fiabilité, la disponibilité et la sécurité des équipements de production, ainsi que leur maintien en bon état de fonctionnement. Dans ce contexte, la notion de défaillance est d'une importance primordiale, car elle représente un événement indésirable qui affecte la performance d'un système technique ou d'un objet technique. Il est donc essentiel de comprendre les différents modes de défaillance, leurs caractéristiques, leurs causes et leurs effets afin de pouvoir mettre en place des actions préventives et correctives efficaces.

La quantification de la défaillance est un autre aspect crucial de la maintenance industrielle, car elle permet de mesurer la fréquence et la gravité des défaillances, ainsi que leur impact sur la production et les coûts. Pour cela, il est nécessaire de collecter et d'analyser des données de défaillance, en utilisant des techniques telles que la statistique descriptive, les lois de probabilité et les méthodes d'analyse de la fiabilité.

Le diagnostic machine est également une activité clé de la maintenance industrielle. Pour cela, il est important de suivre des étapes clés telles que la planification et l'organisation du diagnostic, la préparation des équipements, la collecte et l'analyse des données, ainsi que la mise en place d'un plan d'action. Dans ce chapitre, nous aborderons les différentes notions liées à la défaillance, ainsi que les techniques et les méthodes utilisées pour la quantification de la défaillance et le diagnostic des machines.

1.2 NOTION DE DEFAILLANCE

1.2.1 Définition

Le long de son cycle de fonctionnement, tout système technique subit toujours par la force de la nature une dégradation d'une ou plusieurs de ses caractéristiques, qui le conduit inévitablement à perdre partiellement ou totalement l'aptitude d'accomplir une fonction de service requise pour son fonctionnement et son exploitation.

Selon la norme CEI-271-1974, la défaillance est la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. Cette cessation peut être complète (l'entité ne remplit plus sa fonction) ou partielle (la fonction est assurée dans certaines limites, on parle alors de mode dégradé). [1].

1.2.2 Classification de défaillance

Les défaillances peuvent être qualifiées et classées de différentes manières (**tableau 1.1**) : en fonction de la rapidité de manifestation ; en fonction du degré d'importance ; en fonction des causes, en fonction des conséquences, etc.

Défaillance à taux constant	<i>C'est une défaillance qui apparaît avec un taux de défaillance sensiblement constant pendant la durée de vie utile de l'entité. Cette défaillance est généralement catalectique. Elle est encore appelée « défaillance aléatoire ».</i>
Défaillance complète	<i>C'est une défaillance qui résulte de déviation d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle entraîne une disparition complète de la fonction requise (Norme CEI-271-1974).</i>
Défaillance partielle	<i>C'est une défaillance résultante de déviation d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise (Norme CEI-271-1974). Les limites sont des limites spéciales spécifiées à cette fin (CEI-271-1974).</i>
Défaillance pertinente	<i>C'est une défaillance à prendre en compte pour interpréter ou évaluer une mesure de la sûreté de fonctionnement. On parle aussi de "défaillance à prendre en compte" (CEI-271A-1978).</i>
Défaillance non pertinente	<i>C'est une défaillance à exclure pour l'interprétation ou l'évaluation d'une mesure de la sûreté de fonctionnement. On parle aussi de "défaillance à ne pas prendre en compte" (Norme CEI-271A-1978).</i>
Défaillance progressive	<i>C'est une défaillance due à une évolution dans le temps des caractéristiques d'une entité. En général, une défaillance progressive peut être prévue par un examen ou une surveillance antérieure.</i>
Défaillance par dégradation	<i>C'est une défaillance qui est à la fois progressive et partielle (Norme CEI-271-1974). A la longue, une telle défaillance peut devenir une défaillance complète (Norme CEI-271-1974).</i>
Défaillance de commande	<i>C'est une défaillance d'une entité dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'une autre entité et pour laquelle cette entité a été qualifiée et dimensionnée.</i>
Défaillance d'usure	<i>C'est une défaillance qui apparaît avec un taux de défaillance rapidement croissant par suite de processus inhérents à l'entité.</i>
Défaillance de cause commune	<i>C'est une défaillance dépendante ayant pour origine la même cause directe.</i>

1.2.3 Caractéristiques [2]

La dégradation étant la conséquence inévitable de l'existence et/ou de l'apparition de phénomènes complexes et couplés, elle est caractérisée par des **modes** de défaillance ayant des **origines (ou causes)** qui induisent des **conséquences (ou effets)**.

La **figure 1.1** présente trois aspects de la fonction maintenance : scénarii relatifs aux options de maintenance, mise en situation modes de défaillances, causes et effets ainsi que les processus de diagnostic et de pronostic.

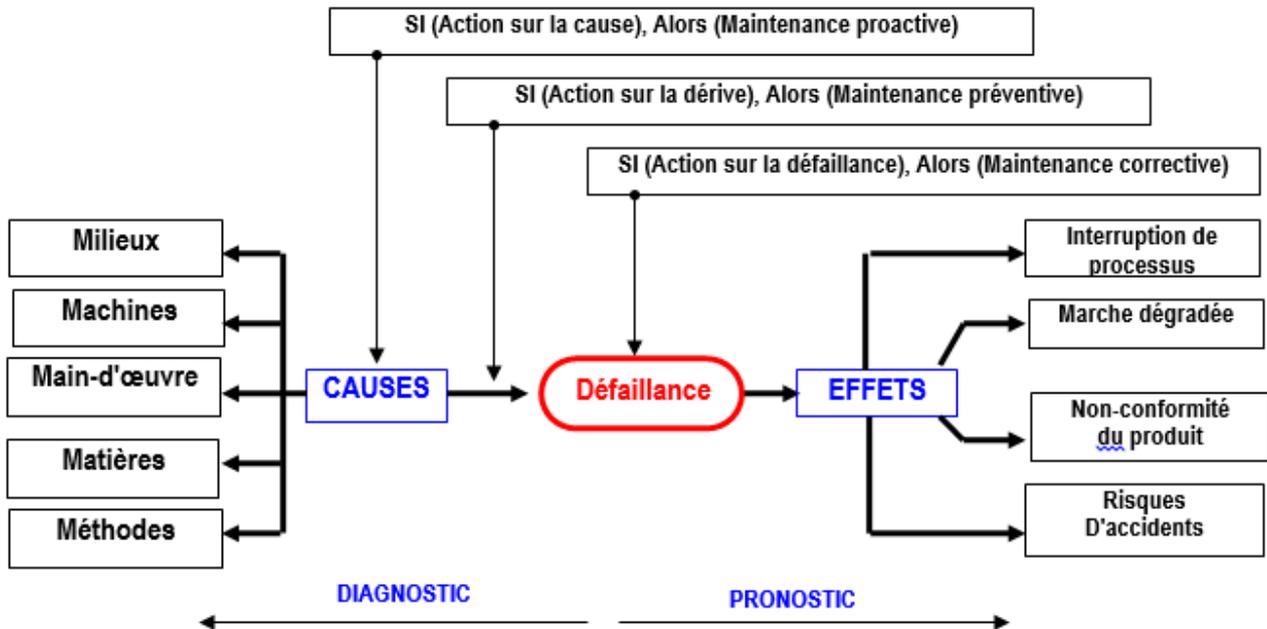


Figure 1.1: Relations défaillance, causes avec diagnostic et effet avec pronostic

1.2.3.1 Modes de défaillance

1°. Définition

Les modes de défaillance sont les différentes façons dont un équipement ou un système peut tomber en panne. Les modes de défaillance courants comprennent l'usure, la corrosion, les fissures, les pannes de composants, les erreurs de conception, ...etc, l'identification des modes de défaillance est essentielle pour la planification de la maintenance préventive.

2°. Classification

Pour une entité technique donnée, sa fonction de service présente quatre situations différentes :

Situation	Etat de la fonction de service	Etat du système
1	PAS DE FONCTION	Le système ne fonctionne plus
2	PERTE DE FONCTION	Le système ne fonctionne pas
3	FONCTION DEGRADEE	Le système fonctionne de moins en moins bien.
4	FONCTION INTEMPESTIVE	Le système fonctionne de temps en temps.

Le **tableau 1.2** , liste les différents modes génériques d'ordre , mécanique, électrique et électromécanique.

1	Fonctionnement (ou démarrage) prématuré	22	Ecoulement réduit
2	Ne fonctionne (ne démarre) pas au moment prévu	23	Mise en marche erronée
3	Ne s'arrête pas au moment prévu	24	Ne s'arrête pas
4	Défaillance au cours du fonctionnement	25	Ne démarre pas
5	Défaillance structurelle (rupture)	26	Ne commute pas
6	Blocage physique ou coincement	27	Fonctionnement après le délai prévu
7	Vibrations	28	Entrée erronée (Augmentation)
8	Ne reste pas en position	29	Entrée erronée (Diminution)
9	Ne s'ouvre pas	30	Sortie erronée (Augmentation)
10	Ne se ferme pas	31	Sortie erronée (Diminution)
11	Défaillance en position ouverte	32	Perte de l'entrée
12	Défaillance en position fermée	33	Perte de la sortie
13	Fuite interne	34	Court-circuit électrique
14	Fuite externe	35	Circuit électrique ouvert
15	Valeur au-dessus d'une limite supérieure tolérée	36	Fuite électrique
16	Valeur au-dessous d'une limite inférieure tolérée	37	Autres conditions de défaillance exceptionnelle suivant : <ul style="list-style-type: none"> • les caractéristiques du système, • les conditions de fonctionnement, • les contraintes opérationnelles d'exploitation
17	Fonctionnement intempestif		
18	Fonctionnement intermittent		
19	Fonctionnement irrégulier		
20	Indication erronée		
21	Blocage physique ou coincement		

1.2.3.2 Causes de défaillance

1°. Définition

On entend par cause de défaillance, la source qui l'a fait apparaître ou qui a provoqué son occurrence. Les origines de la défaillance sont en relation directe avec les facteurs suivants : milieux, machines, main-d'œuvre, matière, méthode.

2°. Classification

Il existe trois types de causes amenant le mode de défaillance (**Tableau 1.3**):

- Causes internes liées à l'entité étudiée.
- Causes externes liée à l'environnement, au milieu et à l'exploitation de l'entité étudiée.
- Causes externes liées à la main d'œuvre.

Tableau 1.3 : Causes de défaillance et type d'entités concernées

<i>Causes de défaillance</i>	<i>Composants électriques et électromécaniques</i>	<i>Composants hydrauliques</i>	<i>Composants mécaniques</i>
<i>Causes internes matériel</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vieillesse - Composant hors service 	<ul style="list-style-type: none"> - Vieillesse - Composant hors service - Colmatage - Fuites 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes mécaniques - Fatigue mécanique - Etats de surface
<i>Causes externes milieu exploitation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pollution (poussière, huile, eau) - Chocs - Vibrations - Echauffement local - Parasites - Perturbations électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Température ambiante - Pollution - Vibrations - Echauffement local - Chocs, coups de bélier 	<ul style="list-style-type: none"> - Température ambiante - Pollution * - Vibrations - Echauffement local - Chocs
<i>Causes externes Main d'œuvre</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Montage - Réglages - Contrôle - Mise en œuvre - Utilisation - Manque d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> - Montage - Réglages - Contrôle - Mise en œuvre - Utilisation - Manque d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> - Conception - Fabrication - Montage - Réglages - Contrôle - Mise en œuvre - Utilisation

1.2.3.3 Effets / Conséquences de la défaillance [3].

1° Définition

On entend par conséquences de défaillance, les effets, les résultats ou la suite logique d'un fait, ou d'une action, observables ou constatables sur l'entité étudié suite à une défaillance. Exemple : interruption de processus, marche dégradée, risques d'accidents, etc...

Les conséquences d'une défaillance peuvent varier en fonction de l'équipement ou du système concerné et de l'environnement dans lequel il est utilisé.

Les conséquences peuvent inclure des pertes financières, des risques pour la sécurité, des perturbations de la production, etc. l'analyse des conséquences de la défaillance est importante pour la planification de la maintenance préventive et pour la gestion des risques.

2°. Classification[4]

Les effets qui peuvent émaner lors de l'occurrence d'une défaillance, peut être classés comme suit:

- **Effets mineurs** : légère dégradation des caractéristiques de l'entité étudié.
- **Effets significatifs** : dégradation notable des marges de sécurité et des qualités de performance de l'entité.
- **Effets critiques** : dégradation dangereuse des marges de sécurité
- **Effets catastrophiques** : bris de machine et / ou mort d'hommes.

1.2.4 Fonction défaillance et fonction fiabilité

1.2.4.1 Fonction défaillance[5]

En terme de défaillance, la fonction de répartition de la variable aléatoire T , est la probabilité qu'un produit prélevé au hasard dans la population considérée ait une défaillance avant l'instant on définit mathématiquement la fonction de défaillance par le nombre $F(t)$, tel que pour $t \geq 0$.

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(t) dt \quad (1.1)$$

$$F'(t) = f(t) \quad 0 \leq F(t) \leq 1 \quad (1.2)$$

$F(t)$: Fonction de répartition de la défaillance du système

$f(t)$: Densité de probabilité de la variable aléatoire T

1.2.4.2 Fonction fiabilité

En terme de fiabilité, la fonction de répartition de la variable aléatoire T , est la probabilité qu'un produit prélevé au hasard dans la population considérée **n'ait pas** de défaillance avant l'instant t ".

On définit mathématiquement la fonction de fiabilité par le nombre $R(t)$ associée à celle de la défaillance, tel que pour tout $t \geq 0$:

$$R(t) = P(T \geq t) = \int_t^{\infty} f(t) dt \quad (1.3)$$

- $R(t)$: Fonction de répartition de la fiabilité du système
- $f(t)$: Densité de probabilité de la variable aléatoire T

Sachant que $T \geq t$ est l'événement contraire de $T \leq t$, on peut écrire :

$$P(T \geq t) = 1 - P(T \leq t) \quad (1.4)$$

Puisque $P(T \leq t) = F(t)$ et $P(T \geq t) = R(t)$, alors on a :

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (1.5)$$

1.2.5 Taux de défaillance $\lambda(t)$

1.2.5.1 Définition

Pour un système ayant assuré un fonctionnement pendant une durée t et encore en fonctionnement, la probabilité qu'il ait une défaillance entre l'instant t et l'instant $t+dt$ est représentée par la **probabilité conditionnelle** qu'il subi une défaillance entre l'instant t et l'instant $t+dt$, sachant qu'il a survécu jusqu'à l'instant t .

D'après le **théorème des probabilités conditionnelles**, cette probabilité est égale à :

$$\frac{f(t)dt}{R(t)} = \lambda(t)dt \quad (1.6)$$

Avec $\lambda(t)$ taux de défaillance du système à l'instant t .

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{F'(t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1-F(t)} \quad (1.7)$$

On peut trouver $\lambda(t)$ si l'on connaît $F(t)$ ou $R(t)$. Inversement, si l'on connaît $\lambda(t)$, on peut obtenir $R(t)$ et respectivement $F(t)$ comme solution de l'équation différentielle du premier ordre :

$$\lambda(t) = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} \quad (1.8)$$

La relation montre que le taux de défaillance est, au signe près, la dérivée logarithmique de la fiabilité :

$$\lambda(t) = -\frac{d[\ln R(t)]}{dt} \quad (1.9)$$

D'où

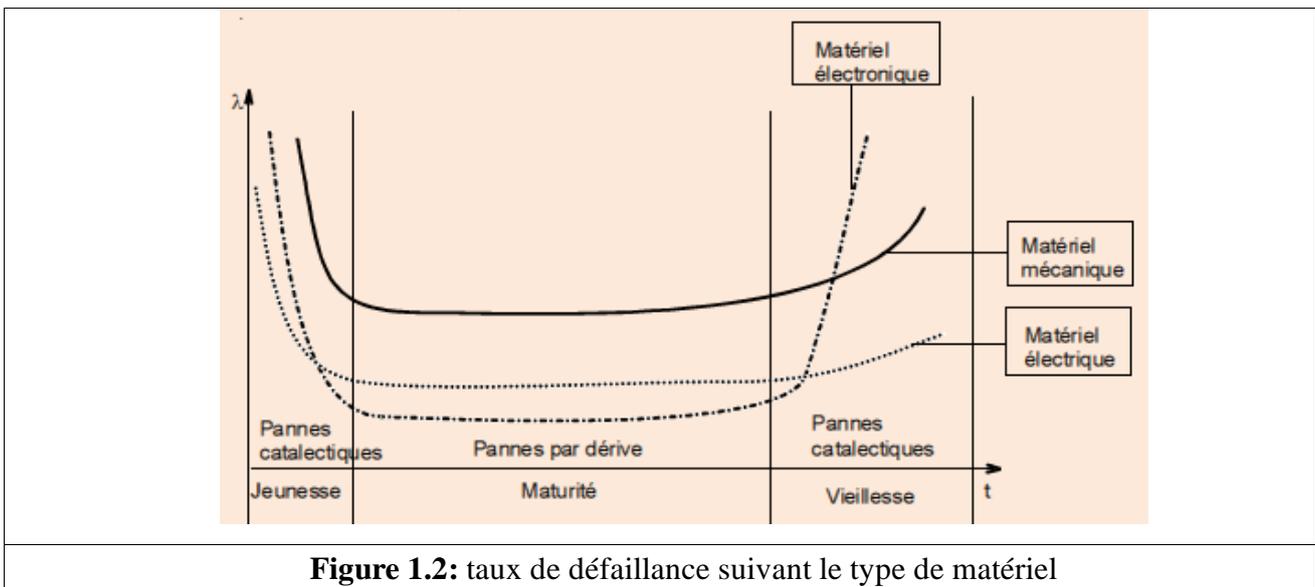
$$\ln R(t) = -\int_0^t \lambda(t)dt \quad (1.10)$$

Alors

$$R(t) = \text{Exp} \left[-\int_0^t \lambda(t)dt \right] \text{ et } F(t) = 1 - \text{Exp} \left[-\int_0^t \lambda(t)dt \right] \quad (1.11)$$

1.2.5.2 Analyse de la vie d'un produit industriel

Expérimentalement, pour la plupart des produits industriels semblables on peut étudier la variation du taux de défaillance $\lambda(t)$. Le tracé complet du taux de défaillance est une probabilité de défaillance dont l'allure graphique est donnée par la **figure 1.2**. Elle est appelée courbe en baignoire et comporte 3 zones distinctes qui correspondent à trois périodes du cycle de vie d'un équipement.



Zone 1 → Période de défaillance précoce ou période de jeunesse.

C'est la période de démarrage d'un équipement ou période de début de fonctionnement. Dans cette phase, tous les défauts résiduels apparaissent. Les défaillances sont dues à des **défauts de fabrication ou de conception**. Elles s'estompent avec le temps et doivent disparaître au seuil du délai de la garantie. Le taux de défaillance décroît avec le temps, car les défaillances deviennent de moins en moins nombreuses. Cette période a une durée variable suivant le produit. Cette phase s'échelonne entre quelques heures et quelques centaines d'heures. Les défaillances précoces sont liées :

- A la mise en service
- Au rodage
- A la sélection des composants avant montage

Zone 2 → Période de défaillance à taux constant ou zone de maturité

Après la période de mise en route, l'équipement entre dans sa période de pleine production. C'est la période de maturité, ou vie utile. Elle correspond à l'apparition de défaillances provenant de causes très diverses. les défauts sont alors de toutes origines (derniers défauts précoces et premiers d'usure). Dans cette phase les défaillances qui ont eu lieu sont dues au **hasard**. Le taux de défaillance reste à peu près constant.

Sa durée s'étend de quelques milliers d'heures pour les pièces mécaniques à plusieurs centaines de milliers d'heures pour les composants électroniques. Les pannes **sont aléatoires**. Dans cette phase les défaillances apparaissent :

- Sans usure préalable visible
- En suivant une loi de Poisson, loi exponentielle

Zone 3 → Période de défaillance par vieillissement ou période de fin de vie ou zone d'usure

Après une utilisation variable suivant les équipements, les composants laissent apparaître un dysfonctionnement de plus en plus fréquent il y a dérive. Les défaillances sont dues à l'**usure croissante** ou à la fatigue (fin de vie)**du produit**. C'est la période d'usure. C'est la période où le taux de défaillance augmente rapidement avec le temps. Les pannes sont **prévisibles** et suivent une loi normale ou une loi normale décentrée.

1.2.5.3 Types de taux de défaillance [6], [7]

Il existe plusieurs types de taux de défaillance, qui sont utilisés pour caractériser les processus de défaillance des équipements. Voici quelques-uns des types de taux de défaillance couramment utilisés.

1. Taux de défaillance instantané :

Il s'agit du nombre de défaillances qui se produisent dans un intervalle de temps très court, divisé par la durée de cet intervalle. Le taux de défaillance instantané est donc une mesure de la probabilité de défaillance d'un équipement à un moment donné.

2. Taux de défaillance cumulatif :

Il s'agit de la probabilité qu'un équipement tombe en panne avant un certain temps donné. Le taux de défaillance cumulatif est calculé à partir du taux de défaillance instantané, en intégrant ce taux sur l'intervalle de temps considéré.

3. Taux de défaillance moyenne :

Il s'agit du nombre moyen de défaillances par unité de temps. Le taux de défaillance moyenne est souvent utilisé pour comparer la fiabilité de différents équipements ou systèmes.

4. Taux de défaillance conditionnel :

Il s'agit du taux de défaillance d'un équipement, sachant qu'il a survécu jusqu'à un certain moment donné. Le taux de défaillance conditionnel permet d'estimer la probabilité de défaillance d'un équipement à partir de ses antécédents de défaillance.

5°. Taux de défaillance par mode :

Il s'agit du taux de défaillance associé à un mode de défaillance spécifique. Les taux de défaillance par mode sont souvent utilisés pour évaluer l'impact de différentes interventions de maintenance sur la fiabilité d'un équipement. Il est important de choisir le type de taux de défaillance le plus approprié en fonction du contexte et des objectifs de l'analyse.

1.4.3 Quantification du taux de défaillance [7]

1. Méthode de Weibull

Cette méthode est basée sur l'utilisation de la **distribution de Weibull** pour modéliser la probabilité de défaillance en fonction du temps. Le taux de défaillance est calculé à partir des paramètres de la distribution de Weibull, tels que la forme et l'échelle.

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1}, \quad \text{pour } t > \gamma$$

2. Méthode de Nelson

Cette méthode est basée sur l'utilisation de la **distribution exponentielle** pour modéliser la probabilité de défaillance en fonction du temps. Le taux de défaillance est calculé à partir de la durée de vie moyenne des équipements et de la probabilité de défaillance instantanée.

3. Méthode de Kaplan Meier

Cette méthode est utilisée pour estimer le taux de défaillance en l'absence de données complètes sur les temps de défaillance. Elle utilise une approche non paramétrique pour estimer le taux de défaillance en fonction du temps.

4. Méthode de bayes

Cette méthode est basée sur l'utilisation de la **théorie de la probabilité bayésienne** pour estimer le taux de défaillance en fonction de données incomplètes ou incertaines. elle permet de prendre en compte les connaissances a priori sur les équipements et les processus de défaillance.

Il existe également d'autres méthodes de calcul du taux de défaillance, telles que la méthode de Cox, la méthode de log-Rank, la méthode de Markov, etc. le choix de la méthode dépend des données disponibles et des objectifs de l'analyse.

1.5 QUANTIFICATION DE LA DÉFAILLANCE

La quantification de la défaillance est une méthode utilisée pour mesurer la fiabilité d'un système. Elle permet de déterminer les probabilités de défaillance d'un système à travers une analyse quantitative. Cette analyse est réalisée en utilisant des modèles mathématiques tels que la distribution de Weibull, la distribution exponentielle ou la loi normale. Les données recueillies sont ensuite utilisées pour estimer les taux de défaillance, les temps moyens de bon fonctionnement et les temps moyens de réparation.

La quantification de la défaillance est un processus continu et dynamique qui permet d'améliorer la fiabilité des systèmes en identifiant les points faibles et en mettant en place des actions de maintenance préventive ou corrective.

La quantification de la défaillance est une étape importante dans la planification de la maintenance, car elle permet de déterminer les temps moyens entre les défaillances et les temps moyens de réparation. Ces données sont utilisées pour établir des programmes de maintenance préventive, afin de minimiser le risque de défaillance et d'optimiser la disponibilité du système. [8]

1.6 TECHNIQUES D'ANALYSE DES DÉFAILLANCES

1.6.1 Diagramme Causes/Effet

Les premiers diagrammes causes/effet ont été développés par le professeur Kaoru Ishikawa en 1943. Ce type de diagramme est de ce fait également appelé, diagramme d'Ishikawa ou diagramme en arrêtes de poisson. Un diagramme causes/effet peut être utilisé pour : structurer une recherche de causes; comprendre un phénomène, un processus, par exemple les étapes de recherche de panne sur un équipement, en fonction d'un ou plusieurs symptômes; analyser un défaut en remontant l'arborescence des causes probables pour identifier la cause racine; identifier l'ensemble des causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée, afin de trouver des solutions; servir de support de communication et de formation. Enfin, il peut être vu comme une base de gestion des connaissances. [9]

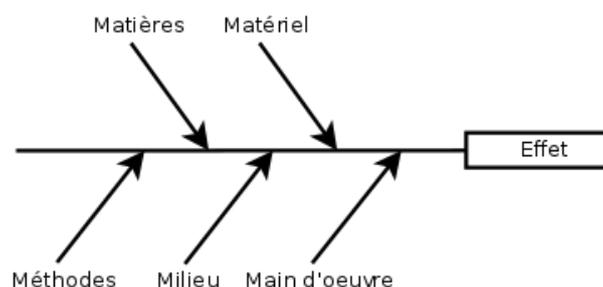


Figure 1.3 : Diagramme causes effets [<http://chohmann.free.fr/>]

1.6.2 Méthode ABC (Diagramme de PARETO)

La méthode ABC apporte une réponse. Elle permet l'investigation qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter les choix et les priorités. On classe les événements (pannes par exemple) par ordre décroissant de coûts (temps d'arrêts, coût financier, nombre, etc...), chaque événement se rapportant à une entité. On établit ensuite un graphique faisant correspondre les pourcentages de coûts cumulés aux pourcentages de types de pannes ou de défaillances cumulés. Sur le schéma figure 2.2, on observe trois zones.

1. Zone A : 20% des pannes occasionnent 80% des coûts ;
2. Zone B : les 30% de pannes supplémentaires ne coûtent que 15% supplémentaires ;
3. Zone C : les 50% de pannes restantes ne concernent que 5% du coût global.

Conclusion : il est évident que la préparation des travaux de maintenance doit porter sur les pannes de la zone A. [8]

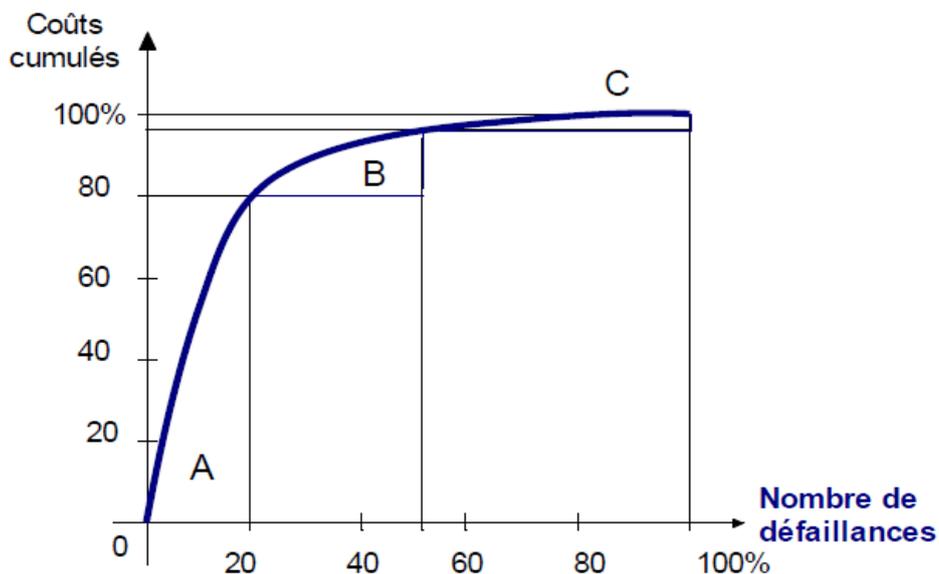


Figure 1.4 : *Diagramme de Pareto ou courbe ABC* [11]

En maintenance cette méthode est très utile pour déterminer les urgences ou les tâches les plus rentables.

1.6.3. L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité) [10]

Cette méthode d'analyse de risques utilisée en maintenance industrielle pour identifier, évaluer et prioriser les modes de défaillance potentiels d'un équipement, d'un système ou d'un processus. L'AMDEC est une méthode systématique et structurée qui consiste à rassembler un groupe de personnes possédant une connaissance approfondie de l'équipement ou du processus à analyser, et à les guider à travers un processus d'analyse en plusieurs étapes :

1. Identification des modes de défaillance

Le groupe de travail identifie tous les modes de défaillance potentiels de l'équipement ou du processus.

2. Identification des effets de chaque mode de défaillance

Pour chaque mode de défaillance identifié, le groupe de travail évalue les effets de la défaillance sur le fonctionnement de l'équipement ou du processus, ainsi que sur la sécurité des personnes et de l'environnement.

3. Estimation de la gravité de chaque effet

Le groupe de travail évalue la gravité de chaque effet identifié sur une échelle de criticité. [10]

4. Identification des causes de chaque mode de défaillance

Le groupe de travail identifie les causes possibles de chaque mode de défaillance.

5. Estimation de la probabilité de chaque cause

Le groupe de travail évalue la probabilité que chaque cause identifiée entraîne le mode de défaillance.

6. Identification des mesures de prévention et de détection

Pour chaque mode de défaillance, le groupe de travail identifie les mesures de prévention et de détection possibles pour éviter ou minimiser les effets de la défaillance.

7. Evaluation de la criticité de chaque mode de défaillance

En combinant les estimations de gravité, de probabilité et de prévention/détection, le groupe de travail évalue la criticité de chaque mode de défaillance.

L'AMDEC est largement utilisée dans l'industrie pour améliorer la fiabilité et la disponibilité des équipements et des processus. Elle permet de hiérarchiser les modes de défaillance en fonction de leur criticité et de planifier les actions de maintenance préventive nécessaires pour minimiser les risques.

Date de l'analyse :	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement	page :			
	Machine :		Organe :				Nom :			
Pièce/Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	N	C	

Figure 1.5 : Présentation graphique de l'AMDEC.

1.6.4 Analyse Fonctionnelle des modes de Défaillance et de leurs Effets (AFH)

C'est une méthode d'analyse de défaillance qui consiste à étudier les fonctions d'un système ou d'un équipement, puis à identifier les modes de défaillance potentiels pour chaque fonction, et enfin à évaluer les effets de ces défaillances sur les performances globales du système ou de l'équipement.

L'AFH permet ainsi de détecter les risques de défaillance dès la conception du système ou de l'équipement, et de mettre en place des mesures de prévention ou de correction pour éviter ou réduire ces risques. Cette méthode est notamment utilisée en ingénierie de la sécurité, en maintenance industrielle et en gestion des risques. [11]

1.6.5 Kaizen

Est une méthode d'amélioration continue développée au Japon, qui vise à optimiser les processus de production et de gestion en impliquant tous les employés de l'entreprise dans un processus d'amélioration continu. Dans le contexte de la maintenance industrielle, Kaizen peut être utilisé pour améliorer les processus de maintenance en identifiant les problèmes, en trouvant des solutions innovantes, en mettant en place des processus plus efficaces, en éliminant les gaspillages et en améliorant la communication entre les différents départements de l'entreprise. La mise en place de Kaizen nécessite un engagement de tous les acteurs de l'entreprise et une culture d'amélioration continue. [9]

1.6.6 Kanban

Le Kanban est une méthode de gestion de production et d'inventaire qui se base sur la gestion des flux en utilisant des signaux visuels pour contrôler les mouvements de production et de stockage.

Dans cette méthode, chaque étape du processus de production est considérée comme un stock tampon pour l'étape suivante. Les stocks sont régulés en fonction de la demande pour éviter la surproduction et le gaspillage de ressources. Les signaux visuels, tels que des cartes Kanban, sont utilisés pour déclencher la production ou le transfert de stocks d'une étape à l'autre en fonction des besoins réels.

En maintenance industrielle, le Kanban peut être utilisé pour gérer les stocks de pièces détachées et de consommables en s'assurant que les quantités sont adaptées à la demande réelle et que les pièces nécessaires sont disponibles en temps voulu pour les travaux de maintenance préventive ou corrective. [9]

1.6.7 Lean

La méthode Lean est une approche de gestion de la production qui vise à maximiser l'efficacité des processus en réduisant les gaspillages et en améliorant continuellement la qualité. Dans le contexte

de la maintenance industrielle, la méthode Lean peut être appliquée pour optimiser la maintenance préventive et réduire les temps d'arrêt non planifiés. Plus précisément, la méthode Lean en maintenance industrielle se concentre sur l'identification et l'élimination des gaspillages tels que les temps d'arrêt non productifs, les stocks inutiles, les mouvements inutiles, les temps d'attente, les surproductions, les défauts et les surcharges. Pour y parvenir, les principes Lean tels que le flux continu, le juste-à-temps, la réduction des stocks, la standardisation des processus, la résolution de problèmes en équipe et la participation active des employés sont appliqués. En somme, la méthode Lean en maintenance industrielle est une approche pratique et efficace pour améliorer la qualité, la productivité et la rentabilité de la maintenance tout en réduisant les gaspillages. Elle est largement utilisée dans l'industrie manufacturière et dans d'autres secteurs qui dépendent d'une maintenance efficace pour leur bon fonctionnement. [9]

1.6.8 La méthode des 5S

Est une technique de gestion de l'environnement de travail qui vise à améliorer la sécurité, la qualité, la productivité et la satisfaction des employés.

La méthode 5S a été développée au Japon dans les années 1960 par Toyota, dans le cadre de son système de production Toyota, également connu sous le nom de lean manufacturing. Depuis, elle est devenue une méthode courante de gestion de l'environnement de travail dans les entreprises du monde entier, y compris dans le domaine de la maintenance industrielle.

Les avantages de la méthode 5S sont nombreux, notamment une réduction des accidents, une amélioration de la qualité et de la productivité, une réduction des temps de cycle, une amélioration de l'efficacité opérationnelle et une meilleure satisfaction des employés.

Chaque S représente une étape clé dans la méthode 5S, qui consiste à éliminer le désordre et à optimiser l'efficacité en organisant l'environnement de travail. Les cinq "S" se réfèrent aux termes japonais [9]

Tableau 1.3 : Traduction du 5S mots japonais [9]

Nom japonais	Traduction littérale	Traduction utile
Seiri	Ranger	Supprimer l'inutile
Seiton	Ordre, arrangement	Situer les choses
Seiso	Nettoyage	(faire)Scintiller
Seiketsu	Propre , net	Standardiser les règles
Shitsuke	Education	Suivre et progresser

1.6.9 Arbre de défaillance

C'est une méthode d'analyse systématique et quantitative des risques et des défaillances. Il est utilisé pour déterminer les causes fondamentales d'une défaillance et pour décrire graphiquement les relations causales qui mènent à la défaillance.

L'arbre de défaillance est composé d'un nœud racine, qui représente la défaillance, et de nœuds intermédiaires, qui représentent les causes de la défaillance. Ces nœuds intermédiaires sont connectés par des portes logiques, telles que «et», «ou», «non», etc. Les portes logiques sont utilisées pour décrire les relations causales entre les différentes causes de la défaillance.

L'analyse de l'arbre de défaillance commence généralement par l'identification de la défaillance à étudier, suivie de la détermination des différentes causes potentielles de cette défaillance. Les causes sont ensuite organisées dans une structure d'arbre, avec les causes de la défaillance au sommet de l'arbre et les causes plus spécifiques en bas de l'arbre.

Une fois que la structure de l'arbre est établie, les probabilités de chaque événement sont estimées et utilisées pour calculer la probabilité de la défaillance. Des mesures de prévention peuvent ensuite être proposées pour réduire la probabilité de défaillance.

L'arbre de défaillance est une méthode utile pour l'analyse des risques dans de nombreux domaines, y compris la sécurité, l'ingénierie, l'environnement, la santé, la finance et la maintenance industrielle. Elle permet de comprendre les relations causales entre les différentes causes potentielles de la défaillance et d'identifier les mesures préventives appropriées pour minimiser les risques. [12]

1.7 DIAGNOSTIC MACHINE

1.7.1 LE DIAGNOSTIC

Définitions

1°. Au sens étymologique

Étymologiquement, diagnostic vient du grec *diagnosis* (connaissance). À l'origine utilisé dans le domaine médical, ce terme signifie : « *identification d'une maladie par ses symptômes* » le diagnostic a été ainsi utilisé dans les domaines comme l'ingénierie des connaissances et les systèmes industriels dont la gestion d'entreprise, la maintenance service après-vente, l'intelligence artificielle, le système informatique,...etc.

Selon Bussenault et Prête, le diagnostic est un instrument de direction, dans la mesure où il permet de comprendre le passé, et donc d'enclencher une action, pour l'immédiat et pour l'avenir.

Le mot diagnostic prend différents sens suivant le contexte : par exemple le diagnostic médical est la détermination d'une maladie pour en identifier les causes, et le diagnostic industriel consiste à trouver la cause d'une défaillance. [13]

2°. Au sens strict

Le diagnostic est « l'identification de la cause probable de défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test ».

La norme NF EN 13306 va plus loin, puisqu'elle indique que le diagnostic d'une panne est « l'ensemble des actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause ». On va donc jusqu'à l'expertise de la défaillance.

La localisation de panne est l'ensemble des actions menées en vue d'identifier l'équipement en panne au niveau de l'arborescence appropriée.

Le diagnostic d'un système matériel désigne toute méthode permettant de déterminer si une machine est défaillante ou non et de déterminer l'origine de la panne à partir des informations relevées par observation, contrôles et tests. [14], voir [ANNEXE A]

Rôle du diagnostic

Une fois situé dans la chaîne de la supervision et en particulier au niveau de la surveillance, le processus du diagnostic machine, qui permet :

- D'identifier et localiser les défaillances des entités techniques.
- De connaître les causes de ces défaillances.
- D'estimer la probabilité d'occurrence des prochaines dégradations ou défaillances.
- De fournir une assistance pour assurer la disponibilité, Fiabilité et la sécurité du système.

Le diagnostic d'un problème est assez compliqué à réaliser, vue les contraintes suivantes :

- Un symptôme peut être causé par différentes conditions de défaillance
- Certain symptôme ne sont pas faciles à reconnaître. Par exemple, la génération simultanée des conditions de défaillances peut produire un seul symptôme.
- L'existence de nombreux composants fabriqués dans un même produit.
- Le niveau élevé d'interactions entre les composants du système technique.

Méthodes de diagnostic

Si la prise de décision conduit à déclarer le processus défaillant, il convient alors de sélectionner une méthode de diagnostic.

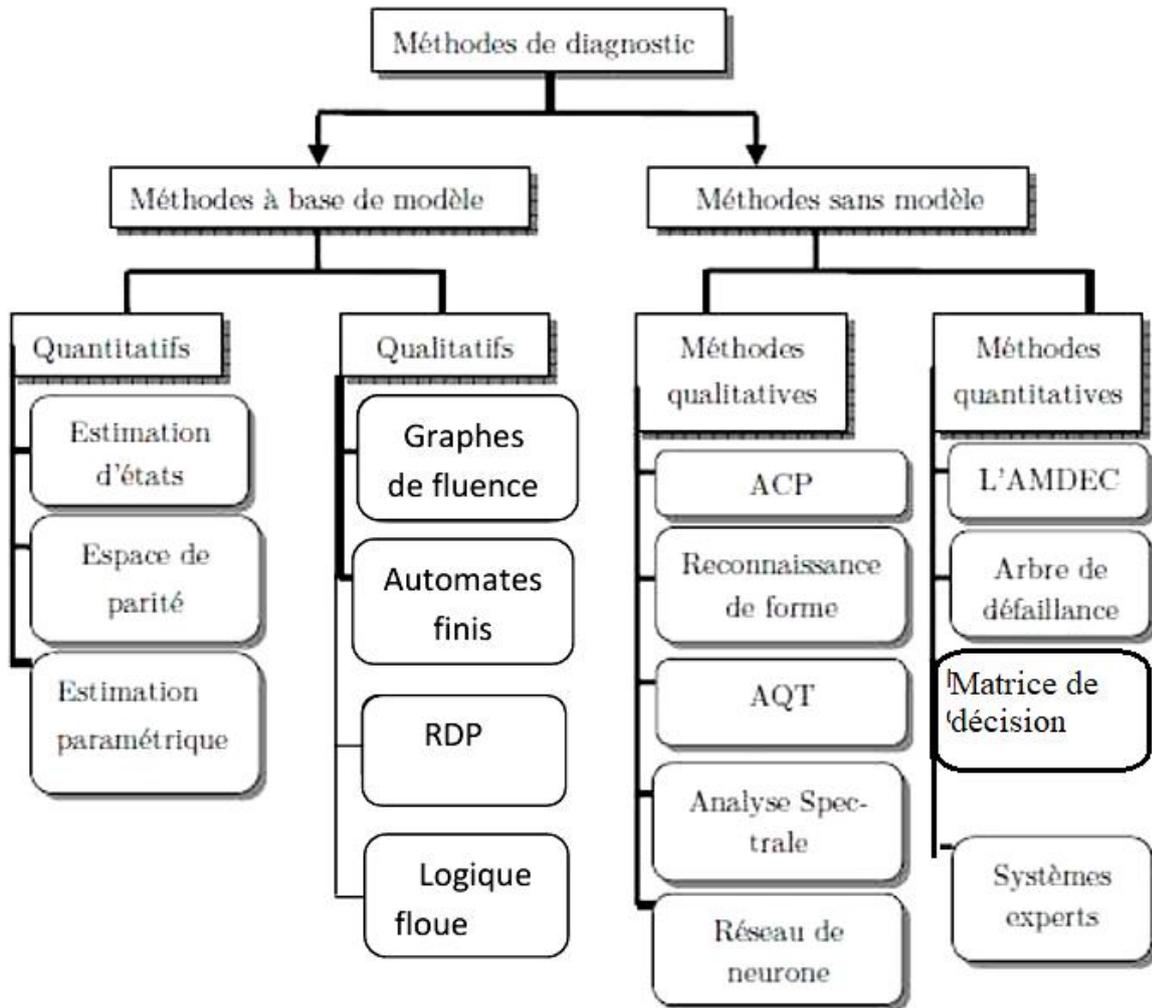


Figure 1.6 : Classification des méthodes de diagnostic

Méthodes internes

Ces méthodes sont basées sur des modèles physiques ou de comportement (modèles mathématiques) validés expérimentalement par les techniques d'identification de paramètres. Ainsi, ces modèles permettent la mise en œuvre de la méthode du problème inverse. Le diagnostic de défaillance est possible en suivant en temps réel l'évolution des paramètres physiques ou bien en utilisant l'inversion de modèles de type « boîte noire ». Ces méthodes regroupent en deux grandes familles :

- La méthode du modèle mathématique
- Les méthodes d'identification de paramètres ou d'estimation du vecteur d'état. [15]

Méthodes externes

Ces méthodes supposent qu'aucun modèle n'est disponible pour décrire les relations de cause à effet. La seule connaissance repose sur l'expertise humaine confortée par un solide retour d'expérience. Dans cette catégorie, on retrouve toutes les méthodes basées sur l'intelligence artificielle et/ou les approches probabilistes. Les différentes méthodes utilisées pour remonter à la cause de la défaillance (isolation). [15]

Méthodes inductives et déductives**1. Méthodes inductives**

Ces méthodes correspondent à une approche montante où l'on identifie toutes les combinaisons d'événements élémentaires possibles qui entraînent la réalisation d'un événement unique indésirable.

2. Méthodes déductives

Pour ces méthodes, la démarche est bien sûr inversée puisque l'on part de l'événement indésirable et l'on recherche ensuite par une approche descendante toutes les causes possibles. [15]

Méthodes quantitatives et qualitatives

L'analyse des défaillances peut s'effectuer de manière quantitative puis qualitative en exploitant l'historique de l'équipement et les données qualitatives du diagnostic et de l'expertise des défaillances.

1°. Méthodes quantitatives

Les analyses quantitatives sont supportées par des outils mathématiques ayant pour but d'évaluer la sûreté de fonctionnement et entre autres la sécurité.

Cette évaluation peut se faire par des calculs de probabilités (par exemple lors de l'estimation quantitative de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté) ou bien par recours aux modèles différentiels probabilistes. [16]

Un point très important mérite d'être clarifié, c'est que les résultats de l'analyse quantitative ne sont pas des mesures absolues, mais plutôt des moyens indispensables d'aide au choix des actions pour la maîtrise des risques. [16]

Consiste à utiliser des techniques et des outils pour détecter les défaillances et les problèmes potentiels des machines industrielles. Le but est d'identifier rapidement les problèmes avant qu'ils

ne se transforment en pannes coûteuses qui pourraient entraîner des temps d'arrêt de la production et des pertes de production.

Le diagnostic machine implique généralement l'utilisation de diverses techniques de surveillance, telles que la surveillance des vibrations, de la température, de la pression et du courant, pour détecter les anomalies dans les machines. Des outils d'analyse et des logiciels de traitement des données sont également utilisés pour analyser les données collectées et identifier les problèmes potentiels.

En résumé, le diagnostic machine est un processus essentiel pour la maintenance préventive des équipements industriels et peut aider à réduire les temps d'arrêt et les coûts de maintenance . [2]

1.7.1 Techniques de diagnostic

Il existe plusieurs techniques de diagnostic de machines, dont voici quelques-unes :

1. Analyse vibratoire

Cette technique utilise des capteurs pour mesurer les vibrations des machines et détecter les anomalies. Les données collectées sont ensuite analysées pour identifier les problèmes de fonctionnement. [2]

2. Analyse de l'huile

Cette technique consiste à analyser l'huile de lubrification des machines pour détecter la présence de particules métalliques, d'eau ou d'autres contaminants qui pourraient indiquer des problèmes de fonctionnement. [2]

3. Thermographie infrarouge

Cette technique utilise une caméra thermique pour mesurer la température des différentes parties de la machine. Les variations de température peuvent indiquer des problèmes de fonctionnement tels que des frottements excessifs ou des problèmes de lubrification. [2]

4. Analyse de la signature sonore

Cette technique utilise des microphones pour enregistrer les sons émis par les machines. Les données sont ensuite analysées pour détecter les changements dans la signature sonore qui pourraient indiquer des problèmes de fonctionnement. [2]

5. Inspection visuelle

Cette technique consiste à inspecter visuellement les machines pour détecter les signes d'usure, de dommages ou d'autres problèmes de fonctionnement. Il est important de noter que ces techniques peuvent être utilisées seules ou en combinaison les unes avec les autres pour fournir une analyse plus complète de l'état des machines. [2]

1.7.2 La planification et l'organisation du diagnostic de machines [17]

La planification et l'organisation du diagnostic de machines sont des étapes importantes pour assurer un diagnostic efficace et précis. Voici quelques éléments clés à considérer :

1. Établir des objectifs clairs

Il est important de savoir ce que l'on cherche à accomplir en effectuant un diagnostic de machine. Cela peut inclure la détection et la localisation de défauts, l'identification de la cause racine des défaillances, l'évaluation de l'état de santé de la machine, etc.

2. Collecte de données

La collecte de données est essentielle pour tout diagnostic de machine. Les données peuvent être collectées de différentes manières, y compris à l'aide de capteurs, de mesures manuelles, d'inspections visuelles, d'analyse de l'historique de la machine, etc.

3. Sélection des méthodes de diagnostic

Il existe plusieurs méthodes de diagnostic de machines, chacune ayant ses avantages et ses limites. Il est important de sélectionner la méthode de diagnostic la plus appropriée en fonction des objectifs établis et des données collectées.

4. Planification des activités de diagnostic

Une fois les objectifs établis, les données collectées et les méthodes de diagnostic sélectionnées, il est important de planifier les activités de diagnostic de manière logique et systématique. Cela peut inclure la définition des tâches à effectuer, la définition des rôles et des responsabilités, la définition des échéances, etc.

5. Utilisation d'outils et de techniques appropriés

Il existe une grande variété d'outils et de techniques disponibles pour le diagnostic de machines, tels que l'analyse vibratoire, l'analyse de la signature électrique, la thermographie infrarouge, etc. Il est important de sélectionner les outils et les techniques les plus appropriés en fonction des objectifs établis et des données collectées.

6. La préparation des équipements pour le diagnostic de machines

est une étape essentielle pour assurer la réussite de l'opération de diagnostic. Cette étape consiste à s'assurer que les équipements sont prêts à être examinés et que toutes les informations nécessaires sont disponibles avant de commencer le diagnostic. Voici quelques étapes clés pour la préparation des équipements pour le diagnostic de machines :

7. Collecte des données et des informations

Il est important de recueillir toutes les données et les informations nécessaires sur les équipements à diagnostiquer, y compris les spécifications techniques, les manuels d'utilisation, les plans, les

historiques de maintenance, les rapports de défaillance antérieurs et les enregistrements de performance.

8. Inspection visuelle

Une inspection visuelle préliminaire est nécessaire pour vérifier l'état général des équipements, identifier les signes de détérioration et les zones potentielles de problèmes.

9. Nettoyage des équipements

Il est important de nettoyer les équipements pour éliminer la saleté et les débris, afin de faciliter l'inspection visuelle et les tests.

10 Préparation des outils et des équipements de mesure

Les outils et les équipements de mesure nécessaires pour le diagnostic doivent être sélectionnés et préparés.

11. Sécurité : Il est important de s'assurer que toutes les précautions de sécurité appropriées sont prises avant de commencer le diagnostic.

12. Planification des tests

Les tests qui seront effectués doivent être planifiés et organisés, en tenant compte des spécifications des équipements et des informations recueillies lors de la phase de collecte de données. En suivant ces étapes, on peut s'assurer que les équipements sont prêts pour le diagnostic et que toutes les informations nécessaires sont disponibles pour effectuer un diagnostic précis et efficace. [8]

La collecte de données est une étape clé dans le processus de diagnostic des machines. Elle consiste à rassembler toutes les informations nécessaires pour comprendre le fonctionnement de la machine et identifier les éventuels problèmes. Cette collecte peut se faire de différentes manières, en fonction du type de machine et du type d'informations recherchées. Voici quelques exemples de données qui peuvent être collectées :

1. Données de fonctionnement

Ces données sont obtenues en observant la machine pendant son fonctionnement normal. Elles peuvent inclure des mesures de température, de pression, de vibrations, de débit, etc. [8]

2. Données de maintenance

Ces données sont issues des activités de maintenance préventive ou corrective effectuées sur la machine. Elles peuvent inclure les dates des interventions, les pièces remplacées, les réparations effectuées, etc. [8]

- **Données de conception**

ces données sont fournies par le fabricant de la machine et décrivent les spécifications techniques, les normes de sécurité, les schémas électriques, etc. [8]

- **Données d'exploitation**

ces données sont collectées auprès des opérateurs de la machine et peuvent inclure des informations sur les défauts observés, les pannes récurrentes, les problèmes de sécurité, etc. La collecte de données peut se faire de manière manuelle ou automatique, en utilisant des capteurs, des enregistreurs de données, des systèmes de supervision, etc. Il est important de collecter les données de manière exhaustive et de les organiser de manière à faciliter l'analyse ultérieure. [8]

L'analyse des données est l'étape cruciale du processus de diagnostic des machines. Les données collectées doivent être analysées pour identifier les problèmes potentiels et leur cause profonde. Il existe plusieurs méthodes pour analyser les données de diagnostic notamment :

- **Analyse de tendance**

cette méthode consiste à examiner les données collectées au fil du temps pour identifier les changements dans les performances de la machine. Les tendances peuvent indiquer des problèmes potentiels qui nécessitent une attention particulière. [8]

- **Analyse de corrélation**

cette méthode consiste à examiner les données de différents capteurs pour identifier les relations entre eux. Par exemple, si la température et la vibration augmentent simultanément, cela peut indiquer un problème de lubrification. [8]

- **Analyse de spectre**

cette méthode consiste à examiner les données de vibration pour identifier les fréquences spécifiques associées à des problèmes potentiels tels que des déséquilibres ou des défauts de roulement. [8]

- **Analyse de signature**

- cette méthode consiste à examiner les données pour identifier les motifs ou signatures qui indiquent des problèmes potentiels. Par exemple, les défauts de roulement peuvent produire une signature particulière dans les données de vibration.

Une fois les données analysées, il est important de documenter les résultats et les conclusions. Cela permettra de suivre les performances de la machine au fil du temps et de planifier des actions de maintenance préventive ou corrective en fonction des résultats obtenus. [6]

L'élaboration d'un rapport de diagnostic est l'étape finale du processus de diagnostic de machines. Elle consiste à présenter les résultats de l'analyse des données collectées et de proposer des recommandations pour la maintenance ou la réparation des équipements. Le rapport de diagnostic doit être clair, complet et précis, afin que les responsables de la maintenance et les techniciens puissent prendre les mesures nécessaires pour corriger les

problèmes identifiés. Il doit également inclure des graphiques, des tableaux et des diagrammes pour illustrer les données et les résultats. Le rapport de diagnostic peut inclure les éléments suivants :

- **Introduction**

présentation de l'équipement diagnostiqué, du contexte et de l'objectif du diagnostic.

- **Description des symptômes**

description détaillée des symptômes observés, des problèmes et des pannes rencontrés.

- **Résultats du diagnostic**

présentation des résultats de l'analyse des données et des conclusions tirées.

- **Recommandations**

proposition de solutions pour corriger les problèmes identifiés et pour améliorer la performance et la fiabilité de l'équipement diagnostiqué.

- **Conclusion**

résumé des principaux points du rapport et des actions à entreprendre. Le rapport de diagnostic doit être transmis aux responsables de la maintenance et aux techniciens concernés. Il peut également servir de base pour l'élaboration d'un plan d'action et d'un programme de maintenance préventive.

La mise en place d'un plan d'action fait suite à l'élaboration du rapport de diagnostic. Elle consiste à mettre en place les actions correctives nécessaires pour résoudre les problèmes détectés lors du diagnostic de la machine. Le plan d'action doit être établi de manière structurée et organisée en définissant clairement les actions à mener, les responsables de chaque action, les délais et les ressources nécessaires. Il est important de prioriser les actions selon leur impact sur la production et leur criticité. Une fois le plan d'action établi, il est nécessaire de le communiquer aux parties prenantes et de le suivre régulièrement pour s'assurer de son avancement et de son efficacité. Enfin, une évaluation post-implémentation doit être effectuée pour mesurer l'efficacité des actions mises en place et pour identifier les éventuelles améliorations à apporter pour éviter la réapparition des problèmes. La mise en place d'un plan d'action est une étape clé du processus de diagnostic de machine, car elle permet de traduire les résultats de l'analyse en actions concrètes visant à améliorer la performance de la machine et de l'ensemble du système de production. [14]

1.8 CONCLUSION

La maintenance industrielle est un domaine crucial pour assurer la fiabilité et la disponibilité des équipements de production dans une entreprise. La défaillance des machines peut entraîner des pertes financières importantes, une baisse de la productivité, une augmentation des coûts de maintenance, ainsi qu'une insatisfaction des clients. Afin d'éviter ces problèmes, il est essentiel de mettre en place des stratégies de maintenance efficaces qui permettent de prévenir les défaillances ou de les détecter le plus tôt possible. La notion de défaillance est donc au cœur de la maintenance industrielle. Il est important de comprendre les différents modes et caractéristiques des défaillances, ainsi que les causes et les effets associés. La quantification des défaillances et l'utilisation de techniques d'analyse des défaillances permettent d'optimiser les actions de maintenance et d'augmenter la disponibilité des machines. Le diagnostic de machines est un processus clé dans la maintenance industrielle. Il permet de détecter les défaillances, d'identifier les causes et de proposer des actions de maintenance appropriées. La mise en place d'un plan de diagnostic efficace, la collecte et l'analyse des données ainsi que l'élaboration d'un rapport de diagnostic précis sont des étapes essentielles pour assurer la continuité de la production. En conclusion, la maintenance industrielle est un domaine qui nécessite une approche méthodique et rigoureuse. Les connaissances et les techniques liées à la défaillance et au diagnostic de machines sont des éléments clés pour assurer la fiabilité et la disponibilité des équipements de production, réduire les coûts de maintenance et améliorer la satisfaction des clients.

Chapitre 2

GROUPES ELECTROGENES ET LEURS MODES DE DEFAILLANCE

2.1 INTRODUCTION

Ce chapitre se concentre sur l'étude approfondie des groupes électrogènes, des dispositifs essentiels pour la génération d'électricité autonome dans divers contextes. Les groupes électrogènes jouent un rôle crucial dans la fourniture d'énergie de secours lors de pannes du réseau électrique principal, ainsi que dans les situations où l'accès à l'électricité est limité ou inexistant.

Dans ce chapitre, nous explorerons les différents types de groupes électrogènes, les composants clés et les circuits associés à leur fonctionnement. Nous examinerons également les applications des groupes électrogènes dans divers domaines, tels que les infrastructures critiques, les sites de construction, les événements en plein air, les installations industrielles, etc.

Une attention particulière sera accordée aux caractéristiques, aux avantages et aux inconvénients de chaque type de groupe électrogène, en mettant en évidence les facteurs à prendre en compte lors du choix du système adapté à un besoin spécifique.

Nous aborderons les composants essentiels des groupes électrogènes, tels que le moteur, le générateur, le système de contrôle et de régulation, ainsi que les dispositifs de sécurité. Une compréhension approfondie de ces composants est essentielle pour assurer un fonctionnement fiable et optimal des groupes électrogènes.

De plus, nous discuterons des considérations environnementales et économiques liées à l'utilisation des groupes électrogènes, telles que l'efficacité énergétique, l'empreinte carbone et les coûts de fonctionnement. Nous explorerons les avancées technologiques récentes visant à améliorer l'efficacité et la durabilité des groupes électrogènes.

En résumé, ce chapitre vise à fournir une vue d'ensemble complète des groupes électrogènes, en mettant l'accent sur les différents types, les composants clés et les applications. Une connaissance approfondie de ces aspects permettra aux utilisateurs de prendre des décisions éclairées lors de l'acquisition, de l'installation et de l'utilisation des groupes électrogènes, afin d'assurer un approvisionnement électrique fiable et adapté à leurs besoins spécifiques.

2.2 DÉFINITION DU GROUPE ÉLECTROGÈNE

Un groupe électrogène est un dispositif autonome utilisé pour produire de l'électricité. Il est composé d'un moteur thermique (généralement à combustion interne, tel qu'un moteur diesel ou à essence) qui entraîne un générateur électrique. Le moteur convertit l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique, qui est ensuite convertie en énergie électrique par le générateur. Les groupes électrogènes sont souvent utilisés comme source d'électricité de secours dans des situations où l'alimentation électrique du réseau public est interrompue ou indisponible, ou dans des endroits où une alimentation électrique autonome est nécessaire. [18]

2.2.1 Domaines d'utilisation

Les groupes électrogènes sont utilisés dans une grande variété de domaines pour répondre à des besoins spécifiques en électricité. Voici quelques domaines d'utilisation courants des groupes électrogènes : [16]

Résidentiel :

Les groupes électrogènes sont utilisés dans les maisons, les immeubles d'habitation et les zones résidentielles pour assurer une alimentation de secours en cas de panne de courant. Cela permet de maintenir le fonctionnement des appareils essentiels tels que les réfrigérateurs, les systèmes de chauffage et de climatisation, les éclairages, les pompes à eau, etc. [19]

Commercial et tertiaire :

Les groupes électrogènes sont utilisés dans les commerces, les bureaux, les hôtels, les restaurants, les centres commerciaux et autres établissements commerciaux pour assurer une alimentation continue pendant les pannes de courant. Cela permet de maintenir les activités commerciales en cours, d'alimenter les équipements informatiques, les systèmes de sécurité, les caisses enregistreuses, etc. [19]

Industriel :

Les groupes électrogènes sont utilisés dans l'industrie pour alimenter les machines, les équipements de production, les systèmes de contrôle, les pompes, les compresseurs et autres équipements essentiels. Ils permettent de maintenir la production et d'éviter les pertes financières liées aux arrêts de production dus à des pannes de courant. [19]

Construction et chantiers :

Les groupes électrogènes sont utilisés sur les chantiers de construction et dans d'autres applications liées à la construction pour alimenter les outils électriques, l'éclairage temporaire, les pompes de

chantier, les grues, etc. Cela permet d'assurer une source d'électricité indépendante lorsqu'il n'y a pas d'alimentation électrique disponible sur place. [19]

Télécommunications :

Les groupes électrogènes sont utilisés dans le secteur des télécommunications pour alimenter les antennes relais, les stations de base, les centres de données et autres infrastructures essentielles. Cela permet de maintenir la connectivité et les communications même en cas de pannes de courant prolongées. [19]

Soins de santé :

Les groupes électrogènes sont utilisés dans les hôpitaux, les cliniques et autres établissements de soins de santé pour assurer une alimentation de secours aux équipements médicaux vitaux tels que les respirateurs, les systèmes de surveillance, les appareils de diagnostic, les réfrigérateurs pour les médicaments, etc. [19]

Il convient de noter que ces domaines d'utilisation ne sont pas exhaustifs et que les groupes électrogènes peuvent être adaptés à d'autres applications spécifiques en fonction des besoins.

	Avantages	Inconvénients
Groupes électrogènes diesel	<ul style="list-style-type: none"> - Fiabilité élevée - Efficacité énergétique. - Durabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût initial plus élevé - Maintenance régulière requise Émissions - sonores et polluantes
Groupes électrogènes à essence	<ul style="list-style-type: none"> - Coût initial abordable - Légers et portables - Facilité d'utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Puissance de sortie limitée : - Consommation de carburant plus élevée - Entretien fréquent
Groupes électrogènes au gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> - Propre et respectueux de l'environnement - Efficacité énergétique - Disponibilité continue du carburant 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût initial plus élevé - Dépendance à l'infrastructure du gaz naturel - Maintenance spécialisée

Tableau 2.4: avantages et inconvénients entre defferent type des groupes electrogene Electric Power Principles: Sources, Conversion, Distribution, and Use, James L. Kirtley, 2018(Page 364-365)

2.3 LA PUISSANCE D'UN GROUPE ÉLECTROGÈNE

Le groupe électrogène est défini selon deux puissances :

a-La puissance continue :

Elle correspond à la puissance que le groupe est capable de fournir en service continu, pendant un nombre illimité d'heures par an, en respectant les arrêts normaux pour maintenance et dans les conditions ambiantes définies. C'est la notion utilisée pour un groupe de production. [15]

b- La puissance de secours :

C'est la puissance maximale que le groupe peut délivrer, durant une période limitée, généralement moins de 500 heures par an. Cette définition ne doit être appliquée que pour les groupes électrogènes travaillant exclusivement en secours. Du fait que le moteur n'est pas en mesure de fournir une puissance supérieure, il convient d'appliquer un facteur de sécurité d'au moins 10 % pour la détermination de la puissance de secours nécessaire. Le groupe électrogène doit être aussi défini en fonction de la charge qu'il doit alimenter. Nous distinguons quatre classes de performance qui définissent la qualité de la puissance du groupe électrogène diesel en termes de stabilité et de niveau des caractéristiques de fréquence, de tension et de forme d'onde. Plus la classe est élevée, plus les spécifications sont serrées, tant en régime permanent qu'en régime dynamique :

La classe G1 :

est destinée aux charges d'usage général elle est définie pour alimenter des charges qui ne nécessitent pas une exigence en tension et en fréquence. Exemple : éclairage et charges simples. [15]

La classe G2 :

elle est définie pour alimenter des charges qui nécessitent des caractéristiques proches de celle du réseau public. Exemple : les pompes, les ventilateurs et les treuils. [15]

La classe G3 :

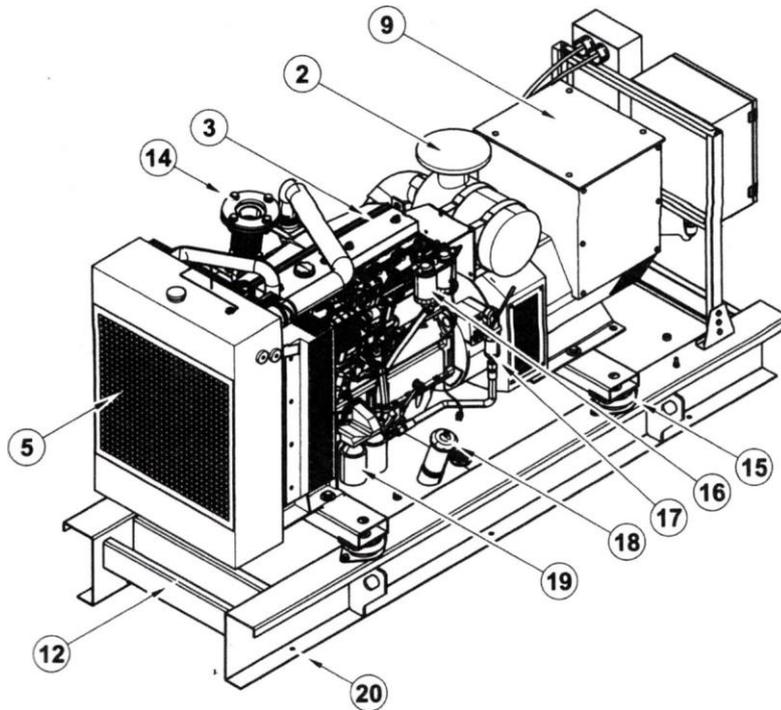
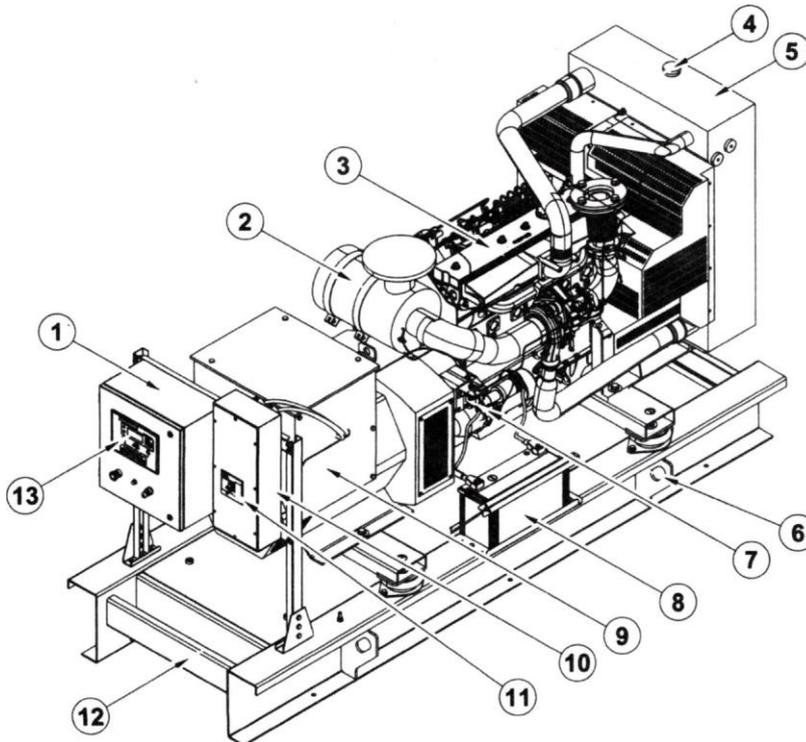
est destinée aux télécommunications et aux charges contrôlées par thyristor. L'alimentation de ce type de charges nécessite une étude particulière en raison de leur influence sur la forme d'onde de tension de l'alternateur. [15]

La classe G4 :

est destinée au traitement de données ou aux systèmes informatiques pour lesquels les exigences en matière de qualité de l'approvisionnement peuvent être particulièrement sévères. [15]

2.4 LES DIFFÉRENTES PARTIES D'UN GROUPE ÉLECTROGÈNE :

GS003



- ① Control cabinet
- ② Air cleaner
- ③ Engine
- ④ Coolant water inlet
- ⑤ Radiator
- ⑥ Lifting lug
- ⑦ Battery switch
- ⑧ Battery
- ⑨ Alternator
- ⑩ Switch cabinet
- ⑪ Main circuit breaker
- ⑫ Base frame
- ⑬ Control panel
- ⑭ Mounting flange of vent-pipe
- ⑮ Vibration isolator
- ⑯ Fuel filter
- ⑰ Oil pump
- ⑱ Fuel inlet cap
- ⑲ Oil filter
- ⑳ Mounting hole

2.4.1 Le moteur thermique

Les moteurs thermiques ont pour rôle de transformer l'énergie thermique en énergie mécanique. Ils sont encore appelés moteurs à combustion, on distingue deux types :

- **Moteurs à combustion interne**

La chaleur est produite par une combustion dans une chambre à volume variable et elle est utilisée pour augmenter la pression au sein d'un gaz qui remplit cette chambre (ce gaz est d'ailleurs initialement généralement composé du combustible et du comburant). Cette augmentation de pression se traduit par une force exercée sur un piston, force qui transforme le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation d'arbre (vilebrequin). [20]

- **Moteurs à combustion externe**

La chaleur est produite dans une chambre de combustion (chaudière) séparée de la chambre de détente. Cette chaleur est utilisée pour vaporiser de l'eau. La vapeur d'eau obtenue par cette vaporisation est alors envoyée dans la chambre de détente (cylindre) où elle actionne un piston. Un système bielle manivelle permet alors de récupérer l'énergie mécanique ainsi produite en l'adaptant aux besoins. L'eau qui est fournie à l'évaporateur est transformée en vapeur d'eau par apport de chaleur. Ce gaz (vapeur d'eau sous pression) est distribué vers le piston où il fournit du travail qui sera utilisé par le système bielle manivelle. Les distributeurs permettent de mettre chaque face du piston alternativement à l'admission ou à l'échappement. [20]

2.4.1.2 Moteur de groupe électrogène

Le moteur diesel du groupe électrogène est constitué principalement des unités suivantes nécessaires au fonctionnement du moteur :

- **Unité de pression d'huile :**

installée au-dessus du filtre à huile, elle mesure la pression d'huile du moteur. [18]

- **Unité de température du liquide de refroidissement :**

située sous le couvercle du thermostat, elle détecte la température du liquide de refroidissement.

- Les dispositifs de protection du moteur sont très importants puisqu'ils actionnent une alarme ce qui oblige d'arrêter le moteur. [21]

Les dispositifs de protection installés dans le moteur sont les suivants :

- **Contacteur de pression d'huile :**

il s'active pour générer une alarme quand la pression d'huile de lubrification du moteur descend audessous du niveau prédéfini. Le contacteur peut s'activer quel que soit le régime moteur. [18]

- **Contacteur de filtre d'huile :**

il s'active et générer une alarme quand les filtres à huile s'encrassent et quand la différence de pression entre l'entrée et la sortie du filtre à huile atteint la limite. [21]

- **Contacteur de température :**

Un contacteur de température est installé pour éviter une surchauffe. Le contacteur de température génère une alarme audible quand la température du liquide de refroidissement atteint un niveau spécifié. [18]

- **Indicateur d'encrassement du filtre air :**

l'indicateur déclenche si l'élément du filtre air est encrassé c'est à dire qu'il faut le nettoyer. [21]

2.4.1.2 Le Système d'alimentation du moteur

Les différents équipement de Système d'alimentation

-Pompe d'amorçage : à le rôle de évacuer l'aire du système de carburant et remplir le carburant par amorçage.

-Réservoir : stockage du carburant.

-Filtres à carburant : il existe Deux filtres à carburant pour filtrer et en lover toute matière abrasive dans le carburant pour protéger la pompe de transfert de carburant et les injecteurs.

-Les lignes d'alimentation et les lignes de retour sont utilisées pour fournir le carburant pour les différents composants.

Le but du circuit d'alimentation en carburant à basse pression est de fournir du carburant qui a été filtré pour les injecteurs de carburant à un taux qui est constant et une pression constante. Le circuit d'alimentation est également utilisé pour refroidir les composants tels que les injecteurs de carburant et le module de commande électronique (ECM).

Une fois que les injecteurs reçoivent le carburant à basse pression, le carburant est mis sous pression à nouveau avant que le carburant ne soit injecté dans les cylindres.

Une fois que le carburant est injecté dans les cylindres et à la présence d'une température assurée par les bougies de préchauffage, cela entraîne une explosion, la répétition de cette fonction entraîne la rotation du moteur.

Dans le cas d'un moteur essence l'explosion est assurée avec la présence des étincelles assurées aussi par une bougie d'allumage. [22]

2.4.2 l'alternateur



Figure 2.6: Image de alternateur [STAMFORD manual Installation , servise and maintenance 2013]

On nomme alternateurs, les générateurs de courant alternatif. La plupart sont des machines très puissantes en service dans les centrales thermiques ou hydrauliques. Les f.é.m alternatives sont produites par induction, c'est-à-dire par déplacement relatif d'un circuit induit par rapport à un circuit inducteur. Un courant continu passe dans les bobines de l'inducteur et aimante les pôles. Les lignes d'induction sortent par chaque pôle nord, traversent l'entrefer entre les pièces polaires et le stator, puis bifurquent à gauche et à droite pour passer dans les deux pôles sud voisins après avoir traversé une seconde fois l'entrefer. Actuellement, pour les alternateurs de grande puissance, l'induit est fixe et l'inducteur mobile. Deux formes sont adoptées : les alternateurs à pôles inducteurs saillants, dont la vitesse est relativement lente, sont entraînés par des turbines hydrauliques, des moteurs à gaz ou diesel ; les turbo-alternateurs à inducteurs lisses, sont accouplés à des turbines à vapeur ou hydrauliques tournant à grande vitesse. Certains alternateurs de petite puissance ont un inducteur fixe et un induit mobile, notamment ceux utilisés en bout d'arbre comme excitatrice. [23]

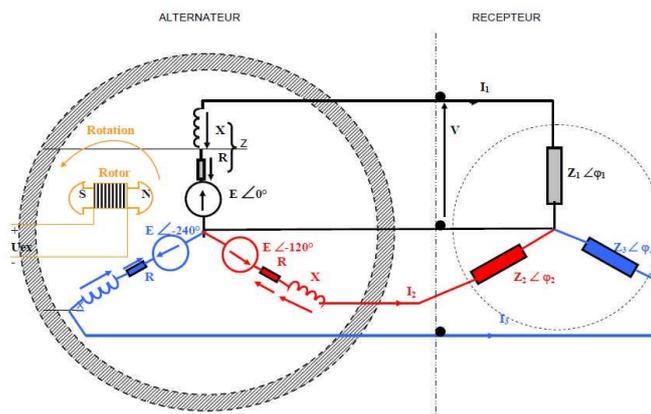


Figure 2.7 : Schema équivalent d'un alternateur [STAMFORD manual Installation , servise and maintenance 2013]

L'alternateur est composé de :

2.4.2.1 Le stator

Le stator comprend un circuit magnétique constitué par un empilage de tôles en forme de couronne, isolées les unes des autres pour limiter les courants de Foucault. L'ensemble des couronnes avec leurs isolations est fortement serré, il constitue le circuit magnétique du stator. Dans sa partie intérieure, le circuit magnétique comporte des encoches uniformément réparties dans lesquelles vient se loger l'enroulement triphasé du stator. Le circuit magnétique du stator est en fer afin d'augmenter le champ magnétique engendré par le rotor, il supporte le bobinage du stator. Le bobinage d'un stator triphasé comprend trois bobines décalées l'une par rapport à l'autre de 120° . Les deux extrémités de l'enroulement aboutissent chacune à une borne à la plaque de bornes de la machine. Elles constituent l'entrée et la sortie de l'enroulement. Elles ne sont pas connectées ensemble : l'enroulement est ouvert. C'est à l'utilisateur de réaliser le couplage. Parce que l'induit est fixe, on peut isoler fortement ses conducteurs ; aussi, construit-on des alternateurs qui produisent des f.é.m. atteignant jusqu'à 15 000 volts. [23]

2.4.2.2 Le rotor

Le rotor est la partie mobile, par rapport au stator, des machines électriques tournantes : machine à courant continu, machine synchrone, machine asynchrone.

Le rotor peut être un aimant qui lors de sa rotation induit un champ électrique dans les enroulements du stator du générateur/alternateur. En tournant, le rotor produit un champ magnétique. Sous l'effet, dans la bobine de stator un courant électrique va se créer, c'est le courant induit qui est récupéré et utilisé en sortie de l'alternateur. [20]

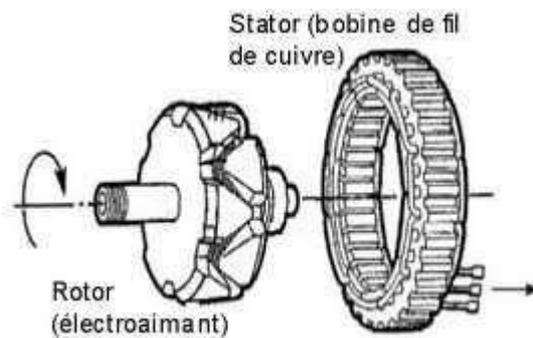


Figure 2.8 : Stator et rotor d'une machine synchrone [20]

2.4.2.3 L'induit d'excitateur

il génère un courant triphasé associé avec le pont redresseur triphasé (qui est constitué de quatre diodes) fournit le courant d'excitation à la roue polaire de l'alternateur. L'induit de l'excitation et le pont redresseur sont montés sur l'arbre de l'alternateur et sont électriquement interconnectés avec la

roue polaire de la machine. L'inducteur de l'excitateur « stator » est alimenté en courant continu par le système de régulation de tension AVR. [23]

2.4.3 la batterie

La batterie est l'un des composants importants du groupe électrogène diesel, qui est principalement utilisé pour démarrer le moteur diesel du groupe électrogène diesel, surveiller l'alimentation secteur, excitation et ainsi de suite. [24]

Fonction 1: La batterie est principalement utilisée pour démarrer le moteur diesel du générateur diesel. Il y a un ou plusieurs démarreurs (moteurs) sur le côté du moteur diesel qui utilise l'électricité DC 24V (certains petits groupes électrogènes diesel utiliseront DC 12v) entraîner le démarreur pour le faire démarrer Le groupe électrogène démarre.

Fonction 2: Il est utilisé pour surveiller le secteur (secteur est ce que nous appelons courant alternatif à fréquence industrielle (AC). Il existe deux types de fréquences de courant alternatif couramment utilisées dans le monde: 50Hz et 60Hz, et la distribution de tension alternative civile est de 100V à 380V, les salles des machines domestiques introduisent généralement le 380V triphasé) et si le moteur diesel, pétrole, le liquide de refroidissement et d'autres conditions avant de démarrer le moteur diesel répondent aux exigences de démarrage.

Fonction 3: Utilisé pour l'excitation (certains modèles de moteurs diesel chargeant des générateurs ont besoin d'excitation après le démarrage).

2.4.4 L'armoire de contrôle (ATS) [25]

Contient les commandes de démarrage et d'arrêt du groupe électrogène (figure 2.9). La puissance d'un groupe électrogène se mesure en watts. Plus un groupe électrogène est puissant, plus son rendement sera élevé. Les appareils les plus modernes permettent d'adapter leur puissance selon la consommation réelle. [25]

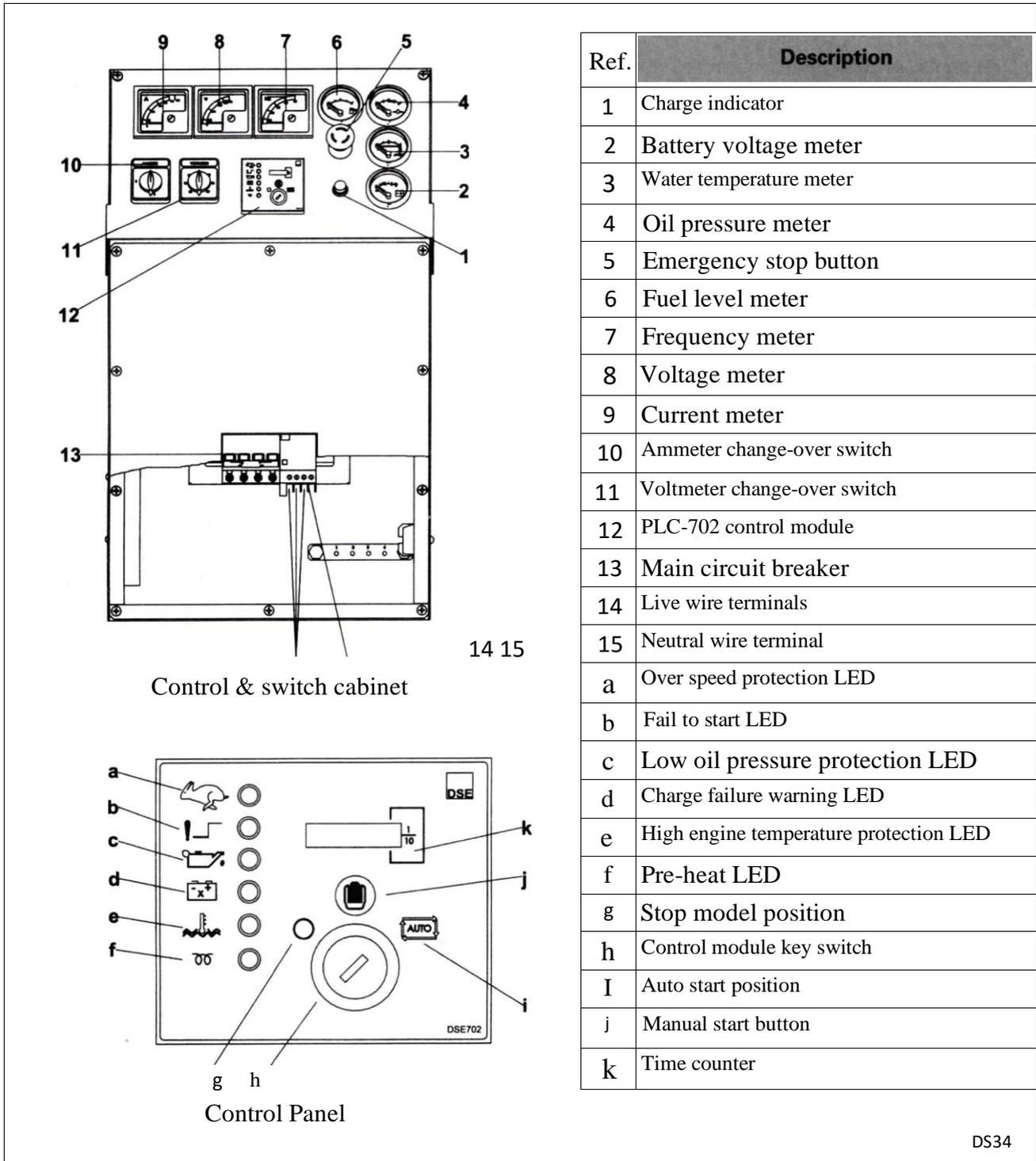


Figure 2.9: schema descriptif de L'armoire de contrôle

2.4.4.1 Description du système de contrôle / commande et identification

Pour commander et contrôler son fonctionnement, le groupe électrogène est équipé d'un système de contrôle / commande électronique, spécialement conçu à cet effet. En fonction des besoins, divers coffrets peuvent être montés, en standard, sur le groupe. D'autres systèmes plus spécialisés peuvent être aménagés pour des installations spécifiques, auquel cas une documentation distincte est fournie. Ces systèmes de contrôle se composent de trois éléments essentiels qui fonctionnent conjointement : [25]

- **Coffret de commande :**

permet de démarrer et d'arrêter le groupe électrogène, en surveillant son fonctionnement et rendement, et en arrêtant automatiquement le groupe électrogène en cas de survenue de situation critique, comme une baisse de la pression d'huile ou une augmentation du liquide de refroidissement, afin d'éviter des dommages importants au niveau du moteur / de l'alternateur.

- **Coffret de contrôle :**

Il sert à surveiller en permanence le fonctionnement du groupe électrogène. Il détecte s'il y a des anomalies dans le fonctionnement du groupe et il sert aussi à surveiller la tension et le courant à la sortie de l'alternateur et à contrôler la fréquence du courant.

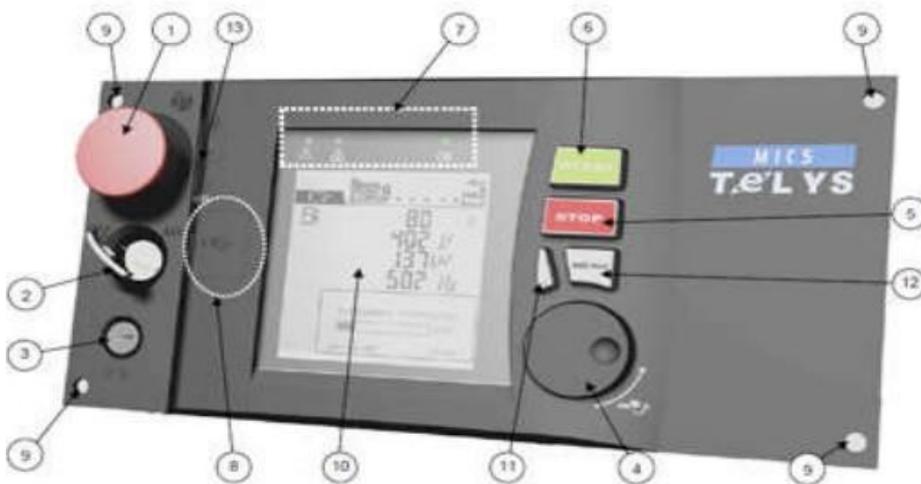


Figure 2.10 : Image d'une carte de commande [25]

Tableau de commande et de control. [25]

1. Bouton d'arrêt d'urgence permettant d'arrêter le groupe électrogène en cas de problème susceptible de mettre en danger la sécurité des personnes et des biens.

2. Commutateur à clé de mise sous / hors tension du module
3. Fusible de protection de la carte électronique
4. Molette de défilement et de validation permettant le défilement des menus et des écrans avec validation par simple pression sur la molette
5. Bouton STOP permettant sur une impulsion d'arrêter le groupe électrogène
6. Bouton START permettant sur une impulsion de démarrer le groupe électrogène
7. LEDS de mise sous tension et de synthèse des alarmes et défauts
8. Emplacement des ports USB
9. Vis de fixation
10. Ecran LCD pour la visualisation des alarmes et défauts, états de fonctionnement, grandeurs électriques et mécaniques
11. Bouton ESC : retour à la sélection précédente et fonction RESET de défaut
12. Bouton MENU permettant l'accès aux menus
13. Eclairage du bouton d'arrêt d'urgence.

2.5 SYSTÈMES D'ALLUMAGE DE GROUPE ÉLECTROGÈNE

Dans une application de secours, le système de démarrage doit être particulièrement fiable et assure un démarrage à coup sur du moteur. [26]

Le système de démarrage d'un groupe électrogène peut être soit démarrage directe (démarrage classique), démarrage électrique ou démarrage automatique, et dans certain cas, il est possible de démarrer le groupe avec deux types de démarrage pour des raisons de sécurité et de fiabilités. [23]

a- Allumage direct

Le démarrage direct ou démarrage par lanceur du moteur du groupe électrogène est un système compact et léger qui ne nécessite aucune autre énergie que celle du bras qui l'actionne. Sur un groupe électrogène autonome, le démarrage par lanceur est la solution la plus évidente pour pouvoir l'utiliser sans aucune contrainte. Ce type de démarrage dépend de l'énergie et la puissance du groupe électrogène. [26]

Le lanceur est donc composé de :

- La poignée qui sert à saisir fermement le cardon.
- Le cardon enroulé autour de la poulie qui entraîne sa rotation.
- La poulie autour de laquelle est entouré le cardon.
- Les cliquets qui embrayent la poulie pour le lancement et la débrayent dès que le moteur est en route.



Figure 2.11 :Lanceur de démarrage de groupe électrogène. [18]

b-le démarrage électrique

Dans le cas d'un groupe à une grande puissance le démarrage manuel du groupe n'est plus utile, pour cela le démarrage électrique est sollicité, pour ce faire on fait appel à un démarreur électrique. Le principe est simple, le circuit de démarrage est composé généralement d'une clef de mise en service et d'un bouton marche dans certains cas. [27]

Pour un démarrage électrique du groupe il suffit de tourner la clef de contact, pour que le courant circule jusqu'au solénoïde, le noyau du solénoïde bouge (dans le sens de la flèche violette sur le schéma) ce qui permet d'une part d'enclencher le pignon entraîneur dans le volant moteur en tirant sur la fourchette (flèche verte) et d'autre part, d'établir le contact entre les bornes A et B permettant d'alimenter le moteur électrique du démarreur. [27]

En réalité le solénoïde possède 2 bobines : une bobine "d'appel" et une bobine de maintien. Grossièrement la bobine d'appel permet de déplacer le noyau du solénoïde et, lorsque le moteur électrique du démarreur se met en route, celle-ci n'est plus alimentée et seule la bobine de "maintien" fonctionne encore et empêche le noyau de reprendre sa place. Lorsque l'on relâche la clef de contact, la bobine de "maintien" n'est plus alimentée et le ressort de rappel repositionne le noyau dans sa position de repos, le pignon entraîneur se désenclenche du volant moteur. Le contact entre la borne A et la borne B est coupé aussi, le moteur électrique de démarreur s'arrête à son tour donc le démarreur sera en repos. [27]

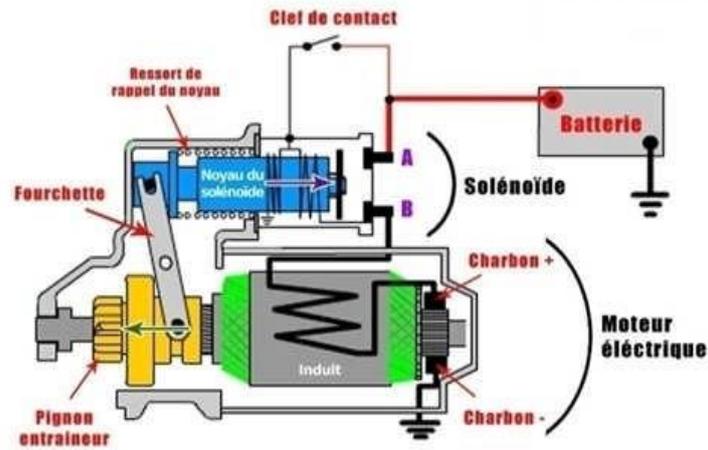


Figure 2.12 :démarreur du groupe électrogène. [28]

c-le démarrage automatique

Dans certain cas ou on n’admet pas un coupeur d’électricité, comme les sites hospitaliers ou des cites industrielles, une alimentation de secours est plus nécessaire. Cette alimentation est assurée par les groupes électrogènes à démarrage automatique.

Ce type de démarrage assure la continuité d’alimentation électrique des qu’une coupure de réseau principal apparait. Cette continuité est assurée en insérant un invrseur qui permet la permutation entre une alimentation à partir de réseau principal à une alimentation de secours dès l’apparition d’une coupure dans le réseau principal. [27]

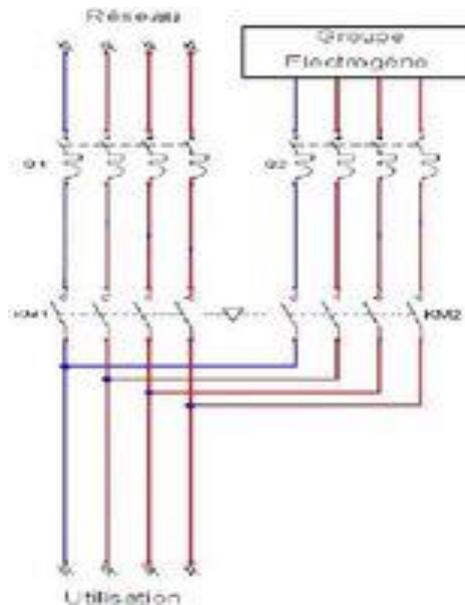


Figure 2.3: Schéma de démarrage automatique. [22]

2.6 LE CIRCUIT DE LUBRIFICATION

Le circuit de lubrification amène l'huile du moteur aux pièces en mouvement et aux pièces animées d'un mouvement alternatif, ceci de manière à assurer leur bon fonctionnement. L'huile joue un rôle également important dans le refroidissement du moteur. Le circuit de graissage se compose essentiellement du carter d'huile qui sert à accumuler l'huile, la pompe à huile qui envoie l'huile à tous les points de graissage du moteur. [27]

2.7 LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

Le circuit de refroidissement est un système assez complexe mais essentiel au bon fonctionnement du moteur afin d'éviter les risques de surchauffe susceptible de causer des dommages irréparables et d'allumer le voyant liquide de refroidissement. Au démarrage, il est nécessaire que le moteur monte rapidement en température pour fonctionner correctement et pour éviter une trop forte consommation en carburant. Cependant, les pièces mécaniques ne peuvent pas supporter une forte chaleur (environ 800°). La combustion des cylindres génère également des calories qui doivent être évacuées. Il est donc nécessaire de refroidir le moteur afin d'éviter d'endommager sérieusement ce dernier. [27]

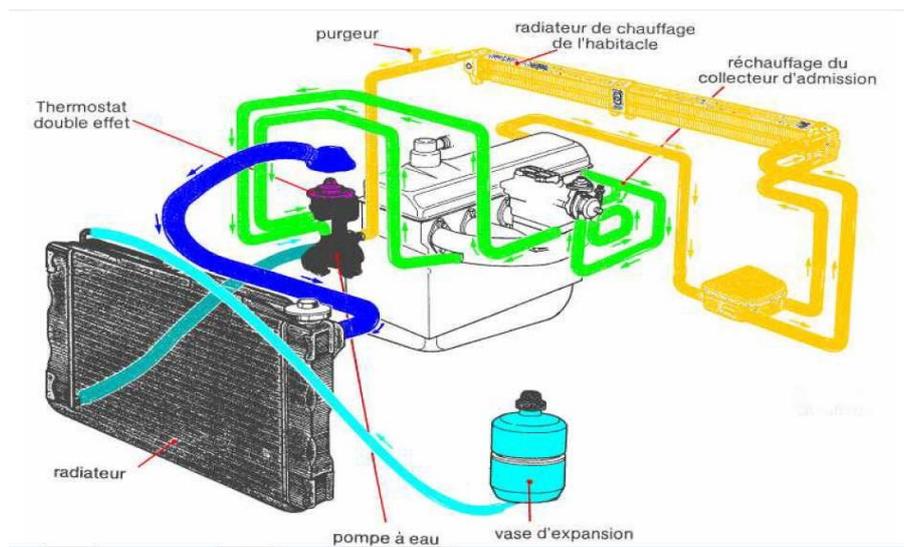


Figure 2.4: schéma de système de refroidissement [18]

2.7.1 Le circuit électrique du système de refroidissement

Le refroidissement du moteur est assuré par un circuit électrique comme le montre la figure (Fig I-11). Une fois la température est élevée, le thermo-contact se ferme, il permet le passage d'un faible courant à travers le relais, ce qui permet un passage d'un courant plus fort vers le moto-ventilateur, ce dernier assure le refroidissement de l'eau dans le radiateur, le radiateur à son tour assure la circulation de l'eau froide dans le circuit de refroidissement. La thermistance commande l'indicateur de température. [27]

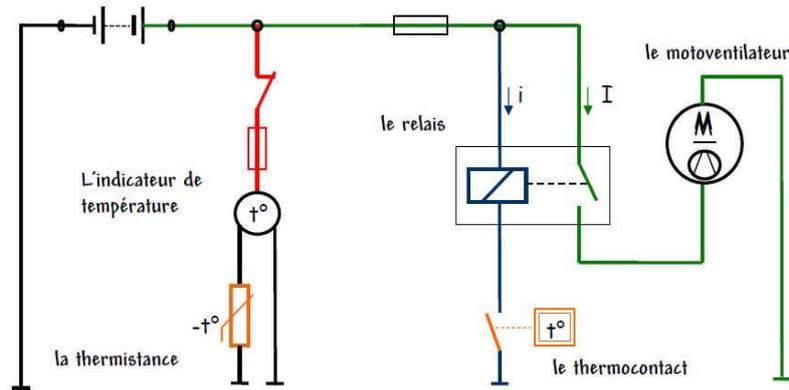


Figure 2.15: Circuit électrique du système de refroidissement. [23]

2.8 DIFFÉRENTS CAPTEURS DANS LES GROUPES ÉLECTROGÈNES

- **Capteur de température** : Mesure la température du moteur, du générateur ou d'autres composants critiques pour garantir un fonctionnement sûr et efficace.
- **Capteur de pression** : Surveille la pression d'huile, la pression de carburant ou la pression de l'air d'admission pour maintenir des conditions optimales de fonctionnement du moteur.
- **Capteur de vitesse** : Mesure la vitesse de rotation du moteur pour réguler la fréquence de sortie du générateur.
- **Capteur de niveau de carburant** : Indique le niveau de carburant dans le réservoir pour assurer un approvisionnement adéquat et prévenir les pannes de carburant.
- **Capteur de tension** : Surveille la tension de sortie du générateur pour maintenir une sortie électrique stable.
- **Capteur de courant** : Mesure le courant de sortie du générateur pour surveiller la charge et la consommation d'énergie.
- **Capteur de fréquence** : Surveille la fréquence de sortie du générateur pour maintenir une alimentation électrique stable.
- **Capteur de batterie** : Mesure la tension de la batterie pour surveiller son état de charge et détecter les problèmes éventuels.
- **Capteur de niveau d'huile** : Surveille le niveau d'huile moteur pour garantir une lubrification adéquate et prévenir les dommages.
- **Capteur de présence de gaz** : Utilisé dans les groupes électrogènes alimentés au gaz pour détecter la présence de gaz combustibles et garantir un fonctionnement sûr.

2.9 CONCLUSION

Ce chapitre a abordé différents aspects des groupes électrogènes, en mettant l'accent sur les notions de base, les composants et les circuits associés à ces systèmes. Nous avons examiné les types de groupes électrogènes les plus couramment utilisés, tels que les groupes électrogènes diesel, à essence et au gaz naturel, en soulignant leurs avantages et leurs inconvénients respectifs. De plus, nous avons exploré les domaines d'utilisation des groupes électrogènes, montrant à quel point ils sont essentiels dans de nombreux secteurs tels que les hôpitaux, les centres de données, les sites de construction, les événements en plein air, etc.

En comprenant les différents circuits dans un groupe électrogène, tels que le circuit de démarrage, le circuit de commande et de régulation, et le circuit de distribution électrique, nous avons pris conscience de l'importance de ces éléments pour un fonctionnement fiable et efficace du groupe électrogène.

De plus, nous avons exploré les raisons pour lesquelles les groupes électrogènes Volvo sont largement utilisés et considérés comme fiables, en mettant en évidence leurs caractéristiques telles que la qualité de fabrication, la technologie avancée, la robustesse et le support après-vente.

Il est crucial de noter que les informations fournies dans ce chapitre sont basées sur des connaissances générales et une compréhension de base des groupes électrogènes. Il est fortement recommandé de consulter des ressources spécialisées, telles que des livres, des manuels techniques et des experts du domaine, pour approfondir vos connaissances et obtenir des informations spécifiques.

En poursuivant notre étude sur le diagnostic des dysfonctionnements des groupes électrogènes, le prochain chapitre se concentrera sur les techniques d'analyse des défaillances et les méthodes de diagnostic avancées. Cela nous permettra de comprendre comment identifier et résoudre efficacement les problèmes de fonctionnement des groupes électrogènes.

En somme, les groupes électrogènes jouent un rôle essentiel dans la fourniture d'électricité de secours et de puissance autonome dans de nombreux secteurs. Leur compréhension approfondie et leur maintenance adéquate sont indispensables pour assurer un fonctionnement fiable et une alimentation électrique ininterrompue dans les situations critiques

Chapitre 3

ÉTUDE DE CAS

GROUPE ÉLECTROGÈNE -VOLVO

3.1 INTRODUCTION

Le chapitre 3 de ce projet de fin d'études se concentre sur l'étude de cas spécifique liée à la maintenance corrective des groupes électrogènes. Cette étude de cas fournira une opportunité de mettre en pratique les connaissances acquises dans les chapitres précédents, en se concentrant sur les actions à entreprendre pour résoudre les problèmes de dysfonctionnement des groupes électrogènes.

L'objectif de ce chapitre est d'approfondir notre compréhension des différentes pannes et défaillances auxquelles les groupes électrogènes peuvent être confrontés, ainsi que les étapes de dépannage et de réparation associées. À travers l'étude de cas, nous analyserons des scénarios réels de pannes de groupes électrogènes, afin de comprendre les causes sous-jacentes et d'élaborer des solutions efficaces.

Nous aborderons les méthodes et les procédures de diagnostic pour identifier la source des pannes, en utilisant des outils et des techniques appropriés. Ensuite, nous examinerons les différentes actions de maintenance corrective à entreprendre pour réparer les composants défectueux, rétablir le bon fonctionnement des groupes électrogènes et minimiser les temps d'arrêt.

L'étude de cas mettra également l'accent sur l'importance de la gestion efficace des pièces de rechange, des ressources et des délais pour assurer une maintenance corrective rapide et efficace. Nous discuterons des meilleures pratiques pour planifier et exécuter les actions de maintenance corrective, en minimisant les interruptions et en optimisant la disponibilité des groupes électrogènes.

En résumé, ce chapitre d'étude de cas nous permettra d'approfondir nos connaissances sur la maintenance corrective des groupes électrogènes. En analysant des scénarios réels de pannes, nous serons en mesure d'appliquer les concepts et les techniques appris précédemment pour résoudre efficacement les problèmes de dysfonctionnement des groupes électrogènes.

3.2 PRESENTATION DU PROBLEME

3.2.1 Description du groupe électrogène

Notre étude de cas concerne le groupe électrogène marque VOLVO PENTA 150 KVA (figure 3.1)

Dont les caractéristiques sont listées dans le tableau 3.1

Tableau 3.1 : Caractéristique du groupe VOLVO [ref 3.1]			
MODELE	TAD 731 GE	FREQUENCE	50 / 60 Hz
PUISSANCE	205 HP	Phase	3
RPM	1500	AVR	MX321
PF (cosφ)	0.8	TEMPAMB	40 C°
VOLTAGE	400	VOLTAGE D'EXCITATION	22
OUTPUT	150KVA	INTENSITE	238 A

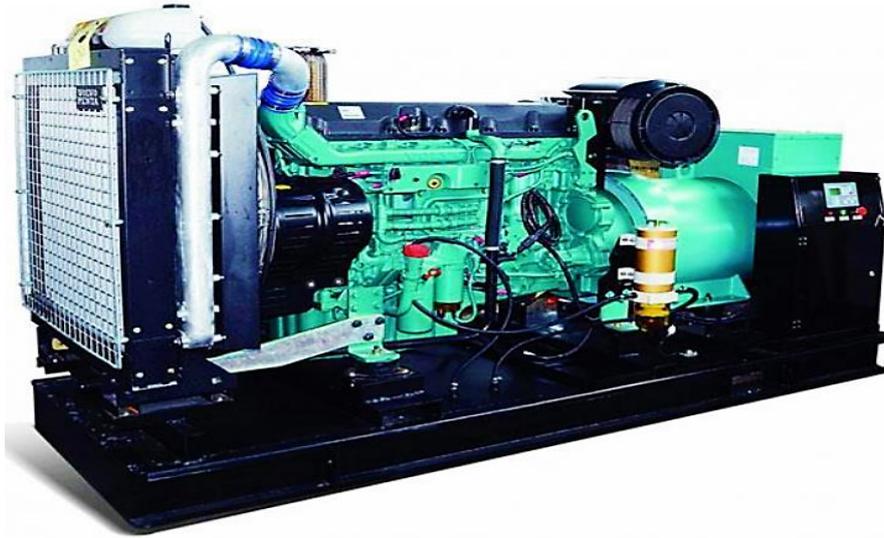


Figure 3.16 : Image d'un groupe électrogène VOLVO PENTA.

3.2.2 Description partie commande

La partie commande de groupe électrogène en question est constituée de deux parties :

- Carte de commande à base de microcontrôleur (DSE4520 MKII)
- Armoire de commande ATS (voir annexe 3)

3.2.2.1 Carte de commande DSE4520 MKII

Elle constitue le composant principal du système. Ce module a été conçu pour permettre à l'utilisateur de démarrer et arrêter le groupe et, si nécessaire, de faire le transfert de la charge.

L'utilisateur peut surveiller les paramètres de fonctionnement par l'affichage LCD (figure 3.2).

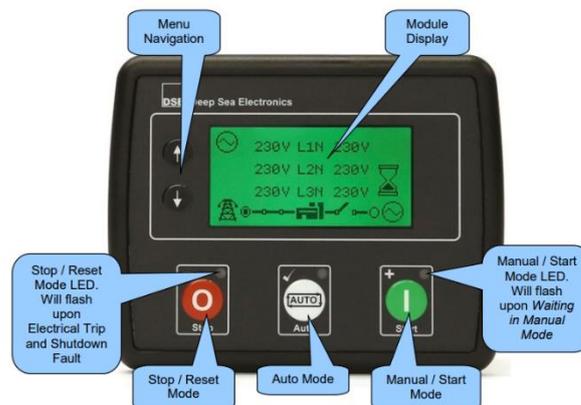


Figure 3.17 : Image d'une carte de commande DSE4520 MLII.

3.3 INTERVENTION PRATIQUE

Dans le cadre de la convention d'une part entre l'entreprise Sarl SIC et d'autre part l'établissement médical clinique 'ELNOUR', nous avons été sollicités en Avril 2023 pour intervenir sur un groupe électrogène qui ne parvenait pas à démarrer. Lors de notre prise en charge, nous avons découvert que le groupe électrogène était resté à l'arrêt pendant une année. Cette longue période d'inactivité a eu des conséquences significatives sur le fonctionnement du groupe électrogène et nécessitait une attention particulière lors du processus de diagnostic et de réparation.

Lorsqu'un groupe électrogène reste inutilisé pendant une période prolongée, plusieurs facteurs peuvent contribuer à des problèmes de démarrage. Les composants peuvent subir une dégradation due à l'inactivité, tels que la batterie qui peut perdre sa charge, les joints qui peuvent se dessécher ou se détériorer, les câbles électriques qui peuvent se corroder, et d'autres éléments mécaniques qui peuvent être affectés par la stagnation. De plus, l'accumulation de contaminants tels que la poussière, la saleté ou l'humidité peut obstruer les filtres à air, les conduits d'admission ou d'échappement, perturbant ainsi la combustion et l'admission d'air nécessaire au fonctionnement optimal du groupe électrogène.

Une autre considération importante était l'état du carburant. Si le groupe électrogène a été stocké avec du carburant dans son réservoir, celui-ci peut se dégrader au fil du temps, ce qui peut entraîner des difficultés d'alimentation en carburant ou des problèmes d'injection. En raison de ces facteurs, nous avons pris en compte le fait que le groupe électrogène était resté inactif pendant une année complète. Cette information nous a guidés dans notre démarche de diagnostic et de réparation, en nous concentrant sur les points critiques liés à l'inactivité prolongée et à l'état des composants.

Il est essentiel de comprendre l'impact de la durée de l'arrêt sur le groupe électrogène afin d'adopter les mesures appropriées pour résoudre les problèmes de démarrage.

En tenant compte de cette information, nous avons procédé à une évaluation minutieuse et à une série d'étapes de diagnostic pour identifier les causes sous-jacentes du dysfonctionnement du groupe électrogène et apporter les solutions adéquates. Suite à cette visite la prise en charge du problème a été par la mise sous tension du système, dont la carte de gestion électronique a signalé des alarmes qui sont considérés comme des anomalies telles que :

- **Alarme 1** : Groupe ne démarre pas - Cette alarme indique clairement que le groupe électrogène n'arrive pas à démarrer. Il peut y avoir plusieurs raisons possibles à cette situation, allant de problèmes de démarrage mécanique à des dysfonctionnements électriques dans le système.
- **Alarme 2** : Défaut pression d'huile - Cette alarme indique qu'il y a un problème de pression d'huile dans le moteur du groupe électrogène. La pression d'huile est essentielle pour lubrifier

et protéger les pièces mobiles du moteur. Si la pression d'huile est insuffisante, cela peut entraîner un dysfonctionnement du moteur et l'empêcher de démarrer.

3.4 TRAITEMENT DES ANOMALIES

3.4.1 Traitement de l'alarme 1 "moteur ne démarre pas"

Face à cette alarme, notre intervention consistait à diagnostiquer les causes possibles du problème "moteur ne démarre pas" et pour résoudre le problème, nous avons suivi les étapes standard de diagnostic, en commençant par les vérifications les plus courantes et en nous concentrant sur les zones spécifiques liées au alarme affichée. Pour traiter cette alarme en a fait les étapes suivantes :

1-verification du filtre à air

Nous avons procédé à la vérification du filtre à air et constaté qu'il était en bon état. Cette étape consistait à inspecter visuellement le filtre à air pour détecter d'éventuelles obstructions, accumulations de poussière ou de saleté. Nous avons vérifié que le filtre n'était ni déchiré, ni endommagé, et qu'il était correctement installé dans son logement. Aucune obstruction significative n'a été constatée, ce qui indique que le filtre à air ne constituait pas la cause du problème de démarrage du groupe électrogène.

2-Vérification de l'alimentation entre ATS et le groupe

Nous commencerons par vérifier l'alimentation entre l'ATS (Automatic Transfer Switch) et le groupe électrogène. Nous nous assurerons que les connexions électriques sont correctes, que le câblage est en bon état et que le transfert de puissance peut se faire de manière appropriée.

3-Vérification de la batterie

Nous examinerons ensuite l'état de la batterie du groupe électrogène. Nous vérifierons la charge de la batterie, l'intégrité des connexions et les niveaux d'électrolyte. Une batterie déchargée ou défectueuse peut être à l'origine du problème de démarrage.

4-Vérification du niveau de carburant

Nous avons procédé à la vérification du carburant pour déterminer s'il était la cause du problème de démarrage du groupe électrogène. Après avoir inspecté le carburant, nous avons confirmé qu'il était de bonne qualité et n'était pas la source du dysfonctionnement du groupe électrogène. Nous avons vérifié le niveau de carburant dans le réservoir pour nous assurer qu'il était suffisant. De plus, nous avons examiné le système d'alimentation en carburant, y compris les conduites, les filtres et les vannes, pour détecter d'éventuelles fuites, obstructions ou dysfonctionnements. Toutefois, nous avons constaté que le système de carburant était en bon état de fonctionnement et n'était pas responsable du

problème de non-démarrage du groupe électrogène. Par conséquent, nous avons poursuivi notre diagnostic en vérifiant d'autres composants et systèmes du groupe électrogène.

5-Vérification de système de l'injection du carburant

Nous inspecterons le système d'injection du carburant pour détecter d'éventuels problèmes. Cela inclut la vérification des filtres à carburant, des pompes d'injection et des injecteurs pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

6-Vérification du bobinage de la génératrice au niveau du stator et du rotor

Nous examinerons les bobinages du stator et du rotor du générateur pour détecter d'éventuels défauts ou court-circuit. Une défaillance du bobinage peut empêcher le démarrage du groupe électrogène.

7-Vérification de l'AVR (Automatique Voltage Régulateur)

Nous vérifierons le fonctionnement de l'AVR, qui régule la tension de sortie du générateur. Un AVR défectueux peut affecter le démarrage et le fonctionnement du groupe électrogène.

8-Vérification des roulements de l'axe de rotor

Nous inspecterons les roulements de l'axe du rotor pour détecter d'éventuels signes d'usure ou de dommages. Des roulements défectueux peuvent entraîner des problèmes de démarrage et de fonctionnement du groupe électrogène.

9-Vérification du système de refroidissement

Nous examinerons le système de refroidissement du groupe électrogène, y compris le radiateur, les tuyaux et les pompes. Nous nous assurerons qu'il n'y a pas de fuites de liquide de refroidissement et que le système fonctionne correctement. Un système de refroidissement défaillant peut provoquer une surchauffe du moteur et empêcher le démarrage.

10-Vérification du circuit électrique

Nous inspecterons attentivement le circuit électrique du groupe électrogène, y compris les fusibles, les relais, les interrupteurs et les connecteurs. Nous rechercherons les signes de surchauffe, de court-circuit ou de câbles endommagés. Tout problème électrique peut empêcher le démarrage du groupe électrogène.

Après avoir effectué les étapes de diagnostic préliminaire mentionnées précédemment sans succès, nous avons pris la décision d'entreprendre une action corrective. Cette dernière consiste à :

L'injection de courant d'excitation, nous avons fourni une impulsion électrique directement au système de génération du groupe électrogène. Cette intervention vise à stimuler le champ électromagnétique du générateur et à faciliter le démarrage du moteur.

L'injection de courant d'excitation consiste à fournir un courant électrique directement à la partie du générateur responsable de la production de l'électricité, généralement appelée le rotor. Voici les détails de cette intervention :

1-Localisation du régulateur de tension

Tout d'abord, nous identifierons l'emplacement du régulateur de tension du groupe électrogène. Le régulateur de tension est responsable de contrôler le courant d'excitation fourni au rotor.

2-Vérification des connexions

Nous vérifierons toutes les connexions du régulateur de tension pour nous assurer qu'elles sont correctement branchées et bien serrées. Des connexions lâches ou corrodées peuvent empêcher l'injection efficace du courant d'excitation.

3-Réglage de la tension de sortie

À l'aide des paramètres du régulateur de tension, nous ajusterons la tension de sortie pour atteindre 12 volts ou plus. Ce réglage peut varier en fonction du modèle et de la marque du groupe électrogène.

4-Injection du courant d'excitation

Une fois que la tension de sortie souhaitée est configurée, nous activerons manuellement l'injection du courant d'excitation. Cela se fait généralement en actionnant un interrupteur ou en utilisant une commande spécifique sur le panneau de contrôle du groupe électrogène.

5-Surveillance du démarrage

Pendant l'injection du courant d'excitation, nous surveillerons attentivement le démarrage du groupe électrogène. Si le groupe électrogène ne démarre pas immédiatement, nous continuerons à observer tout signe de mouvement ou de réaction du moteur.

L'injection de courant d'excitation est une méthode couramment utilisée pour surmonter les problèmes de démarrage des groupes électrogènes. Cela permet de contourner certaines éventuelles anomalies dans le système d'excitation et de fournir une impulsion électrique supplémentaire pour lancer le moteur.

Solution

Après avoir effectué cette étape de diagnostic et de réparation, nous avons constaté que le groupe électrogène a pu démarrer avec succès. Cela indique que le problème de non-démarrage était lié à une perte d'excitation ou à une faiblesse du champ électromagnétique, et que l'injection de courant d'excitation a permis de le résoudre.

Il convient de noter que l'injection de courant d'excitation ne constitue pas une solution permanente, mais plutôt une méthode de dépannage pour démarrer le groupe électrogène dans des

situations spécifiques. Une fois que le groupe a démarré, d'autres mesures peuvent être prises pour résoudre définitivement la cause sous-jacente du problème de démarrage, si nécessaire.

Il est important de noter que l'injection de courant d'excitation est une intervention spécifique qui nécessite des connaissances techniques et une compréhension approfondie du système électrique du groupe électrogène.

Aussi Il convient également de souligner que cette intervention ne garantit pas nécessairement le démarrage réussi du groupe électrogène, mais elle constitue une étape supplémentaire pour tenter de résoudre le problème de démarrage initial.

3.4.2 Traitement de l'alarme 2 " Défaut pression d'huile "

Après avoir exploré la première solution avec succès, nous avons décidé de résoudre la deuxième alarme et cela implique de diagnostiquer les causes possibles de la baisse de pression d'huile.

La résolution de cette alarme est une étape critique dans le processus de diagnostic et de réparation et pour cela en a pris une deuxième approche dans le diagnostic :

1-Vérification du niveau d'huile

Nous avons vérifié attentivement le niveau d'huile dans le carter du moteur et il était conforme aux recommandations du fabricant. Aucune insuffisance de niveau n'a été constatée.

2-Vérification du filtre à huile

Nous avons inspecté minutieusement le filtre à huile et nous avons constaté qu'il était propre et en bon état de fonctionnement. Aucune obstruction ni accumulation de saleté n'a été observée.

3-Système de lubrification

Nous avons examiné méticuleusement le système de lubrification, y compris les tuyaux, les raccords et les joints, à la recherche de fuites potentielles. Aucune fuite d'huile n'a été détectée, indiquant l'intégrité du système de lubrification.

4-Emplacement et connexion de la sonde de pression d'huile

Nous avons vérifié avec soin l'emplacement et la connexion de la sonde de pression d'huile. Nous avons constaté qu'elle était correctement positionnée et solidement connectée, assurant une mesure précise de la pression d'huile.

-Après avoir effectué ces étapes sans détecter aucune anomalie on est passé à la vérification et test à l'aide d'un multimètre numérique des diodes et des résistances et les capteurs présentes dans le système du groupe électrogène. Cette étape permet de détecter d'éventuelles défaillances ou dysfonctionnements dans les composants électriques.

Voici les détails de cette solution :

1-Préparation du multimètre numérique

Nous configurerons le multimètre numérique dans le mode approprié pour mesurer la continuité, la résistance et la polarité. Nous nous assurerons que le multimètre est calibré et fonctionne correctement.

2-Localisation des diodes et des résistances

Nous identifierons les diodes et les résistances présentes dans le système électrique du groupe électrogène. Ces composants sont généralement situés dans le régulateur de tension, le panneau de contrôle ou d'autres parties du circuit électrique

3-Vérification de la continuité

Nous testerons chaque diode et résistance pour vérifier leur continuité. Nous placerons les sondes du multimètre de manière appropriée de part et d'autre du composant à tester. Si la continuité est établie, cela indique que le composant est en bon état de fonctionnement. Si la continuité est rompue, cela suggère une défaillance du composant.

4-Mesure de la résistance

Pour les résistances, nous mesurerons leur valeur en utilisant le multimètre. Nous comparerons les valeurs mesurées avec les spécifications du fabricant pour déterminer si elles sont dans la plage acceptable. Des valeurs de résistance incorrectes peuvent indiquer une défaillance ou un dysfonctionnement.

5-Vérification de la polarité

Pour les diodes, nous vérifierons leur polarité à l'aide du multimètre. Cela nous permettra de déterminer si elles sont correctement orientées et fonctionnent comme prévu. Les diodes inversées ou défectueuses peuvent entraîner des problèmes de circulation du courant électrique.

Solution

Après avoir effectué ces vérifications et tests, nous avons identifié que le capteur (sonde) de pression d'huile était défectueux, nous avons pris les mesures nécessaires pour le remplacer et après le remplacement l'alarme a été supprimée et le groupe fonctionne parfaitement.

Mise en œuvre d'une technique de diagnostic On a fait une étude théorique pour déterminer tous les modes possibles et leurs causes qui peuvent empêcher le bon fonctionnement de groupe électrogène et pour cela on a utilisé la méthode du tableau d'entrée-sortie (matrice de décision). (Voir Annexe 1.2)

3.5 CONCLUSION

En conclusion, cette étude a souligné l'importance d'une approche de diagnostic méthodique dans la résolution des problèmes liés aux groupes électrogènes. La mise en œuvre de procédures de diagnostic structurées et rigoureuses permet d'identifier de manière précise les causes sous-jacentes des dysfonctionnements et de mettre en place les actions correctives appropriées.

L'importance de cette approche méthodique réside dans le fait qu'elle peut être appliquée à divers types de groupes électrogènes et à différentes situations de défaillance. Les groupes électrogènes sont des équipements essentiels dans de nombreux domaines tels que l'industrie, les hôpitaux, les centres de données, etc. Ils doivent fonctionner de manière fiable et efficace pour assurer une alimentation continue en cas de coupure de courant.

Le diagnostic permet d'identifier les modes de défaillance courants tels que les problèmes d'alimentation, les pannes de batterie, les problèmes de carburant, les dysfonctionnements électriques, etc. En suivant une approche systématique, les techniciens sont en mesure de procéder à une série d'analyses et de tests pour déterminer la source du problème et prendre les mesures appropriées pour le résoudre.

L'importance d'un diagnostic méthodique ne se limite pas à la résolution des problèmes immédiats. Il contribue également à une meilleure compréhension des groupes électrogènes, de leurs composants et de leurs interactions, ce qui peut être précieux pour les interventions futures. En identifiant les problèmes récurrents, les tendances et les schémas, il est possible de mettre en place des mesures préventives pour minimiser les défaillances potentielles et améliorer la fiabilité des groupes électrogènes à long terme.

En conclusion, l'adoption d'une approche de diagnostic permet de garantir une réparation efficace et fiable des groupes électrogènes, en minimisant les temps d'arrêt et en assurant une alimentation électrique continue. Cela revêt une importance cruciale dans divers secteurs où la disponibilité et la fiabilité de l'alimentation électrique sont essentielles. En investissant dans des compétences spécialisées et en suivant des procédures de diagnostic structurées, il est possible d'optimiser les performances des groupes électrogènes et de répondre aux besoins en énergie de manière efficace et fiable.

CONCLUSION GÉNÉRALE

En conclusion, cette étude exhaustive sur l'analyse dysfonctionnelle des groupes électrogènes a permis d'explorer en profondeur les différents aspects liés à ces équipements essentiels. À travers les trois chapitres, nous avons abordé la notion de défaillance, les méthodes de diagnostic, les types de groupes électrogènes, leurs composants et leur fonctionnement, ainsi qu'une étude de cas pratique.

L'étude des défaillances et des méthodes de diagnostic a révélé l'importance d'une approche systématique pour identifier les problèmes potentiels et prendre des mesures correctives adéquates. Les différents modes de défaillance ont été examinés, fournissant une compréhension approfondie des conséquences et des implications de ces défaillances sur le fonctionnement des groupes électrogènes.

La présentation des types de groupes électrogènes, de leurs composants et de leur fonctionnement a permis de saisir la complexité de ces systèmes et l'interdépendance de leurs différentes parties. Cette connaissance approfondie des composants clés, tels que les moteurs, les alternateurs et les systèmes de refroidissement, est essentielle pour une maintenance efficace et une résolution rapide des problèmes.

L'étude de cas pratique a démontré l'application pratique des connaissances acquises dans les chapitres précédents. En suivant une approche méthodique de diagnostic, les problèmes spécifiques rencontrés sur un groupe électrogène défaillant ont été identifiés et résolus avec succès. Cette étude de cas a souligné l'importance d'une analyse approfondie, de la vérification méticuleuse des composants et des procédures de réparation appropriées pour rétablir le fonctionnement optimal des groupes électrogènes.

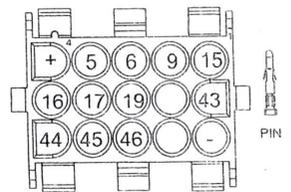
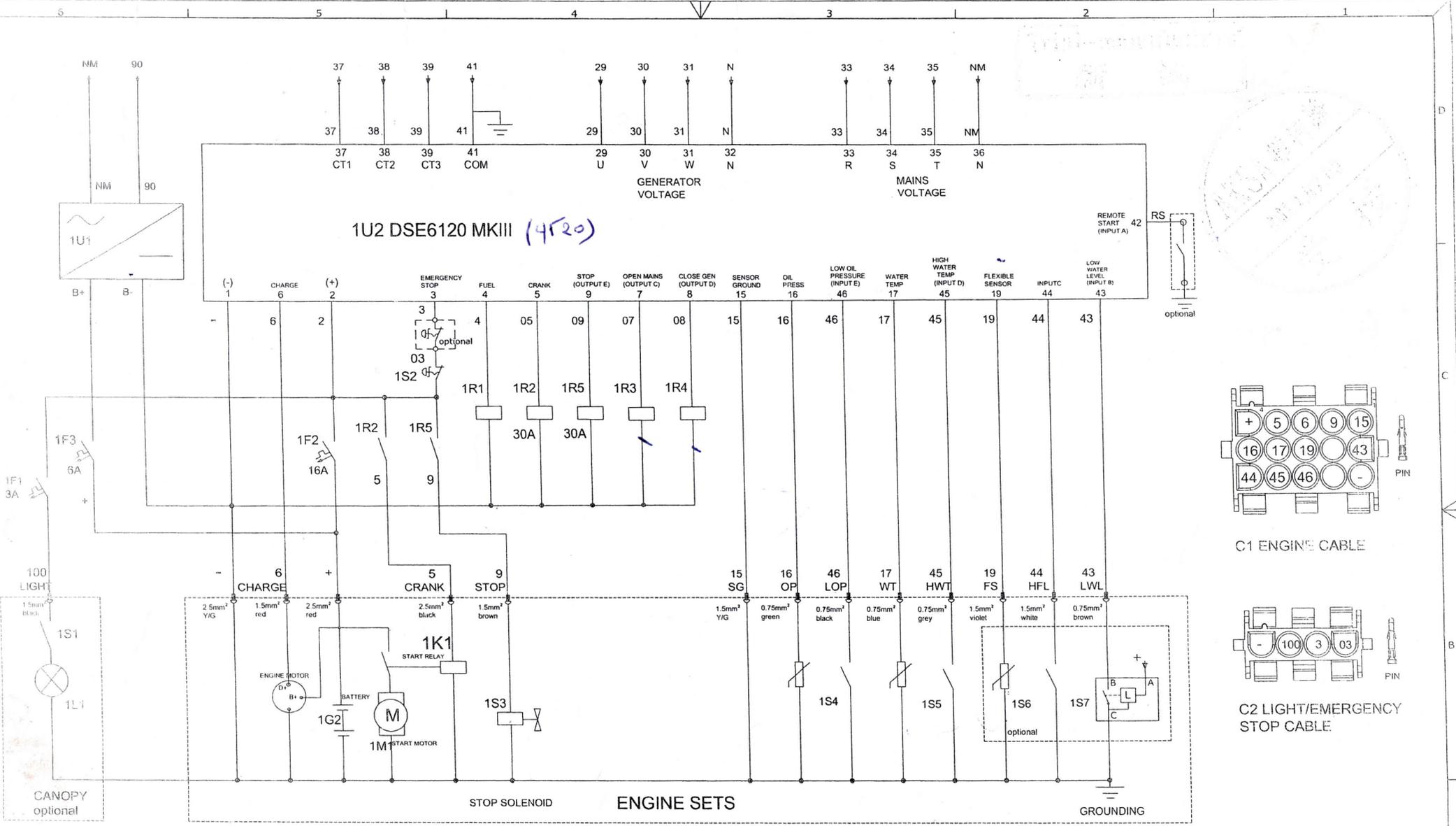
En somme, cette recherche a mis en évidence l'importance critique des groupes électrogènes dans divers domaines d'application et a souligné la nécessité d'une maintenance proactive et d'une intervention rapide en cas de défaillance. La compréhension approfondie des défaillances possibles, des méthodes de diagnostic et des étapes de réparation permet aux professionnels de maintenir ces systèmes vitaux en bon état de fonctionnement, garantissant ainsi une alimentation électrique fiable en cas de besoin.

Cette étude contribue à l'avancement des connaissances dans le domaine des groupes électrogènes en fournissant des informations précieuses, des recommandations pratiques et des perspectives académiques pour la maintenance et la gestion des défaillances. Elle souligne également l'importance d'une formation continue et d'une mise à jour des compétences pour les professionnels travaillant dans ce domaine, afin de faire face aux défis toujours changeants et d'assurer la fiabilité des groupes électrogènes.

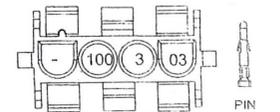
RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] https://www.iso.org/obp/ui/?fbclid=IwAR2PTKsXI0jMm_kuyIN8kR1yYJ87i1ViQ6BNFMkh_0DQrSpTaW9LlG9Wbso#iso:std:iso-iec:2382:-14:ed-2:v1:fr
- [2] "Maintenance Engineering Handbook" de R. Keith Mobley "Reliability, Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers" de David J. Smith
- [3] "Reliability and Life-Cycle Analysis of Deteriorating Systems" de Anatoly Lisnianski et Ilia Frenkel "Failure Analysis and Prevention" de Klaus-Jürgen Bauer et Hüseyin Uzunboylu
- [4] Electrical Systems and Equipment, par Brian Silke 2nd edition.
- [5] Maintenance industrielle-fiabilité des équipements et des processus Mohamed El Amine chiekh et Djamel ben Azouz .
- [6] Gestion de production Jack Colin et Jean-Pierre Campagne, publie aux éditions Dunod 2017.
- [7] Maintenance : Méthodes et organisations " de Gérard Prévost et Jean-Claude Houdré
- [8] Maintenance Planning and Scheduling Handbook" de Richard (Doc) Palmer.
- [9] Christian Hohmann Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants Edition Eyrolles Octobre 2005
- [10] Guide pratique AMDEC Gérard Landy 2eme Edition Afnor
- [11] www.fmeainfocentre.com site dédiée uniquement aux information concernant fmea et AFH
- [12] Fault Tree Analysis" par S.K. Prasad, Handbook of Performability Engineering, Springer, 2008
- [13] M.MRABET, «Contribution A La Conception D'un Outil D'aide Diagnostic Des Systèmes De Production», Mémoire de master, Université Aboubkr Belkaid de Tlemcen, 2017.
- [14] T.ALIANE, «Introduction Au Diagnostic Des Défaillances», laboratoire A2SI-ESIEE-Paris, 2006.
- [15] M.H.MAZOUNI, «Pour Meilleure Approche Du Management Des Risque...», Thèse doctorat de l'institut national polytechnique de Lorraine, 2008.
- [16] <http://www.technologuepro.com/maintenance-industrielle/chapitre-5-analyse-des-defaillances-et-aide-au-diagnostic.pdf>
- [17] Maintenance methode and organisattion Klaus Bliesener , Gerrard Mery , Jean claude König , 2010
- [18] Maintenance et fiabilité des équipements industriels, par Mohammed Bouheraoua.
- [19] B. Colin, "Groupes électrogènes de secours", Techniques de l'ingénieur, 2008
- [20] Electrical power systems , C.L.Wadhwa Editor New Age International publishers 2019
- [21] "operation and maintenance manuel, power generator", Manuel d'utilisation groupe électrogène, 2006.
- [22] <http://www.pilotes-prives.fr>.
- [23] B, BAYALA, "machines électriques", France

- [24] "Compact, Interpact et Masterpact Inverseur de source", catalogue Schneider Electric 2007.
- [25] T. Hazel, " Génération électrique intégrée aux sites industriels et bâtiments
- [26] STAMFORD Manuel d'installation et d'entretien des Groupe électrogène VOLVO PENTA 2021
- [27] Electrical machine , Drive and power systems ,Theodore wildi , Editor :Pearson Education2013
- [28] commerciaux" Cahier technique Schneider N° 196



C1 ENGINE CABLE



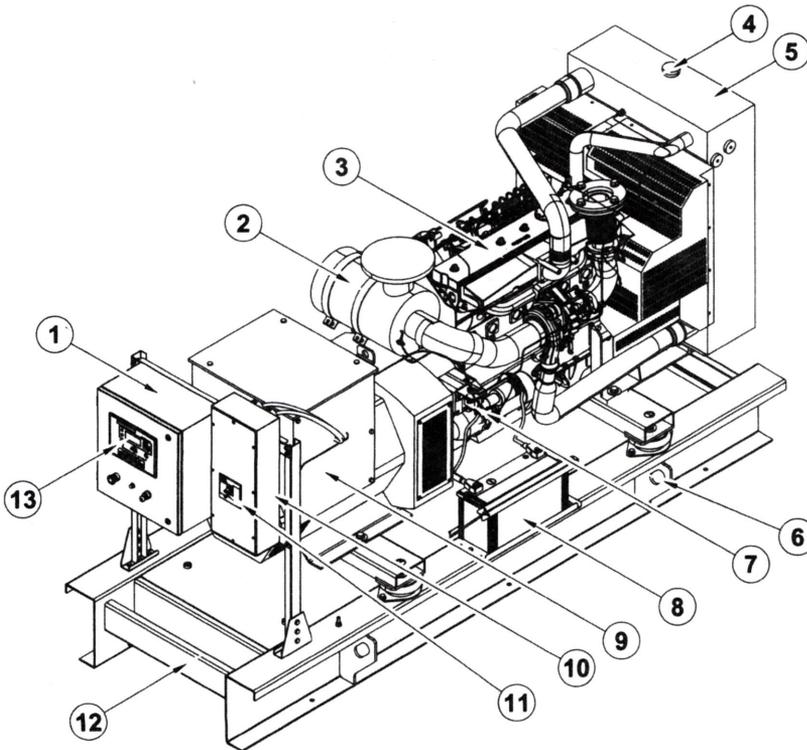
C2 LIGHT/EMERGENCY STOP CABLE

COPYRIGHT RESERVED ©
 THE DESIGN AND DETAIL OF THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF
 Akxa Power Generation (China) Co. Ltd.
 AND MUST BE RETURNED ON DEMAND. IT IS ISSUED ON THE STRICT
 CONDITION THAT WITHOUT WRITTEN PERMISSION IT MUST NOT BE REPRODUCED,
 COPIED OR COMMUNICATED TO ANY THIRD PARTY NOR BE USED FOR ANY
 PURPOSE OTHER THAN THAT STATED IN THE PARTICULAR ENQUIRY, ORDER OR
 CONTRACT WITH WHICH IT IS ISSUED THE RESERVATION OF COPYRIGHT IN THIS
 DOCUMENT EXTENDS FROM EACH DATE APPEARING THERE ON AND IN RESPECT
 OF THE SUBJECT MATTER AS IT APPEARED AT THE RELEVANT DATE.

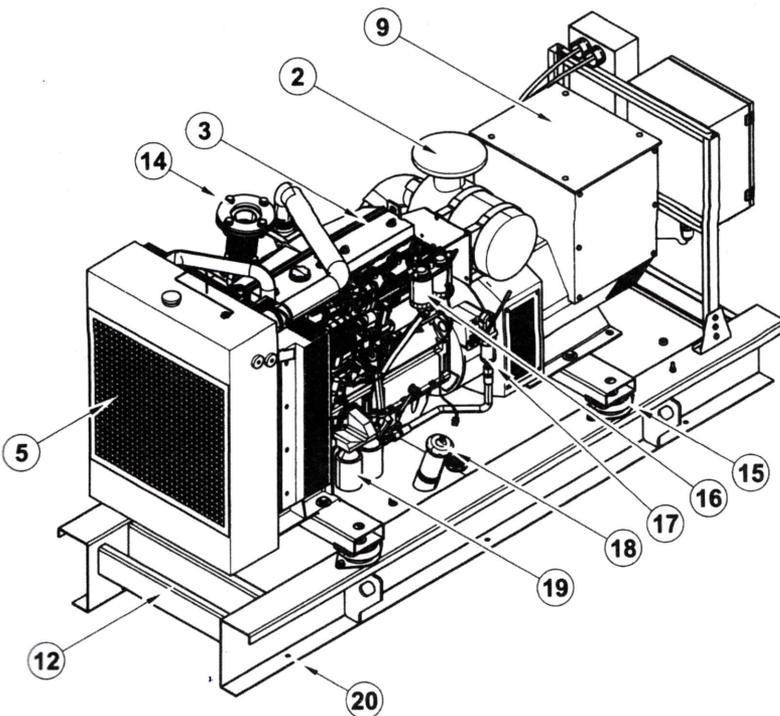
ORDER CODE:				SCALE: 1:1		MATERIAL:		QUANTITY:	WEIGHT:
				2019	DATE	NAME	SIGNATURE	PART NAME:	
				DRAWN BY	06.27	Lujianqing	[Signature]	START PANEL 1	
				CONTROLLED BY	06.27	HELEN	[Signature]	USED FOR:	
				APPROVED BY	06.27	TOM	[Signature]	APD13-75KVA (AKSA DSE6120MKIII)	
				DEPARTMENT: ENGINEERING					
				PART NO.:		LOCATION:		A4	
				DRAWING NO.:		SP.A1M3354001		PAGE	
				SIGN VARIATION		DATE NAME		1-3	
				REVISION NO. : 00		<small>ONLY ENGINEERING DEPT. OF AKSA COMPANY HAS RIGHT TO EDIT/DELETE/RECALL IT IT CAN NOT BE SUPPLIED OR COPIED TO THE 3RD ORGANIZATION</small>			

2.2 Appearance

GSD03

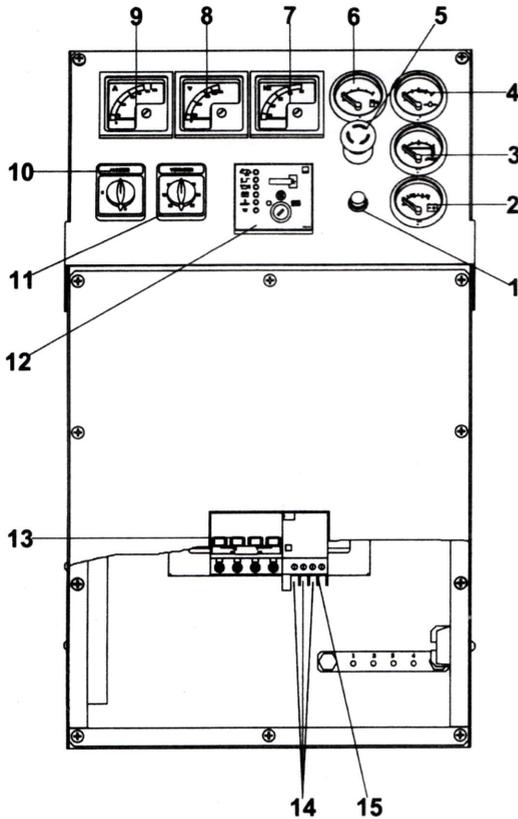


- ① Control cabinet
- ② Air cleaner
- ③ Engine
- ④ Coolant water inlet
- ⑤ Radiator
- ⑥ Lifting lug
- ⑦ Battery switch
- ⑧ Battery
- ⑨ Alternator
- ⑩ Switch cabinet
- ⑪ Main circuit breaker
- ⑫ Base frame
- ⑬ Control panel
- ⑭ Mounting flange of vent-pipe
- ⑮ Vibration isolator
- ⑯ Fuel filter
- ⑰ Oil pump
- ⑱ Fuel inlet cap
- ⑲ Oil filter
- ⑳ Mounting hole

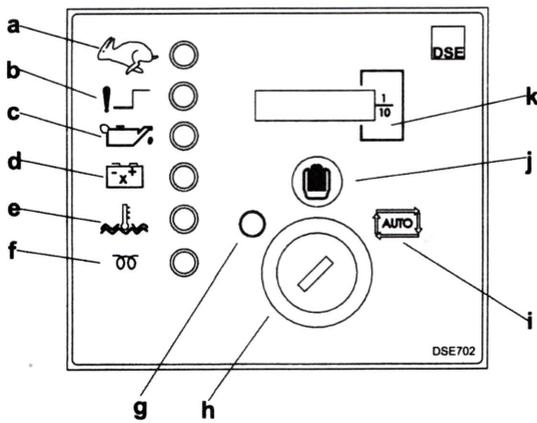


5.4 Operation For D Type Structure

5.4.1 Control Cabinet and Switch Cabinet



Control & switch cabinet



Control Panel

Ref.	Description
1	Charge indicator
2	Battery voltage meter
3	Water temperature meter
4	Oil pressure meter
5	Emergency stop button
6	Fuel level meter
7	Frequency meter
8	Voltage meter
9	Current meter
10	Ammeter change-over switch
11	Voltmeter change-over switch
12	PLC-702 control module
13	Main circuit breaker
14	Live wire terminals
15	Neutral wire terminal
a	Over speed protection LED
b	Fail to start LED
c	Low oil pressure protection LED
d	Charge failure warning LED
e	High engine temperature protection LED
f	Pre-heat LED
g	Stop model position
h	Control module key switch
i	Auto start position
j	Manual start button
k	Time counter

9 Troubleshooting

9.1 General

When performing any troubleshooting, follow the guideline below.

For detailed troubleshooting procedures about engine/alternator, refer to engine/alternator operator's manual.

keeping engine oil level, making battery connections clean and tight, checking fuel level, not overloading, etc, will prevent most shutdowns.

Contact our authorized distributor to ask for help for complicated maintaining and replacing operation.



Warning

- *Performing troubleshooting should be carried out by a licensed engineer.*
- *Before performing any troubleshooting stop engine and remove the start key, and always allow engine to cool because hot engine parts can cause severe burns.*

9.2 Generator Set Trouble

Trouble	Causes	Remedies
Low engine oil pressure	1.Lubricant oil is insufficient	1.Add lubricant oil
	2.Oil hose has leak	2.Tighten or change oil hose
	3.Oil filter is clogged	3.Change oil filter
	4.Wrong oil is used	4.Change to proper kind oil
High coolant temperature	1.Coolant is insufficient	1.Add coolant
	2.Coolant pipe has leak	2.Tighten or change coolant pipe
	3.Fan belt is loose	3.Tighten the belt
	4.Radiator core is clogged	4.Clean radiator core
	5.Water temp sensor is defective	5.Repair or change the sensor
	6.Engine thermostat is defective	6.Repair or change the thermostat
Low fuel level	1.Fuel is insufficient	1.Add fuel
	2.Fuel hose has leak	2.Tighten or change fuel hose
	3.Fuel tank has leak	3.Repair or change fuel tank
	4.Fuel filter is clogged	4.Drain water/sediment or Change fuel filter
	5.Fuel level sensor is defective	5.Repair or change the sensor
Power drops after running a period of time	1.Air filter element is clogged, and air is insufficient	1.Clean or change air filter element
	2.Fuel filter is clogged, and fuel is insufficient	2.Drain water/sediment or Change fuel filter
	3.Engine ignition time is incorrect	3.Adjust the ignition time as required
Ground metal part is electriferous	1.Ground connection is defective	1.Check ground wiring
	2.Insulating resistance is too low	2.Measure insulating resistance, change if necessary

9.3 Control System Trouble

Trouble		Causes	Remedies
Main breaker cannot be turn to on		1.The main breaker position is between on and off	1.Once turn the breaker to off ,turn it to on
		2.Short circuit on the load	2.Check and repair the load circuit
Control module cannot run		1.Control module cable is disconnected to the battery	1.Connect the module cable to the battery
		2.Battery power is insufficient	2.Charge the battery with the utility power
		3.The DV fuse is damaged	3.Change the DV fuse
Voltage drops quickly when connecting to the load		1.Loads total exceeds the rated current	1.Decrease the loads to meet the rated output
		2.Loads sharing to each terminal is unbalanced	2.Balance the loads sharing to each terminal
		3.AVR of alternator is defective	3.Check AVR, and change it if necessary
		4.Use wrong frequency	4.Adjust the frequency to the load frequency
Frequency is stable, but voltage is unstable		1.AVR of alternator is defective	1.Check AVR, and change it if necessary
After connecting to the load, voltage and frequency is stable, but current is unstable		1.Customer load is unstable	1.Check and adjust the customer load
Voltage cannot go up to the rated value		1.AVR of alternator is defective	1.Check AVR, and change it if necessary
		2.Frequency is low	2.Adjust frequency as required
Voltage exceeds the rated value		1.AVR of alternator is defective	1.Check AVR, and change it if necessary
Electric meter has no reading		1.The meter is defective	1.Check the meter, and change if necessary
		2.Circuit is disconnected, or terminal is loose	2.Find the cut position and connect again

9.4 Engine Trouble

Trouble		Causes	Remedies
Engine cannot star	Starter motor cannot drive or speed is low	1.Battery switch is off	1.Turn the switch to on
		2.Battery output is weak	2.Charge the battery
		3.Battery is deteriorated	3.Change the battery
		4.Battery terminal is loose	4.Tighten the terminal
	Starter motor drives, but engine cannot start	1.Fuel is insufficient	1.Check fuel system, and add fuel if necessary
		2.Fuel hose has leak	2.Tighten or change fuel hose
		3.Fuel filter is clogged	3.Drain water/sediment or Change fuel filter
		4.Gauze filter is clogged	4.Clean or change gauze filter
		5.Air is mixed in fuel line	5.Extract the air
		6.Air filter element is clogged	6.Clean or change air filter element
Engine starts but stalls at once	1.Fuel hose has leak	1.Tighten or change fuel hose	
	2.Fuel filter is clogged	2.Drain water/sediment or Change fuel filter	
	3.Gauze filter is clogged	3.Clean or change gauze filter	
	4.Lubricant oil is insufficient	4.Check oil level, add oil as required	
	5.Air is mixed in fuel line	5.Extract the air	
	6.Air filter element is clogged	6.Clean or change air filter element	
Output is insufficient	1.Fuel is insufficient	1.Check fuel system, and add fuel if necessary	
	2.Overheating of moving parts	2.Check to see if lubricating oil filter is working properly	
	3.Air filter element is dirty	3.Clean or change air filter element	
	4.Injection pump wear	4.Check the fuel injection pump element and delivery valve assembly, replace if necessary	
Muffler releases black smoke	1.Fuel is of very poor quality.	1.Select good quality fuel	
	2.Air filter element is clogged	2.Clean or change air filter element	
	3.Loads total exceeds the rated current	3.Adjust the loads to meet the rated output	
	4.Accumulation of gas carbon is high on the exhaust pipes and muffler	4.Clean out gas carbon	

CHAPTER 9 – TROUBLESHOOTING

Trouble	Causes	Remedies
Engine overheats	1.Lubricant oil is insufficient	1.Check oil level, add oil as required
	2.Fan belt broken or elongated	2.Change belt or adjust belt tension
	3.Coolant insufficient	3.Add coolant
	4.Radiator net or radiator fin clogged with dust	4.Clean net or fin carefully
	5.Inside of radiator or coolant flow route corroded	5.Clean or replace radiator and parts
	6.Fan or radiator or radiator cap is defective	6.Replace defective part
	7.Thermostat is defective	7.Check thermostat and replace if necessary
	8.Temperature gauge or sensor is defective	8.Check temperature with thermometer and replace if necessary
	9.Overload running	9.Reduce load
	10.Incorrect injection timing	10.Adjust to proper timing
	11.Unsuitable fuel is used	11.Use suitable fuel
Engine will not shut off	1.Electrical or manual fuel shutoff not closing	1.Verify the solenoid is not being energized by a short in the wiring. Check the linkage to the shutoff lever for binding. Check for the ability of the spring in the solenoid to move the lever to the shutoff position
	2.Engine running on fumes drawn into air intake	2.Locate and isolate the source of fumes
Engine surges at idle	1.Fuel is insufficient	1.Add fuel
	2.Air is mixed in fuel line	2.Extract the air in fuel system and check for suction leaks
	3.Idle speed is set too low	3.Check and adjust low idle screw
	4.Fuel filter is clogged	4.Drain water/sediment or change fuel filter

CHAPTER 9 – TROUBLESHOOTING

9.5 Alternator Trouble

Trouble	Causes	Remedies
No voltage or voltage is insufficient while genset running	1. Winding is cut	1. Intertwist the cut winding and weld firmly
	2. Wiring terminal is loose	2. Tighten the wiring terminal
	3. Wiring terminal is defective	3. Clean or replace the defective terminal
	4. Speed is too low	4. Check the speed and keep the rated speed
Voltage is unstable	1. Speed is unstable	1. keep the rated speed
	2. AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Alternator overheats	1. Overload running	1. Reduce load
	2. Vent-pipe inside the alternator is clogged	2. Blow and clean the inner
Voltage is too high	1. Speed is too high	1. keep the rated speed
	2. AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Voltage is too low while running without load	1. Speed is too low	1. keep the rated speed
	2. AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Voltage is correct without load, but too low under load	1. Speed setting is incorrect	1. Check and adjust the speed
	2. Short circuit on the rotor	2. Check resistance of the circuit
	3. Armature of excitation is defective	3. Check resistance of the circuit
Voltage disappears while running	1. Winding of magnetic field is cut	1. Check the cut winding, intertwist and weld firmly
	2. Rotor of excitation is defective	2. Check rotor, repair it and change if necessary
	3. AVR is defective	3. Check AVR, and change if necessary

9.6 Battery Charge Trouble

Trouble	Causes	Remedies
No charge current	1. Battery post is defective	1. Check, or clean the post
	2. Battery post is connected incorrectly	2. Check the connection post
	3. No mains supply	3. Check the wiring to the charger from mains supply
	4. Power fuse is bad	4. Change the fuse
Display nothing on the charge current meter	1. Current meter is bad	1. Measure the current with the standard amperemeter
Charge rate is too low	1. Mains supply power is low	1. Check mains supply
	2. Plug of the charger transformer does not match with the mains supply voltage	2. Check to the plug of charger transformer
	3. Battery post is loose	3. Tighten the battery post
Fuse of mains supply is burned-out again	1. Power of the fuse does not match	1. Change the proper fuse
	2. There is short circuit	2. Check and connect all wiring
Charge clip heats	1. Battery post is defective	1. Check, or clean the post
	2. Bolt of the clip is loose	2. Clean and tighten the bolt
Charge power does not decrease	1. Battery is deteriorated	1. Change the battery
	2. Battery has been damaged	2. Check the battery, and change it if necessary

ANOMALIES MOTEUR THERMIQUE																					
01	Le groupe ne démarre pas	x																			
02	Faible puissance de sortie		x																		
03	Bruit de claquement			x																	
04	surchauffe				x																
05	Bruits anormaux					x															
06	Fumée excessive						x														
07	Fuites des fluides							x													
08	Problèmes de démarrage à chaud								x												
09	Problèmes de démarrage à froid									x											
10	Usure prématurée des pièces										x										
11	Perte de pression d'huile											x									
12	Détérioration des performances												x								
13	Vibration excessive													x							
14	Arrêt intempestif														x						
15	Fuite de gaz d'échappement															x					
16	Odeurs anormales																x				
17	Fumée noire / blanche																	x			
18	Décoloration de l'huile																		x		
19	Niveau de liquide de refroidissement bas																			x	
20	Démarrage difficile ou impossible																				x
21	Ecoulement d'huile sur le carter																				x
CAUSES MOTEUR THERMIQUE																					REMEDES
01	Problème de démarrage de moteur	X																			X
02	Panne ou faiblesse de la batterie	X							X												X
03	Panne de système de carburant	X							X		X										
04	Défaillance du système électrique	X																			
05	Défaillance de l'alternateur		X																		
06	Perte de compression dans le moteur		X	X																	
07	Encrassement du filtre à air		X												X	X					
08	Usure excessive des soupapes			X																	
09	Usure excessive des pistons			X																	
10	Faible lubrification				X					X											
11	Manque de huile ou liquide de refroidissement				X												X	X			
12	Obstruction du radiateur ou du filtre à air				X																
13	Défaillance du système de refroidissement				X			X												X	
14	Usure excessive des composants				X	X		X				X	X		X			X			
15	Défaillance du système d'échappement					X									X						
16	Combustion inadéquat du carburant					X	X									X	X				
17	Contamination du système de carburant					X	X														
18	Défaillance des joints ou des tuyaux							X					X			X					
19	Surchauffe du moteur							X						X							
20	Entretien insuffisant ou inadéquat								X												
21	Contamination du système de lubrification					X					X										
22	Problème du carburant																				X
23	Défaillance du système de démarrage																				X
24	Panne de courant													X							
25	Injecteur de carburant défectueux															X	X				
26	Surcharge du moteur																X				
27	Vanne EGR bloquée (recirculation des gaz d'échappement)																X				
28	Contamination de l'huile																		X		
29	Poulet mal alignée												X								
30	Défaillance des roulements												X								
31	Consommation excessive de liquide de refroidissement																			X	
32	Fuite de l'huile									X											
33	Joint d'étanchéité défectueux																				X

Annexe 7: TABLE DE DECISION POUR UN DIAGNOSTIC GLOBAL

ANOMALIES DE GENERATRICE																																			
01	Le groupe ne produit pas électricité	x																																	
02	Mauvaise qualité de électricité produite		x																																
03	Défaillance de l'alternateur			x																															
04	Difficulté de régulation de la vitesse				x																														
05	Problèmes de démarrage automatique					x																													
06	Tension de sortie instable						x																												
07	Fréquence de sortie incorrecte							x																											
08	Déséquilibre des phases								x																										
09	Erreur de synchronisation									x																									
10	Problèmes de communication entre les composants										x																								
11	Difficulté de régulation de la vitesse											x																							
12													x																						
13														x																					
14															x																				
15																x																			
16																	x																		
17																	x																		
18																	x																		
CAUSES																		REMEDES																	
01	Panne du générateur	X																																	
02	Défaillance du régulateur de tension	X	X		X																														
03	Panne du système électrique.	X			X																														
04	Fluctuation de la charge électrique.			X																															
05	Usure excessive du rotor ou du stator				X																														
06	Défaillance du régulateur de vitesse					X									X																				
07	Usure excessive des composants					X									X																				
08	Défaillance de la carte de commande						X	X	X	X																									
09	Erreur de réglage du système de commande						X																												
10	Régulateur de tension défectueux							X																											
11	Problème de connexion électrique							X																											
12	Déséquilibre des charges								X																										
13	Variation de la vitesse du moteur								X																										
14	Charge déséquilibrée									X																									
15	Défaillance des composants électriques									X																									
16	Déséquilibre de tension										X																								
17	Défauts de câblage											X																							
18	Défauts de connecteurs												X																						
19																																			
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
30																																			
31																																			
32																																			
33																																			
34																																			
35																																			
36																																			
37																																			
38																																			
39																																			

Trouble	Causes	Remedies
Low engine oil pressure	1.Lubricant oil is insufficient	1 Add lubricant oil
	2.Oil hose has leak	2. Tighten or change oil hose
	3.Oil filter is clogged	3.Change oil filter
	4.Wrong oil is used	4.Change to proper kind oil
High coolant temperature	1 Coolant is insufficient	1 Add coolant
	2.Coolant pipe has leak	2. Tighten or change coolant pipe
	3.Fan belt is loose	3. Tighten the belt
	4.Radiator core is clogged	4.Clean radiator core
	5. Water temp sensor is defective	5.Repair or change the sensor
	6. Engine thermostat is defective	6. Repair or change the thermostat
Low fuel level	1.Fuel is insufficient	1 Add fuel
	2.Fuel hose has leak	2. Tighten or change fuel hose
	3.Fuel tank has leak	3.Repair or change fuel tank
	4.Fuel filter is clogged	4.Drain water/sediment or Change fuel filter
	5.Fuel level sensor is defective	5.Repair or change the sensor
Power drops after running a period of time	1 Air filter element is clogged, and air is insufficient	1 Clean or change air filter element
	2.Fuel filter is clogged, and fuel is insufficient	2.Drain water/sediment or Change fuel filter
	3.Engine ignition time is incorrect	3.Adjust the ignition time as required
Ground metal part is electriferous	1 Ground connection is defective	1 Check ground wiring
	2.1nsulating resistance is too low	2.Measure insulating resistance, change if necessary

Control System Trouble

Trouble	Causes	Remedies
Main breaker cannot be turn to on	1 The main breaker position is between on and off	1 Once turn the breaker to off ,turn it to on
	2.Short circuit on the load	2.Check and repair the load circuit
Control module cannot run	1 Control module cable is disconnected to the battery	1.Connect the module cable to the battery
	2 Rattery power is insufficient	2 Charge the battery with the utility power
	3The DV fuse is damaged	3.Change the DV fuse
Voltage drops quickly when connecting to the load	1 Loads total exceeds the rated current	1 Decrease the loads to meet the rated output
	2.Loads sharing to each terminal is unbalanced	2. Balance the loads sharing to each terminal
	3 AVR of alternator is defective	3 Check AVR, and change it if necessary
	4. Use wrong frequency	4 Adjust the frequency to the load frequency
Frequency is stable, but voltage is unstable	1 AVR of alternator is defective	1 Check AVR, and change it if necessary
After connecting to the load, voltage and frequency is stable, but current is unstable	1 Customer load is unstable	1 Check and adjust the customer load
Voltage cannot go up to the rated value	1 AVR of alternator is defective	1 Check AVR, and change it if necessary
	2 Frequency is low	2.Adjust frequency as required
Voltage exceeds the rated value	1 AVR of alternator is defective	1 Check AVR, and change it if necessary
Electric meter has no reading	1. The meter is defective	1 Check the meter, and change if necessary
	2.Circuit is disconnected, or terminal is loose	2. Find the cut position and connect again

Engine Trouble

Trouble		Causes	Remedies
Engine cannot start	Starter motor cannot drive or speed is low	1. Battery switch is off	1. Turn the switch to on
		2. Battery output is weak	2. Charge the battery
		3. Battery is deteriorated	3. Change the battery
		4. Battery terminal is loose	4. Tighten the terminal
	Starter motor drives, but engine cannot start	1. Fuel is insufficient	1. Check fuel system, and add fuel if necessary
		2. Fuel hose has leak	2. Tighten or change fuel hose
		3. Fuel filter is clogged	3. Drain water/sediment or Change fuel filter
		4. Gauze filter is clogged	4. Clean or change gauze filter
		5. Air is mixed in fuel line	5. Extract the air
Engine starts but stalls at once	1. Fuel hose has leak	1. Tighten or change fuel hose	
	2. Fuel filter is clogged	2. Drain water/sediment or Change fuel filter	
	3. Gauze filter is clogged	3. Clean or change gauze filter	
	4. Lubricant oil is insufficient	4. Check oil level, add oil as required	
	5. Air is mixed in fuel line	5. Extract the air	
	6. Air filter element is clogged	6. Clean or change air filter element	
Output is insufficient	1. Fuel is insufficient	1. Check fuel system, and add fuel if necessary	
	2. Overheating of moving parts	2. Check to see if lubricating oil filter is working properly	
	3. Air filter element is dirty	3. Clean or change air filter element	
	4. Injection pump wear	4. Check the fuel injection pump element and delivery valve assembly, replace if necessary	
Muffler releases black smoke	1. Fuel is of very poor quality.	1. select good quality fuel	
	2. Air filter element is clogged	2. Clean or change air filter element	
	3. Loads total exceeds the rated current	3. Adjust the loads to meet the rated output	
	4. Accumulation of gas carbon is high on the exhaust pipes and muffler	4. Clean out gas carbon	

Trouble	Causes	Remedies
Engine overheats	1.Lubricant oil is insufficient	1 .Check oil level, add oil as required
	2.Fan belt broken or elongated	2.Change belt or adjust belt tension
	3. Coolant insufficient	3.Add coolant
	4.Radiator net or radiator fin clogged with dust	4.Clean net or fin carefully
	5.1inside of radiator or coolant flow route corroded	5.Clean or replace radiator and parts
	6.Fan or radiator or radiator cap is defective	6.Replace defective part
	7. Thermostat is defective	7.Check thermostat and replace if necessary
	8. Temperature gauge or sensor is defective	8.Check temperature with thermometer and replace if necessary
	9.Overload running	9.Reduce load
	10.1ncorrect injection timing	10.Adjust to proper timing
	11.Unsuitable fuel is used	11.Use suitable fuel
Engine will not shut off	1.Electrical or manual fuel shutoff not closing	1.Verify the solenoid is not being energized by a short in the wiring. Check the linkage to the shutoff lever for binding. Check for the ability of the spring in the solenoid to move the lever to the shutoff position
	2.Engine running on fumes drawn into air intake	2. Locate and isolate the source of fumes
Engine surges at idle	1 Fuel is insufficient	1 Add fuel
	2.Air is mixed in fuel line	2. Extract the air in fuel system and check for suction leaks
	3.1dle speed is set too low	3. Check and adjust low idle screw
	4.Fuel filter is clogged	4.Drain water/sediment or change fuel filter

Alternator Trouble

Trouble	Causes	Remedies
No voltage or voltage is insufficient while genset running	1 Winding is cut	1 Intertwist the cut winding and weld firmly
	2 Wiring terminal is loose	2. Tighten the wiring terminal
	3 Wring terminal is defective	3. Clean or replace the defective terminal
	4 Speed is too low	4. Check the speed and keep the rated speed
Voltage is unstable	1 Speed is unstable	1. keep the rated speed
	2 AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Alternator overheats	1 Overload running	1 Reduce load
	2 Vent-pipe inside the alternator IS clogged	2 Blow and clean the inner
Voltage is too high	1 Speed is too high	1. keep the rated speed
	2 AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Voltage is too low while running without load	1 Speed is too low	1. keep the rated speed
	2 AVR is defective	2. Check AVR, and change if necessary
Voltage is correct without load, but too low under load	1 Speed setting is incorrect	1. Check and adjust the speed
	2 Short circuit on the rotor	2. Check resistance of the CtrCULT
	3 Armature of excitation is defective	3. Check resistance of the circuit
Voltage disappears while running	1. Winding of magnetic field is cut	1 Check the cut winding, intertwist and weld firmly
	2. Rotor of excitation is defective	2. Check rotor, repair it and change if necessary
	3 AVR is defective	3 Check AVR and change if necessary

Battery Charge Trouble

Trouble	Causes	Remedies
No charge current	1 Battery post is defective	1 Check, or clean the post
	2. Battery post is connected incorrectly	2 Check the connection post
	3.No mains supply	3 Check the wiring to the charger from mains supply
	4. Power fuse is bad	4 Change the fuse
Display nothing on the charge current meter	1 Current meter is bad	1 Measure the current with the standard amperemeter
Charge rate is too low	1.Mains supply power is low	1 Check mains supply
	2.Plug of the charger transformer does not match With the mains supply voltage	2. Check to the plug of charger transformer
	3. Battery post is loose	3. Tighten the battery post
Fuse of mains supply is burned-out again	1 Power of the fuse does not match	1.Change the proper fuse
	2 There is short circuit	2.Check and connect all wiring
Charge clip eats	Battery post is defective	1 Check, or clean the post
	2 Bolt of the clip is loose	2 Clean and tighten the bolt
Charge power does not decrease	1 Battery is deteriorated	1. Change the battery
	2 Battery has been damaged	2.Check the battery, and change it if necessary

المشروع الختامي المعنون "تحليل الأعطال في مولدات الكهرباء" يستكشف الجوانب المختلفة في تشخيص هذه الأنظمة الأساسية. من خلال دراسة أنماط الفشل وطرق التشخيص وإجراء دراسة حالة عملية، قدم هذا المشروع فهمًا شاملاً لعمل مولدات الكهرباء والخطوات اللازمة لمعالجة مشاكل الاعطال. تضمن هذه المعرفة استخدامًا مثاليًا لمولدات الكهرباء والحفاظ على توفير الطاقة الموثوقة في بيئات متنوعة

The final year project titled "Dysfunctional Analysis of electrical Generators" explored the various aspects of diagnosing these essential systems. By studying failure modes, diagnostic methods, and conducting a practical case study, this project provided a comprehensive understanding of electrical generators' operation and the necessary steps to address malfunction issues. This knowledge ensures optimal utilization of electrical generators and maintains reliable power supply in diverse environments.

Le projet de fin d'études intitulé "Analyse dysfonctionnelle des groupes électrogènes" a exploré les différentes facettes du diagnostic de ces systèmes essentiels. En étudiant les modes de défaillance, les méthodes de diagnostic et en réalisant une étude de cas pratique, ce projet a fourni une compréhension approfondie du fonctionnement des groupes électrogènes et des actions nécessaires pour résoudre les problèmes de dysfonctionnement. Ces connaissances permettent d'assurer une utilisation optimale des groupes électrogènes et de maintenir une alimentation électrique fiable dans divers environnements.