



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tebessi - Tébessa
معهد المناجم
Institut des Mines
قسم أإلإكتروميكانيك
Département Electromécanique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Electromécanique

Option : Maintenance Industrielle

Entretien et maintenance d'une installation photovoltaïque

Par

FERHAT Imène

Devant le jury :

LOUAFI Messaoud	Professeur	Président	Université Larbi Tebessi -Tébessa
ATTIA Moussa	MAA	Encadreur	Université Larbi Tebessi -Tébessa
TALEB Mounia	MCB	Examineur	Université Larbi Tebessi -Tébessa
SOUDANI Med Salah	MAA	Examineur	Université Larbi Tebessi -Tébessa

Promotion 2021-2022

Remerciements

Au seuil de ce travail,

Je remercie notre dieu ALLAH le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il m'a donné pour l'achèvement de ce mémoire, il a été et sera toujours à côté de moi pour réussir terminer n'importe quel travail.

La présentation de ce modeste travail m'offre l'occasion d'exprimer mon profonde gratitude à Monsieur Dr. ATTIA Moussa , qui a bien voulu diriger ce travail pendant toute la durée de l'expérimentation et la mise en forme du document final. Ses nombreux conseils ne m'ont jamais fait défaut. Je suis heureuse de lui exprimer mon respectueuse reconnaissance.

Je remercie également les membres de jury, Pr. Louafi Messaoud et Dr . Taleb Mounia et Dr. Soudani Mohamed Salah pour l'intérêt et l'attention qu'ils ont accordés à ce modeste travail et pour avoir acceptés de faire partie de ce jury, Je tenais à vous remercier pour chaque information ou conseil que vous m'avez donné durant mon parcours universitaire.

Mes remerciements sont également adressés à tous personnes qui, de loin ou de près, ont contribué à la réalisation de ce travail de recherche, je tenais à remercier le chef de département et tous les enseignants.

Liste des figures

Figure 1.1 : Zones de distribution de l'énergie du monde.....	03
Figure 1.2 : Composants d'un système photovoltaïque.....	04
Figure 1.3 : Effet photovoltaïque.....	04
Figure 1.4 : Cellule photovoltaïque.....	06
Figure 1.5 : Panneau solaire.....	07
Figure 1.6 : Batterie solaire.....	08
Figure 1.7 : Contrôleur de charge.....	08
Figure 1.8 : Onduleur.....	10
Figure 1.9 : Armoire de distribution d'énergie solaire.....	11
Figure 1.10 : Installation photovoltaïque autonome.....	12
Figure 1.11: Installation photovoltaïque couplée au réseau.....	12
Figure 2.1 : Ombrage partiel.....	23
Figure 3.1 : La place de service de la maintenance dans l'entreprise	35
Figure 3.2 : Différents types de maintenance.....	37
Figure 4.1 : Constituants d'une chaîne photovoltaïque.....	50
Figure 4.2 : Analyse fonctionnelle de Produire d'énergie électrique renouvelable.....	51
Figure 4.3: digramme de Pareto.....	53
Figure 4.4 : Influence d'humidité sur un system PV.....	55

Liste des tableaux

Tableau 01 : Défauts du générateur photovoltaïque

Tableau 02 : Défauts dans la boîte de jonction

Tableau 03 : Défauts du système de câblage

Tableau 04 : Défauts du système de protection

Tableau 05 : Défauts de l'onduleur

Tableau 06 : Défauts dans le système d'acquisition des données

Tableau 07 : Cinq niveaux de maintenance

Tableau 08 : Gravité des effets de défaillance

Tableau 09 : Fréquence d'apparition de la défaillance

Tableau 10 : capacité de détection de défaillance

Tableau 11 : niveau de criticité (C)

Tableau 12 : L'analyse ABC

Tableau 13 : résultat AMDEC du module PV

Tableau 14 : résultat AMDEC d'onduleur

Tableau 15 : résultat d'AMDEC du Régulateur

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	
Cible de ce mémoire	

Chapitre 1 : Systèmes Photovoltaïques.

1 Introduction	01
2 Contexte	02
2.1 Nouvelle technologie énergétique	02
2.2 Description d'un système photovoltaïque	03
3 Principe de conversion PV	04
a- Effet photovoltaïque	04
b- Principe	05
4 Composition d'un système solaire PV	05
4.1 Cellule photovoltaïque	06
4.2 Batterie solaire	07
4.3 Contrôleur de charge	08
4.4 Onduleur	09
4.5 Armoire de distribution d'énergie solaire AC et DC	10
4.6 Système de protection contre la foudre	11
5 Classification du système solaire PV	12
6 Avantages et inconvénients du système	14
6.1 Avantage	14
6.2 Inconvénients	14
7 Applications du système solaire Photovoltaïque	15
7.1 Centrale solaire photovoltaïque	15
7.2 Système solaire photovoltaïque domestique	16
8 Conclusion	16

Chapitre 2 : Défauts et pannes dans une chaîne PV

1 Introduction	17
2 Constituants principaux d'un système photovoltaïque	18
3 Problèmes rencontrés dans un système photovoltaïque	18
3.1 Le problème d'onduleur photovoltaïque	18
3.1.1 Onduleur qui clignote rouge	18
3.1.2 Onduleur qui a reçu un choc	19
3.1.3 Onduleur en surtension	19
3.1.4 Onduleur qui ne fonctionne plus	19
3.2 Les problèmes liés aux panneaux solaires	19
3.2.1 Panneau solaire qui baisse en rendement	19
3.2.2 Jaunissement et brunissement « la décoloration »	20
3.2.3 Panneau solaire endommagé	20
3.2.4 Panneau solaire encrassé Dans certaines régions	21

3.2.5 Panneau solaire qui prend feu	21
3.2.6 Panneau solaire qui ne fonctionne plus	21
3.3 Défaut de décalage et d'ombrage partiel	21
3.3.1 Décalage	22
3.3.2 Ombrage partiel	22
4 Diagnostique et défauts d'une installation photovoltaïque	23
4.1 Défauts dans le générateur photovoltaïque	24
4.2 Défauts dans la boîte de jonction	26
4.3 Défauts dans le système de câblage	26
4.4 Défauts dans le système de protection	26
4.5 Défauts de l'onduleur	28
4.6 Défauts dans le système d'acquisition des données	29
5 Maintenance du système solaire photovoltaïque	29
5.1 Conditions de réglage	30
5.2 Etablir un bon système de gestion des documents techniques	30
5.3 Entretien des composants	30
5.4 Former les ouvriers de maintenance	31
6 Conclusion	32

Chapitre 3 : Techniques et Méthodes de maintenance

1 Introduction	33
2 Définition de la maintenance	33
2.1 Notions sur la maintenance	33
2.2 Rôle de la maintenance	34
3 Place de service de maintenance dans la structure d'une entreprise	34
a Les avantages de la centralisation de la maintenance	34
b Les avantages de la de centralisation de la maintenance	35
4 Les objectifs de maintenance	36
4.1 Des objectifs opérationnels	36
4.2 Des objectifs de cout	36
5 Organigramme de maintenance	36
6 Maintenance préventive	37
6.1 But de la maintenance préventive	37
6.2 Les différents types de maintenance préventive	38
6.2.1 Maintenance préventive systématique	38
6.2.2 Maintenance Préventive conditionnelle	38
6.2.3 Maintenance préventive prévisionnelle	39
6.3 Buts de la maintenance préventive	39
7 Maintenance corrective	39
7.1 Les différents types de la maintenance corrective	39
7.1.1 Maintenance curative	39
7.1.2 Maintenance palliative	40
7.2 Buts de la maintenance corrective	40
7.3 La maintenance corrective débouche sur types d'interventions	40
7.3.1 Le dépannage	40
7.3.2 La réparation	40

8 Maintenance d'amélioration	40
9 La différence entre la maintenance corrective et préventive	41
10 Les cinq niveaux de maintenance	41
11 Les méthodes d'analyse de défaillances	43
12 Analyse des modes de défaillances et leurs effets et leur criticité	44
12.1 Définition	44
12.2 But de la méthode AMDEC	45
12.3 L'analyse AMDEC et la définition des actions	45
12.3.1 Gravité des effets de la défaillance (G)	46
12.3.2 Fréquence d'apparition de la défaillance (F)	46
12.3.3 La capacité de détection de la défaillance (D)	46
13 Méthode de Pareto (« ABC » OU « 20/80 »)	47
13.1 Définition	48
13.2 Fonction	48
13.3 But de la méthode ABC	48
13.4 Objectifs de la méthode ABC	48
13.5 Caractéristiques	48
14 Conclusion	49
Chapitre 4 : Application des méthodes AMDEC et Pareto dans une chaîne PV	
1 Introduction	50
2 Les composants du système PV	50
3 Analyse fonctionnelle	51
4 Application de la méthode ABC sur le système	51
a Comment Faire une analyse ABC	51
b Réalisation du dessin de Pareto	53
c Explication de la courbe	53
5 Application de la méthode AMDEC sur le système	54
6 Onduleur	55
6.1 Le tableau résultat d'AMDEC	55
7 Régulateur	56
7.1 Défaillance de la résistance	56
7.2 Le tableau résultat d'AMDEC	56
8 Maintenance des câbles dans un système PV	57

9 Maintenance du Module PV	57
10 Maintenance d'un régulateur photovoltaïque	57
11 Maintenance de l'onduleur	57
12 Conclusion	58
Conclusion générale	59
Références bibliographies	
Résumé	

Introduction générale

Le marché du photovoltaïque a énormément augmenté au cours de la dernière décennie, en particulier ces dernières années, grâce à une variété de facteurs incitatifs : réduction des coûts de production et politiques de soutien. Ces facteurs de stimulation rendent le retour sur investissement des systèmes photovoltaïques de plus en plus attractif. Comme tous les autres procédés industriels un système photovoltaïque peut être soumis, au cours de son fonctionnement, à différents défauts et anomalies conduisant à une baisse de la performance du système et voire à l'indisponibilité totale du système. Toutes ces conséquences défavorables réduisent clairement la productivité de l'usine et donc les bénéfices de l'usine.

Sans parler des frais de maintenance pour remettre le système en état de marche. Le but de ce mémoire est d'étudier plus avant les défauts et les échecs.

Dans le premier chapitre nous avons présenté les différents éléments qui entrent dans la constitution d'un système photovoltaïque tel que la cellule, module et champ PV, avec la mention de la fonction du système photovoltaïque et les avantages et les Inconvénients.

Dans le deuxième chapitre nous entamons une Présentation de différentes pannes et défauts d'une chaîne photovoltaïque.

Dans le troisième chapitre on a parlé de technique de maintenance. Donc on a commencé par une petite introduction, ensuite nous discutons un peu sur l'objectif de la maintenance, en outre nous parlons sur les différents types de maintenance, à savoir la corrective et la préventive.

Dans le Quatrième et le dernier chapitre qui est la partie pratique de ce travail on a fait une application des méthodes de maintenance spécialement on a travaillé sur les méthodes AMDEC et Pareto et on a cité les résultats et les discussions.

A la fin de ce travail nous terminerons avec une conclusion générale.

Chapitre 1 :

Systemes Photovoltaïques



1. Introduction :

De nos jours, les humains sont confrontés à la crise de l'épuisement énergétique. Les ressources non renouvelables sont moins et moins, et la plupart de l'énergie est accompagnée de pollution. Avec la détérioration du cadre de vie et la croissance de la demande de l'énergie, l'homme doit trouver et utiliser une nouvelle énergie, comme le vent, les marées, le solaire, etc. Et la nouvelle énergie la plus populaire est énergie solaire. Il existe de nombreuses façons d'utiliser l'énergie solaire, et ce mémoire porte sur la façon d'utiliser l'énergie solaire pour produire de l'électricité. Ce mémoire introduira le principe du solaire photovoltaïque, la composition et l'exploitation du système solaire photovoltaïque, la maintenance du système solaire photovoltaïque et le contexte de l'utilisation de l'énergie solaire dans le monde.

❖ **Cible de ce mémoire :**

L'énergie solaire fait généralement référence à l'énergie du rayonnement solaire. La principale forme d'utilisation de l'énergie solaire a conversion photo thermique de l'énergie solaire, conversion photovoltaïque et photochimique. De manière générale, l'énergie solaire est la ressource de nombreuses énergies, par exemple, l'énergie éolienne, chimique l'énergie, l'énergie potentielle de l'eau et autres sont toutes converties par l'énergie solaire. Certains principaux les méthodes d'utilisation de l'énergie solaire sont telles que les cellules solaires, la conversion photoélectrique par l'énergie contenue dans la lumière du soleil en électricité ; chauffe-eau solaires, l'utilisation de la chaleur solaire pour chauffer l'eau et l'utilisation de la production d'eau chaude. L'énergie solaire est assez propre, pas de pollution et le taux d'utilisation est élevé, et ne manque pas de cette déclaration, qui détermine tous les avantages de son rôle irremplaçable dans le chiffre d'affaires de l'énergie. Parallèlement au progrès social et au développement social, le développement de nouvelles sources d'énergie est de plus en plus impératif, et la production d'énergie solaire photovoltaïque en tant que nouvelle énergie renouvelable nécessite de plus en plus d'investissements dans la recherche et l'application. Depuis les années 1980, la production d'énergie solaire photovoltaïque est l'une des technologies à la croissance la plus rapide les industries. Son compte de production d'électricité représente environ quatre-vingt pour cent de la production photovoltaïque mondiale capacité de production au Japon, dans l'UE et aux États-Unis. Avec la détérioration de notre cadre de vie, et l'épuisement de l'énergie, l'homme a dû développer nouvelles sources d'énergie. L'énergie solaire est propre, si elle peut être utilisée de manière raisonnable. Société humaine réalisera des progrès à pas de géant et ne sera pas un fardeau pour l'environnement [1]

Une chose à noter est que l'épuisement de l'énergie et la pollution de l'environnement sont imminents. L'humanité doit prendre une décision ; ils devraient réduire la dépendance aux combustibles fossiles traditionnels, et réduire les émissions de gaz à effet de serre pour le bien de l'avenir de l'humanité.

2. Contexte :

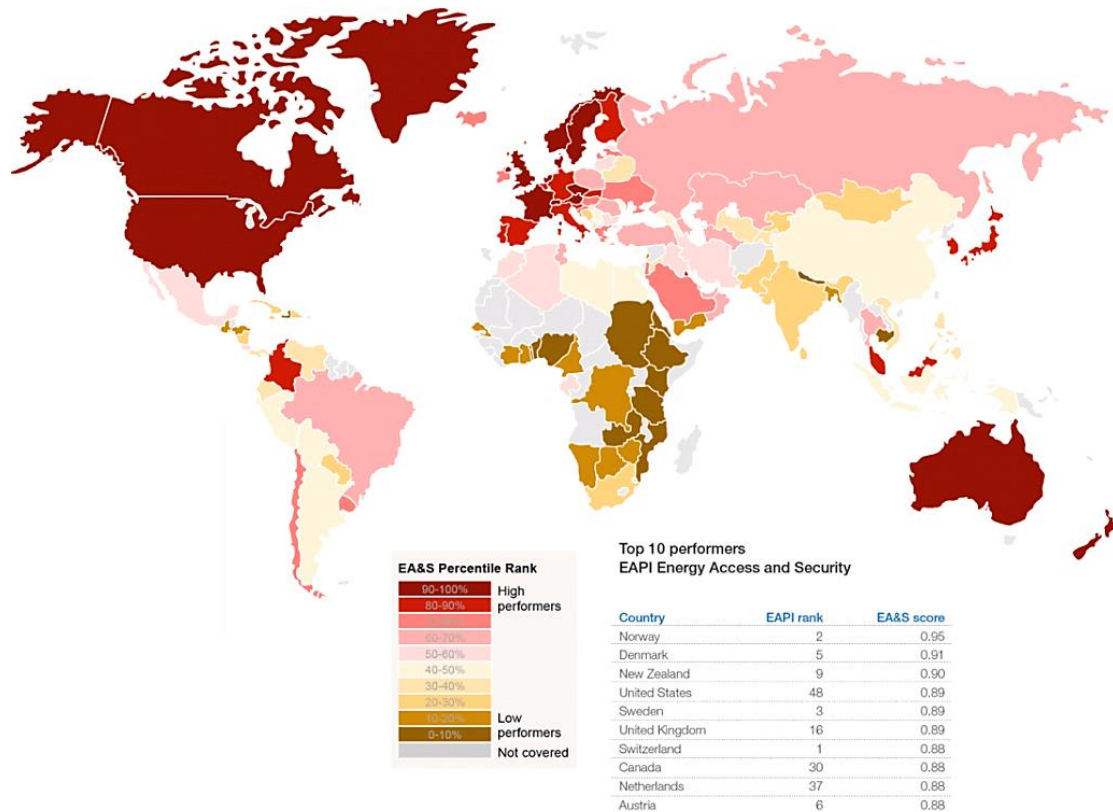
Pourquoi les humains ont besoin d'une nouvelle énergie ? Pourquoi les humains ont besoin d'énergie solaire ? Voici quelques raisons, pour expliquer le contexte de l'utilisation de l'énergie solaire dans le monde.

2.1 Nouvelle technologie énergétique :

Les nouvelles technologies énergétiques sont l'un des cinq domaines du développement économique mondial avec la force la plus décisive du XXI^e siècle. L'énergie solaire est une nouvelle énergie propre, efficace et éternelle énergie. Dans la nouvelle réalité, les gouvernements utiliseront les ressources d'énergie solaire comme stratégie nationale de développement durable. La production d'énergie photovoltaïque est sûre et fiable, sans bruit, pas de pollution, est moins contraint, a un faible taux d'échec, un entretien facile, etc. Dans le vaste et partie occidentale froide de la Chine, dans les conditions du terrain varié et dispersé, il a nombreux effets. Dans ces régions, les conditions réalistes sont relativement mauvaises et la situation économique n'est pas bonne non plus. Il peut être facilité d'établir une énergie solaire photovoltaïque à grande échelle stations sur ces terres variées, et peuvent fournir l'énergie électrique aux personnes qui y vivent pour leur quotidien. La production d'énergie photovoltaïque est l'une des principales formes d'utilisation de l'énergie solaire. L'industrie des cellules solaires a formé une certaine échelle. Les travaux de recherche en laboratoire de nouvelles cellules solaires ont déjà fleuri dans le monde entier. Ces dernières années, la Chine a connu un développement rapide de l'industrie de la production solaire photovoltaïque. Le compte des cellules solaires au silicium a atteint 27 % du monde en 2007, la productivité était la première au monde. La technologie du solaire photovoltaïque se développe rapidement. L'efficacité des cellules solaires devient de plus en plus haute. Le rendement des cellules solaires en silicium monocristallin a atteint 24,7 % en 2020, mais dans les années 1950, l'efficacité n'était que de 6 %. C'est un énorme progrès, et l'efficacité de cellules solaires d'affaires a atteint 16-22 %. L'efficacité des cellules solaires de poly silicium a atteint 15-18 %. Alors que dans le développement continu du silicium cristallin, du silicium amorphe, CDTE,

CUINGASE et d'autres technologies de cellules solaires à couche mince ont également connu un développement rapide, et a une certaine proportion. [2]

Voici une image de la zone de distribution de l'énergie du monde :



Source: World Economic Forum and Accenture analysis

Figure 1.1 : Zones de distribution de l'énergie du monde

2.2 Description d'un système photovoltaïque :

Le synoptique électrique d'un système PV connecté au réseau est illustré dans la Figure 1.2. Nous le décrivons en considérant les différents composants suivants :

- Générateur PV : unité de production d'énergie électrique sous forme de courant continu.
- Convertisseur
- Câblage et boîte de jonction
- Système de protection : y compris la diode de bypass, diode anti-retour et les autres dispositifs de sectionnement. [3]

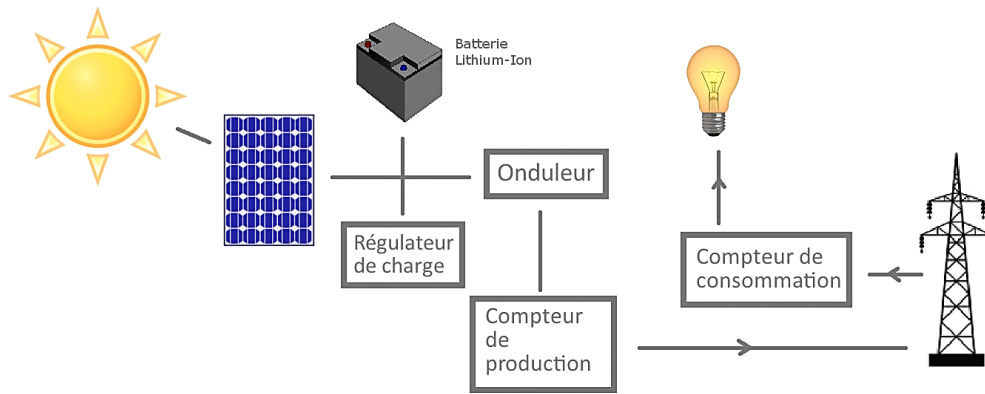


Figure 1.2 : Composants d'un système photovoltaïque

3. Principe de conversion photovoltaïque :

Avec les progrès de la science, la première chose qu'il faut connaître est le principe de la production d'énergie solaire photovoltaïque. Ensuite, les humains peuvent utiliser l'énergie solaire. [4]

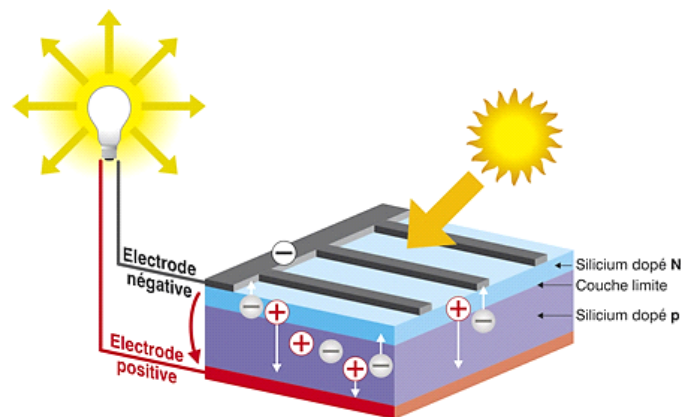


Figure 1.3 : Effet photovoltaïque

a. Effet photovoltaïque :

La production d'énergie photovoltaïque est une technologie utilisant l'effet photovoltaïque de l'interface de semi-conducteur et transformant l'énergie lumineuse directement en énergie électrique. Les cellules solaires sont les plus élément clé important de cette technologie. Après une série de cellules solaires encapsulées de protection, il pourrait former un module de cellule solaire de grande surface, couplé avec le contrôleur de puissance et d'autres composants pour former un dispositif de système photovoltaïque. Si la lumière brille sur les cellules solaires et est absorbée par l'interface du semi-conducteur, le photon qui est avec suffisamment d'énergie peut stimuler l'électron du covalent entre le silicium de type P et de type N pour produire un

électron-trou. Avant le complexe d'électron et d'électron-trou qui est proche de la couche d'interface du semi-conducteur, il sera séparé l'un de l'autre par le courant électrique domaine de la charge d'espace. L'électron se déplacera dans la région N qui est à l'électricité positive, et l'électron-trou se déplacera dans la région qui est à l'électricité négative. Avec la séparation de charge de la couche d'interface du semi-conducteur, il produira une tension entre la région P et la région N. Pour les cellules solaires en silicium cristallin, une valeur typique de circuit ouvert la tension est de 0,5 ~ 0,6 V. Plus il y a d'électrons-trous produits à l'interface du semi-conducteur, plus le courant électrique sera plus important. Plus l'énergie solaire absorbée par l'interface du semi-conducteur est importante et plus la surface des cellules solaires est grande, plus le courant électrique sera important lorsque le système travail. [5]

b- Principe de fonctionnement :

L'énergie solaire est un type d'énergie rayonnée. Elle peut être transformée en énergie électrique en utilisant convertisseurs d'énergie. Le convertisseur est une cellule solaire. Il produira de nouvelles paires électron-trou quand la lumière brille sur le nœud P-N du semi-conducteur, sous la fonction du champ électrique dans le P-N nœud, l'électron-trou s'écoulera vers la zone P à partir de la zone N, et les électrons s'écouleront vers la zone N à partir de Zone P et produire du courant électrique après avoir été connecté au circuit. Il existe deux types de solaire photovoltaïque, les types lumière-chaleur-électricité et lumière directe-électricité taper.

4. Composition du système solaire photovoltaïque :

Après avoir appris les principes de la production d'énergie solaire photovoltaïque, les scientifiques ont conçu un composant solaire photovoltaïque, et selon leurs fonctions respectives, ceux-ci établis pour produire de l'électricité.

Le système solaire photovoltaïque peut utiliser le module de cellule solaire pour produire directement l'énergie électrique par l'énergie solaire. La cellule solaire est un appareil qui peut réaliser la transformation de P-V par la caractéristique électronique des matériaux semi-conducteurs, dans la majorité des zones hors réseau, l'appareil peut être facilement mis en œuvre comme un éclairage de vie alimenté par l'utilisateur. Cela peut être aussi avec le régional réseau électrique pour atteindre la complémentarité dans certains pays développe.

Le système PV2 est composé de cellules solaires carrées, d'une batterie, d'un contrôleur de charge, d'un onduleur, d'un AC Armoire de distribution d'énergie, un système de suivi solaire

automatique, un système de dépoussiérage automatique, des modules solaires et d'autres équipements.

4.1 Cellule photovoltaïque :

La cellule solaire est composée de deux types de semi-conducteurs appelés silicium de type P et de type N. En raison de l'ajout d'atomes, le silicium de type P perd un électron. Le silicium de type N est fabriqué par ajoutant des atomes pour qu'il obtienne un électron de plus. Une cellule solaire est constituée d'une couche de silicium de type P et d'une couche de silicium de type N. Il y a trop électrons dans la couche de type N et dans la couche de type P, il y a trop de trous d'électrons. Près de jonction de ces deux couches, l'électron se déplace dans le trou d'électron à partir de la couche de type N, ce crée une zone de déplétion pour que les électrons remplissent les trous. [6]



Figure 1.4 : Cellule photovoltaïque

La cellule solaire est un appareil qui peut capter la lumière du soleil et la transformer directement en énergie électrique. La taille d'une cellule solaire est d'environ la taille d'une paume d'adulte. La forme est un octogone, et le la couleur est bleu-noir. Les cellules solaires sont très souvent construites avec les batteries solaires ensemble. Le grand des unités sont des modules solaires. Le cas de nombreuses cellules solaires sont construites ensemble, ce qu'on appelle un panneau solaire.



Figure 1.5 : Panneau solaire

4.2 Batterie solaire :

Pour certains problèmes, tels que l'énergie instable du réseau, la surcharge ou la décharge et les recharge complète, est pour la batterie solaire importante pour répondre à ces exigences. Et pour aujourd'hui, Les batteries au plomb sont les principales batteries utilisées dans les systèmes solaires photovoltaïques. Batteries au plomb : ces batteries solaires sont principalement utilisées dans la voiture, mais c'est un bon choix pour système solaire photovoltaïque. C'est une batterie de démarrage ; il peut produire une courte rafale de puissance élevée pour démarrer le moteur du système. Il existe également des batteries à cycle profond. Batteries au plomb sont très largement utilisés, mais toutes les batteries au plomb sont utilisées pour démarrer ou effectuer un cycle profond Puissance. Il y a évidemment une différence, c'est la puissance qu'il délivre et combien de temps il doit livrer. [7]

La fonction principale d'une batterie solaire est de stocker l'énergie solaire par le carré sous la lumière et être prêt à fournir l'énergie électrique à la charge à tout moment. Voici les exigences de base pour les batteries solaires :

1. Faible taux d'autodécharge ;
2. Longue durée de vie ;
3. La capacité de décharge profonde doit être forte ;
4. Efficacité de charge élevée ;
5. Le taux de faible maintenance ou la maintenance est gratuite ;

6. Plage sauvage de température de fonctionnement ;

7. Petit prix.

Pour l'instant, les batteries les plus utilisées avec le système solaire photovoltaïque sont les batteries au plomb et les batteries au nickel-cadmium. Généralement, il est utilisé dans des installations fixes ou industrielles batteries au plomb scellées, plus de 200Ah batteries au plomb sont utilisées davantage, et la valeur nominale la tension de chaque batterie est de 2VDC3. Généralement, il est utilisé de petits plomb-acide scellés sans entretien batterie si le besoin est inférieur à 200Ah batterie au plomb, et la tension nominale est de 12VDC pour chaque batterie.



Figure 1.6 : Batterie solaire

4.3 Contrôleur de charge :

Le contrôleur de charge peut empêcher automatiquement la surcharge et la décharge excessive de la batterie. Exigible aux temps de cycle de charge, de décharge et à la profondeur de décharge est le facteur principal pour déterminer l'utilisation de la durée de vie de la batterie. Par conséquent, un contrôleur de charge est un équipement essentiel.



Figure 1.7 : Contrôleur de charge

Le contrôleur de charge peut être utilisé pour alimenter un appareil à courant continu doté de panneaux solaires. Le contrôleur de charge peut fournir une sortie CC régulée et stocker l'énergie excédentaire dans une batterie, et il peut également empêcher la surcharge ou la sous-charge en surveillant la tension de la batterie.

4.4 Onduleur :

L'appareil peut transformer le courant continu en courant alternatif. Depuis les cellules solaires et les batteries sont des alimentations en courant continu de sorte qu'un onduleur est nécessaire lorsqu'il s'agit d'un AC4 charge. Selon le mode de fonctionnement, l'onduleur peut être divisé en onduleurs autonomes et onduleurs de réseau. Comme un onduleur autonome, il est utilisé dans un système de production d'énergie solaire à fonctionnement indépendant pour alimentant une charge séparée. Les onduleurs de réseau sont utilisés dans le fonctionnement du réseau pour la production d'énergie solaire systèmes. L'onduleur peut être divisé en onduleur à onde carrée et onduleur à onde sinusoïdale selon le type de forme d'onde de sortie. Le circuit de l'onduleur à onde carrée est simple, le coût de production est faible, mais la composante harmonique est importante. Il est généralement utilisé pour le système qui est de quelques centaines de watts ou moins et de faibles exigences sur l'harmonique. Cependant, le coût de l'onduleur à onde sinusoïdale est élevé, mais il peut être appliqué à une variété de charges. L'onduleur peut être connecté à un contrôleur de sortie de charge pour piloter des charges CA. Voici quelques fonctions de protection d'un onduleur :

1. Protection contre les surcharges ;
2. Protection contre le court-circuit ;
3. Protection d'inversion ;
4. Protection contre les sous-tensions ;
5. Protection contre les surtensions ;
6. Protection contre la surchauffe. [8]



Figure 1.8 : Onduleur

4.5 Armoire de distribution d'énergie solaire AC et DC :

L'armoire de distribution d'énergie solaire CA et CC comprend une armoire de commande CA et un CC photovoltaïque Chambre de contrôle. Il est principalement utilisé dans ces énormes centrales photovoltaïques. Il peut empêcher la foudre et les surintensités, et détecter le courant, la tension, l'état de protection contre la foudre et l'état de court-circuit de la chaîne à réseau unique PV. La conception professionnelle et le choix minutieux des composants peuvent garantir une période longue et stable d'utilisation de la distribution d'énergie solaire AC et DC cabinet. L'armoire de commande AC est un appareil qui peut mettre en œuvre la sortie, la détection, l'affichage et la protection de l'appareil de l'onduleur, etc. L'interface de sortie de la distribution CA de l'onduleur l'armoire peut le fournir, le disjoncteur AC de sortie peut être configuré avec le réseau (ou pour AC utilisation de charge) directement, et l'état de maintenance du système PV ne peut pas influencer la sécurité du système PV et du réseau (ou de la charge), mais également de protéger les agents de maintenance. La fonction principale de l'armoire de distribution d'énergie solaire CA et CC est la commutation de l'onduleur de secours dans le système de la centrale électrique, afin de garantir que le système d'alimentation est normal, ainsi que la mesure de la ligne d'énergie.



Figure 1.9 : Armoire de distribution d'énergie solaire

4.6 Système de protection contre la foudre :

En tant que nouveau système de production d'énergie dans le domaine de la production d'énergie, l'énergie solaire photovoltaïque système de génération a été largement utilisé. En raison de la particularité du système de production d'énergie solaire photovoltaïque, telle que l'emplacement d'installation et l'environnement du système solaire photovoltaïque, les composants du système seront endommagés par la foudre. Par conséquent, la protection des systèmes en fonction de la situation réelle des systèmes peut assurer que le système fonctionne de manière plus sûre et plus efficace. Le système de protection contre la foudre externe de l'équipement de production d'énergie solaire photovoltaïque est d'empêcher le tonnerre d'endommager directement les cellules solaires. Système externe de protection contre la foudre se compose de trois parties : la bouche d'aération, les déflecteurs au sol et le réseau au sol. Énergie solaire Le système doit avoir des mesures de protection contre la foudre relativement externe pour s'assurer que les panneaux solaires extérieurs exposés ne sont pas directement endommagés par la foudre.

5. Classification du système solaire photovoltaïque :

Le système de production d'énergie solaire photovoltaïque peut être divisé en systèmes photovoltaïques indépendants, en systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés au réseau et en systèmes PV distribués :

1. Les systèmes de production d'énergie photovoltaïque indépendants sont également appelés systèmes photovoltaïques hors réseau. Il se compose principalement de modules solaires, contrôleur, batterie. S'il doit fournir un courant alternatif charge, il faut également configurer l'onduleur AC. Une centrale photovoltaïque indépendante comprend le système d'alimentation électrique du village dans les zones reculées, systèmes d'énergie solaire domestiques, puissance du signal de communication, protection cathodique, lampes solaires et autres systèmes PV.

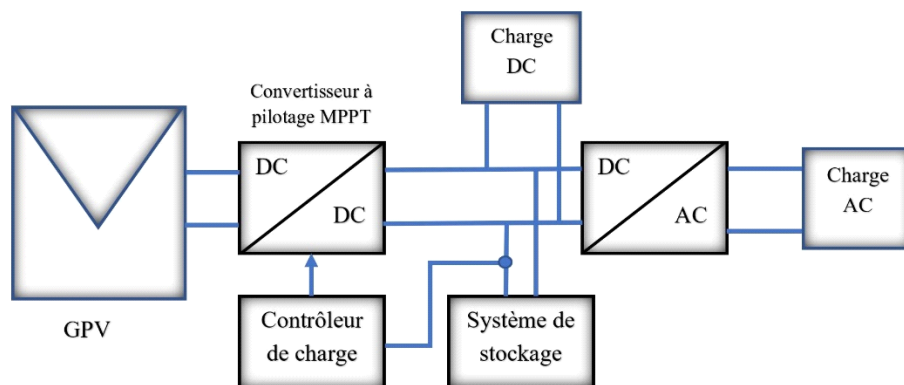


Figure 1.10 : Installation photovoltaïque autonome

Selon les caractéristiques de la charge, les systèmes photovoltaïques indépendants peuvent être divisés dans le système DC, le système AC et les systèmes hybrides AC-DC et d'autres types. La principale différence est si le système est avec un onduleur. En général, la composition est constituée d'une matrice de cellules solaires, contrôleur, batterie, onduleur DC / AC et certains autres systèmes solaires photovoltaïques hors réseau.

2. Un système PV connecté au réseau est directement connecté au réseau public après le courant continu est généré par des modules solaires, puis à travers le réseau, un onduleur se transforme en alternance réseau électrique en fonction des exigences du réseau électrique. Il peut être divisé en deux types de systèmes PV connectés au réseau selon qu'ils ont une batterie. Le système PV connecté au réseau avec batterie est programmable de sorte qu'il peut être intégré ou non au réseau selon les besoins. Il peut également servir d'alimentation de secours lorsque le réseau a quelques problèmes. Cependant, le système PV connecté au réseau sans batterie ne peut pas être une sauvegarde puissance et imprévisible.

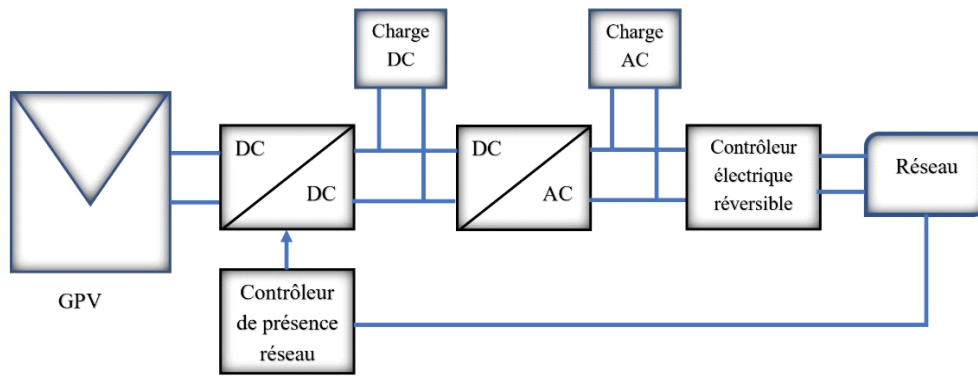


Figure 1.11: Installation photovoltaïque couplée au réseau

3. Les systèmes photovoltaïques distribués sont souvent construits près de la position des utilisateurs ou près des installations photovoltaïques pour répondre à certains besoins particuliers des utilisateurs. Les composants de base des systèmes PV distribués comprennent les modules photovoltaïques, le support de réseau photovoltaïque, le boîtier de combinaison CC, l'armoire de distribution d'alimentation CC, l'onduleur connecté au réseau, les armoires de distribution d'alimentation CA et d'autres équipements. Il y a aussi la surveillance du système d'alimentation et dispositifs de contrôle et dispositifs de surveillance de l'environnement. Lorsque le système est sous le rayonnement de la lumière du soleil, le réseau de modules de cellules solaires des systèmes photovoltaïques transformera l'énergie solaire puissance à l'énergie électrique, puis envoyer l'énergie dans l'armoire de distribution d'alimentation cc par cc boîtier de combinaison, puis inverser en courant alternatif par l'onduleur et alimenter la charge du système, l'excès ou le manque d'électricité via le raccordement au réseau doit être ajusté.

Selon la fonction et les exigences de fonctionnement, les configurations des composants et les voies de connexion qui existent entre les équipements et les autres alimentations sources et les charges électriques, le système solaire PV peut être divisé en deux systèmes principaux, les systèmes connectés au réseau ou interactifs et les systèmes autonomes. Le composant le plus important d'un système photovoltaïque connecté au réseau est l'onduleur ou l'unité de conditionnement d'énergie (PCU). Le courant continu produit par le générateur photovoltaïque peut être transformé en courant alternatif par le PCU, la tension et la qualité de l'alimentation sont à la lumière des exigences du réseau électrique, et peut arrêter automatiquement l'alimentation du réseau lorsque le réseau n'est pas sous tension.

Les systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés au réseau peuvent être divisés en deux types de systèmes photovoltaïques centralisés à grande échelle et en réseau distribué

de petits systèmes photovoltaïques. Dans la centrale photovoltaïque à grande échelle, la puissance peut être fournie au réseau électrique directement. L'investissement de ce système sera assez énorme et aura une longue période pour le construire. Les systèmes PV autonomes sont conçus pour alimenter des charges électriques CC ou CA en général. [9]

6. Avantages et inconvénients du système :

Chaque pièce a deux faces, pour le système solaire photovoltaïque, il y a aussi des avantages et des inconvénients. Mais en un mot, le système solaire photovoltaïque est assez bon pour le développement humain.

6.1 Avantages :

1. L'énergie solaire est inépuisable, le rayonnement solaire reçu par la surface de la terre est capable de répondre à la demande énergétique mondiale comme 10 000 fois. Tant que l'installation de systèmes solaires photovoltaïques se fait dans les 4% de désert dans le monde, l'électricité produite répond besoins mondiaux. L'énergie solaire est sûre, fiable, ne souffre pas de la crise énergétique ou de l'impact de l'instabilité du marché du carburant ;
2. L'énergie solaire existe partout. Il pourrait fournir de l'électricité près de l'endroit où l'énergie est produite, il n'y a pas de transport longue distance et la perte de lignes de transmission longue distance est évitée ;
3. L'énergie solaire est sans combustible et à de faibles coûts de fonctionnement ;
4. Pas de pièces mobiles, pas facile à casser, entretien facile, particulièrement adapté aux sans surveillance utiliser ;
5. Le système solaire photovoltaïque ne produit aucun déchet, aucune pollution, aucune pollution sonore, aucuns effets néfastes sur l'environnement. C'est une énergie propre idéale ;
6. La période de construction du système solaire photovoltaïque est courte, pratique et flexible, et peut être augmentée ou diminuée selon la charge, les éventuels ajouts ou diminutions de la capacité solaire du carré, évitent les gaspillages.

6.2 Inconvénients :

1. Etant intermittentes et aléatoires, la production d'électricité et les conditions climatiques ne peuvent pas ou génèrent rarement des applications terrestres la nuit ou les jours de pluie ;

2. Le taux de conversion est faible, et le système doit fonctionner dans des conditions standard, l'intensité du rayonnement solaire reçu est de 1000W/m^2 au sol. Il doit occuper une grande région ;

3. Les prix sont encore plus chers.

Ils sont supérieurs à la production d'électricité conventionnelle de 3 à 15 fois et investissement initial élevé. [10]

7. Applications du système solaire photovoltaïque :

Avec le développement de la société et de la technologie solaire photovoltaïque, la production d'énergie solaire photovoltaïque implique de nombreux aspects. Les gens peuvent voir les applications partout dans la vie. Tels que la centrale solaire photovoltaïque, le système de production d'énergie solaire photovoltaïque domestique, lampes solaires, voitures solaires et quelques autres applications [11]

7.1 Centrale solaire photovoltaïque :

Les centrales solaires photovoltaïques sont constituées de cellules solaires carrées qui peuvent transformer l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique. Selon le mode de fonctionnement, le solaire photovoltaïque La centrale électrique peut être divisée en centrales solaires indépendantes et solaires connectées au réseau central photovoltaïque. La centrale solaire indépendante n'est pas couplée au réseau public. Il utilise principalement dans ceux endroits où il n'y a pas d'électricité et certains endroits spéciaux. Comme les régions rurales éloignées et isolées et zones pastorales, îles, plateaux et désert pour ces agriculteurs et pêcheurs, afin de s'assurer qu'ils peuvent regarder la télévision, l'éclairage, écouter la radio et d'autres sources d'électricité de base. Il peut également être utilisé pour la station de relais de communication, la bouée côtière et intérieure, la protection cathodique des pipelines, la station météorologique, la classe de route et les postes frontières routiers et autres locaux spéciaux. Le système indépendant se compose d'une matrice de cellules solaires, du contrôleur de système, d'une batterie, d'un onduleur DC / AC et d'autres composants. La centrale solaire photovoltaïque connectée au réseau ne se connecte pas au réseau électrique public. C'est très important pour la scène commerciale à grande échelle et les composants de l'industrie de l'énergie électrique. C'est la principale tendance du développement de la technologie solaire photovoltaïque dans le monde. Le système de réseau se compose d'une matrice de cellules solaires, d'un contrôleur de système, d'un onduleur de réseau et d'autres composants.

7.2 Système solaire photovoltaïque domestique :

Le système d'alimentation solaire domestique se compose de batteries solaires, d'un contrôleur solaire et de composants de batterie. Il faudra configurer l'onduleur si la puissance de sortie est de 220V AC ou 110V. Les conditions du système de production d'énergie solaire photovoltaïque domestique sont les suivantes :

1. Où les gens veulent-ils utiliser le système solaire photovoltaïque domestique et quelle est la situation du rayonnement solaire de l'endroit ?
2. Quelle est la puissance de la charge ?
3. Quelle est la puissance de sortie ?
4. Combien de temps le système doit-il fonctionner par jour ? Combien de temps le système doit-il fournir de l'énergie quand il ne fait pas beau ?

8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous donnons un aperçu des systèmes photovoltaïques, et ses composants et Uniquement sur les cellules photovoltaïques et leurs principales caractéristiques et différents types de Ces systèmes, et enfin nous énumérons les avantages et les inconvénients de l'installation Photovoltaïque.

Chapitre 2 :

Défauts et pannes dans une chaine PV



1. Introduction :

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) est une énergie renouvelable, non polluante et illimitée qui peut être utilisée comme substitut aux combustibles fossiles. Il occupe une position importante dans le domaine de la recherche afin de répondre aux besoins énergétiques futurs. La technologie de fabrication des modules photovoltaïques a considérablement progressé en termes de qualité et de coût de fabrication. L'industrie solaire photovoltaïque mondiale est passée de 5 MW en 1982 à 50,6 GW en 2015, à plus de 14,3 TWh en 2021 et devrait atteindre 1645 GW en 2027. Les défauts d'une installation photovoltaïque peuvent l'affecter à la fois lors de sa conception et de son installation, ainsi que lors de son fonctionnement. Ces défauts réduisent les performances des systèmes solaires autonomes, réduisant ainsi la production photovoltaïque.

L'efficacité de la production d'énergie solaire photovoltaïque (PV) est largement déterminée par les conditions dans lesquelles le générateur photovoltaïque fonctionne. Ces conditions peuvent être liées au processus ou à l'exploitation de fabrication d'un point de vue environnemental ou opérationnel. Ces facteurs sont à l'origine d'un grand nombre de défauts qui entraînent la dégradation du générateur photovoltaïque. Plusieurs méthodes pour traiter ce type de problème ont récemment été développées dans la littérature. Les types d'erreurs rencontrées, leurs origines et leurs conséquences ont tous été discutés dans ce chapitre. Les méthodes de surveillance et de diagnostic des systèmes photovoltaïques ont fait l'objet de nombreuses recherches.

Les systèmes photovoltaïques ne fonctionnent pas toujours à leur efficacité maximale, ils peuvent. Au cours de leur fonctionnement, ils seront affectés par divers défauts et exceptions, entraînant une dégradation des performances du système. Ainsi, la surveillance et le diagnostic des pannes éventuelles dans les installations photovoltaïques sont aujourd'hui au-dessus de la priorité des fabricants. Afin de mieux positionner notre travail, il est nécessaire d'étudier quelle méthode est utilisée pour diagnostiquer et détecter les conditions anormales dans les systèmes photovoltaïques. Ainsi, nous diviserons notre travail en deux parties :

Dans la partie 1, nous avons décrit les défauts. La deuxième partie repose sur différentes méthodes de diagnostic pour détecter ou localiser la défaillance du générateur photovoltaïque, nous choisissons d'arrêter l'analyse de la sous-section PV du système au générateur PV uniquement du côté DC

2. Constituants principaux d'un système photovoltaïque :

Le schéma électrique d'un système PV connecté au réseau est illustré dans la Figure . Nous le décrivons en considérant les différents composants suivants :

- Générateur PV : unité de production d'énergie électrique sous forme de courant continu.
- Convertisseur
- Câblage et boîte de jonction
- Système de protection : y compris la diode de bypass, diode anti-retour et les autres dispositifs de sectionnement.

3. Problèmes rencontrés dans un système photovoltaïque :

Voici une liste des problèmes que vous pouvez rencontrer avec des panneaux solaires.

3.1 Les problèmes d'onduleur photovoltaïque :

Ce problème est en tête de liste. Lorsque vous constatez une anomalie d'origine électrique, le problème provient souvent de votre onduleur photovoltaïque. Son dysfonctionnement est la cause n°1 des dépannages solaires. Constitué en grande majorité de composants électroniques, votre onduleur peut parfois mal résister aux intempéries. Voici les soucis les plus fréquents que vous pouvez rencontrer avec votre onduleur.

3.1.1 Onduleur qui clignote rouge :

Lorsque le voyant de votre onduleur clignote rouge, c'est qu'il est éteint. La raison est le plus souvent un problème de connectique, qui entraîne l'arrêt de son alimentation électrique. Il peut s'agir par exemple d'un câble mal connecté.

S'agissant de composants électriques, il est préférable pour vous de ne pas tenter de le réparer seul et d'appeler l'installateur qui s'est chargé de la pose de vos panneaux solaires. Celui-ci peut effectuer des vérifications et remettre votre installation en route.

Sachez qu'en cas de dysfonctionnement interne de votre onduleur, vous êtes normalement protégé par la garantie du fabricant.

3.1.2 Onduleur qui a reçu un choc :

Si votre onduleur a été percuté ou qu'il est tombé, celui-ci n'est pas forcément cassé. En effet, ces appareils sont conçus pour être capables de résister, dans une certaine mesure, à ce genre de situations.

Si malgré tout, votre onduleur est abîmé à la suite d'un choc, il est possible que vous puissiez le faire réparer en commandant des pièces détachées. Tournez-vous vers un professionnel afin d'être certain de ne pas l'endommager davantage avec de mauvaises manipulations.

3.1.3 Onduleur en surtension :

Bien que ces appareils soient conçus pour résister à des tensions importantes, une surtension trop forte peut faire griller les circuits internes de l'onduleur.

3.1.4 Onduleur qui ne fonctionne plus :

Il peut arriver que votre onduleur ne fonctionne plus, sans raison apparente. Dans ce cas, inutile de tergiverser : vous devez faire appel à un professionnel. En effet, si vous essayez de trouver tout seul la solution à votre problème d'onduleur, vous pouvez vous mettre en danger en raison des composants électriques qui entourent l'appareil. Ne Les mesures de sécurité vont donc être respectées, et le diagnostic sera de qualité [12]

3.2 Les problèmes liés aux panneaux solaires :

Eux-mêmes Si vous avez vérifié votre onduleur et que rien ne semble anormal dessus, le problème vient peut-être directement de vos panneaux photovoltaïques. Voici ceux que vous rencontrerez le plus fréquemment.

3.2.1 Panneau solaire qui baisse en rendement :

C'est la panne la plus fréquente liée aux panneaux solaires. Si vous constatez que votre production d'électricité a diminué mais que l'onduleur fonctionne correctement, le problème de vos panneaux solaires peut alors provenir :

- ✓ D'un simple souci d'ombrage
- ✓ Votre installation peut être partiellement recouverte de feuilles ou de branches.
- ✓ La végétation peut avoir poussé fortement, et sans que vous vous en rendiez compte, recouvre désormais vos panneaux.
- ✓ D'un problème d'étanchéité.
- ✓ Vos panneaux sont peut-être endommagés par des infiltrations.

- ✓ D'un encrassement de vos modules.
- ✓ Nous reviendrons plus en détail sur ce point.

Si vous avez vérifié tous ces points, mais que votre rendement continue à être très faible, vous êtes en droit de vous poser des questions. En effet, si vous constatez que votre production solaire est insuffisante par rapport à ce qui a été mentionné sur le devis, votre installation a peut-être un défaut caché ou une malfaçon.

3.2.2 Jaunissement et brunissement « la décoloration » :

Les panneaux solaires photovoltaïques sont composés d'une multitude de couches comparables à un mille feuilles. Il y a en premier lieu, le verre de protection transparent (verre, Pyrex, téflon...). Ensuite, une feuille transparente en général de l'EVA (Ethylène Vinyle Acétate) dont le rôle essentiel est d'assurer une isolation galvanique (électrique). La cellule de silicium Une seconde feuille transparente d'EVA Sous l'effet des UV et de l'humidité l'EVA se décompose et crée de l'acide acétique – dit encore acide éthanoïque qui diminue le pH du complexe EVAPVF (polyvinyle fluorite) et augmente ainsi la corrosion. Ces désordres se manifestent par le jaunissement des panneaux solaires qui restent à ce stade de nature principalement esthétiques. « Ce jaunissement pourrait être un problème s'il provoquera un manque d'adhérence entre la matière d'enrobage polymère et les cellules du module » Au stade du brunissement (browning) la corrosion a commencé à faire son effet : les cellules photovoltaïques sont attaquées et risquent de perdre de leur puissance. Des études ont déterminé que la cause principale de ce défaut est l'exposition au rayonnement UV combinée avec l'eau à des températures supérieures à 50 Co ce qui provoque une modification de la structure chimique du polymère.

3.2.3 Panneau solaire endommagé :

Les panneaux solaires sont conçus pour résister aux aléas climatiques, y compris les fortes grêles. Cependant, si vous constatez que ceux-ci ont été abîmés à la suite d'un choc trop violent, appelez rapidement un professionnel afin qu'il puisse évaluer les conséquences de cet impact sur votre installation.

3.2.4 Panneau solaire encrassé dans certaines régions :

Vos panneaux solaires peuvent s'encrasser avec le temps. C'est le cas des zones géographiques exposées aux matières volatiles comme le sable, les fines poussières, etc. Si c'est votre cas, un nettoyage minutieux de vos panneaux devrait leur permettre de produire davantage d'électricité.

Vous pouvez procéder au nettoyage de vos panneaux solaires vous-même, uniquement si vos panneaux sont accessibles avec un balai télescopique. Dans ce cas, prenez un chiffon doux et de l'eau tiède. S'ils ne sont pas accessibles, ne montez pas sur votre toit par mesure de sécurité. Faites appel à un professionnel, qui utilisera tout le matériel nécessaire pour procéder au nettoyage de vos panneaux sans prendre de risque.

3.2.5 Panneau solaire qui prend feu :

Les panneaux solaires en eux-mêmes ne peuvent pas provoquer d'incendie. En revanche, il peut arriver, dans de très rares cas et uniquement si l'installation n'est pas correctement effectuée, qu'un feu se déclare.

Pour éviter qu'une telle chose se produise dans votre habitation, il est important que votre installation soit effectuée par des professionnels qualifiés et labellisés. Il en va de la sécurité de votre logement.

3.2.6 Panneau solaire qui ne fonctionne plus :

Différentes raisons peuvent être à l'origine d'un problème avec vos panneaux solaires. Même si le plus souvent, le défaut provient de l'onduleur solaire, il peut arriver que les panneaux en eux-mêmes subissent une panne ou une baisse de rendement. Certains problèmes peuvent être résolus par vos soins, mais bien souvent, vous devez vous tourner vers un professionnel afin d'établir un diagnostic précis de ce qui cause votre problème de panneaux. Le plus important à retenir est que vous ne devez jamais vous mettre dans une situation dangereuse pour réparer vos panneaux solaires. [13]

3.3 Défaut de décalage et d'ombrage partiel :

Les erreurs d'inadéquation et d'ombrage sont des erreurs courantes dans les systèmes photovoltaïques.

3.3.1 Décalage :

Un défaut de « mésappariement » est un défaut supplémentaire par le regroupement des cellules. Les fonctions IV ne sont pas les mêmes. L'échec de l'ombrage est le cas. En particulier, l'absence de mésappariements est due à leur présence entraînant une diminution du rayonnement solaire. Reçu par les cellules. Les changements de ces paramètres sont dus à deux facteurs principaux. Premièrement, cela peut permettre aux cellules d'avoir des propriétés physiques différentes. Tolérance de fabrication. Seule la tolérance de puissance du module est

donnée par Fabricant de la cellule ou du module. Peut varier de +/- 3% à +/- 5% selon Fabricant. Deuxièmement, les cellules photovoltaïques peuvent être exposées à des conditions de fonctionnement Différentes améliorations par différentes erreurs.

3.3.2 Ombrage partiel :

Il existe deux types d'ombrage : l'ombrage total et l'ombrage partiel. Ombrage complet empêche tout rayonnement d'atteindre les cellules photovoltaïques, d'autre part ombrage partiel empêche uniquement le rayonnement d'atteindre une partie de la cellule photovoltaïque (une cheminée, un arbre, de la poussière, de la neige...). Chaque générateur photovoltaïque dispose d'un point de fonctionnement unique sur lequel il peut délivrer la puissance électrique maximale possible, appelée point de puissance maximale (MPP, point de puissance maximale). Cette puissance dépend principalement de l'intensité du rayonnement. Si les différents modules d'un "String" au sein d'un générateur photovoltaïque sont dans l'ombre, ses propriétés l'électricité sont clairement modifiées : le générateur photovoltaïque a maintenant différents points de travail "favorables". Les cellules qui reçoivent moins d'énergie doivent dissiper l'excès de courant qu'elles fournissent. La plupart allumés, donc une surchauffe (point haut) se produit lorsque le module n'est pas allumé Il est correctement protégé. Pour éviter la surchauffe des cellules et les points chauds, et Dommages permanents, diode de protection attachée au générateur PV haute puissance (diode de dérivation). Cependant, ces garanties sont payantes en termes de pertes. [14]

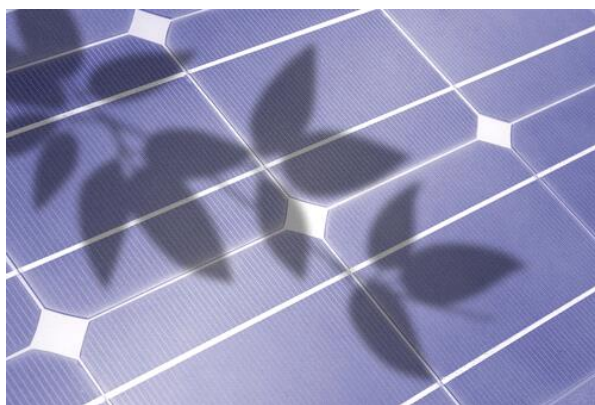


Figure 2.1 : Ombrage partiel

4. Diagnostique et défauts d'une installation photovoltaïque :

Les défauts que l'on peut retrouver sur une installation photovoltaïque, surviennent autant lors de sa conception, de son installation, que lors de son exploitation. Ils sont alors responsables

d'une baisse voire d'un arrêt total de la production photovoltaïque. Une bonne connaissance des différents défauts possibles permet d'assurer une bonne maintenance du système photovoltaïque.

Les défauts sont classifiés selon la fonction des différents composants constituant l'installation PV. Sept groupes de défauts ont été formés :

- ✓ Défaits dans le générateur photovoltaïque
- ✓ Défaits dans la boîte de jonction
- ✓ Défaits dans le système de câblage
- ✓ Défaits dans le système de protection
- ✓ Défaits de l'onduleur
- ✓ Défaits dans le système d'acquisition des données
- ✓ Les tableaux ont été établis en considérant le type du défaut, Et sa conséquence principale [15]

4.1 Défaits dans le générateur photovoltaïque :

Tableau 01 : Défaits du générateur photovoltaïque

Défaut	Conséquences
Salissure (pollution, sable, neige)	Perte de puissance
Inversion des liaisons de sortie	Module mal câblé, diminution des performances
Air marin	Corrosion
Dégradation des modules par vandalisme	Diminution des performances, Non fonctionnement de l'installation
Vol des modules	Non fonctionnement de l'installation
Mauvaise orientation et/ou inclinaison des modules	Ombrage, diminution des performances
Couple galvanique dû au mélange de matériau de la jonction module/support	Corrosion
Module mal ou pas ventilé	Échauffement
Module mal fixé	Déplacement du module, diminution des performances
Modules non câblés	Diminution des performances
Fissure	Perte d'étanchéité, détérioration des cellules, diminution des performances
Rouille par infiltration d'eau	Perte d'étanchéité, détérioration des cellules
Mauvaise isolation entre modules et onduleur	Court-circuit, destruction du module, incendie
Détérioration des joints d'étanchéité	Perte d'étanchéité, détérioration des cellules
Déformation du cadre des modules	Infiltration d'eau
Corrosion du cadre des modules	Perte d'étanchéité, détérioration des cellules
Délaminage	Diminution des performances, échauffement
Foudre	Détérioration des modules
Tempête	Module arraché, cassé
Pénétration de l'humidité	Corrosion, perte d'adhérence et d'isolation, diminution de la résistance de CC à la terre
Faiblesse au vent des structures	Module arraché, cassé
Foudre sur l'installation	Destruction des modules
Modules de performances différentes	Diminution des performances du champ
Sortie par le bas des boîtes de connexions impossible	Mauvais câblage

Chapitre 02 : Défaits et Pannes dans une chaîne Photovoltaïque

Bouchons de presse-étoupe manquant sur la boîte de connexion	Pénétration d'eau, corrosion des liaisons
Boîte de connexion montée à l'envers	Entrée d'eau dans le boîtier par le presse-étoupe
Ombre partiel (feuilles d'arbre, déjections)	détérioration de cellules
Dégradation de l'encapsulant à cause des ultraviolets, EVA jaunissant	Absorbe les photons qui n'arrivent plus jusqu'à la cellule, diminution des performances
Augmentation de la résistance série due au cycle thermique	Diminution des performances
Détérioration de la couche antireflet	Diminution des performances
Dégradation à cause de la lumière	Diminution des performances, surtension, destruction de diodes
Dégradation à cause de la chaleur	Diminution des performances, échauffement, détérioration des joints
Inclinaison des modules trop faible	Stagnation d'eau, dépôt de terre, prolifération de champignons, problème d'étanchéité
Dégradation des interconnexions	Détérioration des joints, diminution des performances, augmentation de la résistance série, de la chaleur
Support mécanique des modules inadéquat ou mal posé	Efforts mécaniques importants sur les modules
Mauvaise résistance mécanique des supports des modules	Déformation du support
Diffusion du phosphore (dopant) vers la surface	Perte d'adhérence de l'encapsulant
Important courant de fuite	Échauffement
Échauffement des modules par la boîte de connexion	Diminution des performances
Nid d'insectes sur les modules	Diminution des performances
Panneaux inaccessibles	Nettoyage impossible
Module produisant moins que prévu	Diminution des performances
Apparition de bulles à la surface des modules	Diminution des performances

4.2 Défaits dans la boîte de jonction :

Tableau 02 : Défaits dans la boîte de jonction

Défaut	Conséquences
Absence de parafoudre ou protection foudre inadaptée	Destruction en cas de foudre
Presse-étoupe mal serré	Corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
Liaison de mise à la terre non fixée ou sectionnée	Pas de mise à la terre
Boîte de jonction sans presse-étoupe	Pas d'étanchéité, corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
Presse-étoupe en caoutchouc	Corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
Infiltration d'eau par les vis de fixation	Corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
Boîte de jonction non repérée	Problème pour contrôle et maintenance
Déconnexion des soudures	Arc électrique, incendie, diminution des performances
Boîtier infesté d'insectes	Rupture du circuit électrique
Fourreaux non prévus pour usage extérieur	Destruction de la protection
Liaison sans protection	Destruction de la liaison
Pénétration de l'eau ou de l'humidité	Corrosion des connexions, des diodes, des bornes, incendie

4.3 Défaits dans le système de câblage :

Tableau 03 : Défaits du système de câblage

Défaut	Conséquences
Mauvais dimensionnement des câbles	Chute de tension >3 %, échauffement
Connexion desserrée ou cassée	Arc électrique, incendie, destruction de la boîte de jonction, destruction des diodes
Principe de câblage en goutte d'eau non respecté	Mauvais câblage
Câbles inter module de section trop faible par rapport au presse-étoupe	Corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
Bornes rouillées	Faux contacts, circuit ouvert, arc électrique
Câbles non fixés	Boucle de câblage, circuit ouvert

Mauvais câblage	Court-circuit, claquage des diodes anti-retour, destruction des connecteurs (circuit ouvert), aléas de fonctionnement sur disjoncteur
Toron	Boucle électromagnétique
Câbles d'arrivée des sous-champs entamés lors du dénudée	Mauvais câblage, faux contacts, circuit ouvert, arc électrique
Absence de graisse de silicone	Humidité
Câble mal dénudé	Mauvais câblage, faux contacts, circuit ouvert, arc électrique
Câble rongé par des rats	Faux contacts, circuit ouvert, arc électrique
Modification du câblage par l'utilisateur non compétent	Mauvais câblage, faux contacts, circuit ouvert, arc électrique
Boîte de connexion décollée	Connexion des cellules en série endommagée

4.4 Défaits dans le système de protection

Tableau 04 : Défaits du système de protection

Défaut	Conséquences
Protections inappropriées ou mal dimensionnées	Court-circuit, hot spot, incendie, arrêt de l'installation
Interrupteur, disjoncteur inapproprié	Arc électrique, incendie, destruction à l'ouverture
Disjoncteur différentiel non conforme à la norme	Non déclenchement, tension entre neutre et terre
Armoire électrique posée à même le sol à l'extérieur	Dysfonctionnement en cas de pluie
Parafoudre non connecté à la terre	Pas de protection
Impossibilité de déconnecter les modules par branche	Problème de sécurité
Pas de possibilités de sectionnement extérieur au coffret	Problème de sécurité
Mauvaise dissipation de la chaleur des diodes	Échauffement
Sous dimensionnement des diodes de bypass	Hot spot, destruction des diodes, échauffement de la boîte de jonction
Absence de protection contre les courants inverses	Hot spot, destruction des diodes, échauffement de la boîte de jonction

Diode mal connectée	Non fonctionnement des diodes, absence de protection contre les courants inverses
Inversion de la polarité des diodes au montage	Non fonctionnement des diodes, court-circuit, hot spot
Phénomènes de résonance	Non fonctionnement des fusibles et des protections de surtension
Dégradation à cause de la lumière	Non fonctionnement des diodes de bypass
Échauffement des diodes placées dans un endroit mal ventilé	Température de destruction atteinte
Vieillessement des disjoncteurs	Non fonctionnement des disjoncteurs

4.5 Défaits de l'onduleur :

Tableau 05 : Défaits de l'onduleur

Défaut	Conséquences
Dégradation à cause de la chaleur	Détérioration de l'onduleur, des connexions
Faux contact	Arrêt de l'onduleur
Surtension	Déconnexion de l'onduleur
Fusible fondu	Arrêt de l'onduleur
Foudre sur le réseau	Surtension, destruction de l'onduleur
Tension du générateur inférieure à la limite basse de l'onduleur	Déconnexion de l'onduleur
Onduleur sous dimensionné	Destruction de l'onduleur
Bobine des filtres, thyristors, capacités en défaut	Arrêt de l'onduleur
Problème d'interface avec le réseau	Découplage de l'onduleur
Défaut d'isolement	Détérioration de l'onduleur
Surchauffe des onduleurs	Diminution des performances
Onduleur installé dans un lieu non étanche	Panne de l'onduleur
Onduleur mal fixé	Chute de l'onduleur
Onduleur surdimensionné	Perte de puissance, diminution des performances
Visserie et bouton de commande oxydés	Réglage impossible
Mauvais choix de la tension nominale d'entrée	Diminution des performances
Pile de sauvegarde HS	Perte de données

Témoins de défaut d'intensité allumé en permanence	Mauvaise information sur l'intensité
Onduleur non mis à la terre	Disjoncteur différentiel non actif
Perte de la mémoire (mauvaise manipulation du technicien)	Perte de données
Afficheur de cristaux liquide endommagé ou illisible	Pas d'information sur le fonctionnement

4.6 Défaits dans le système d'acquisition des données :

Tableau 06 : Défaits dans le système d'acquisition des données

Défaut	Conséquences
Coupure de courant	Perte de données
Sonde de température non câblée	Mesure impossible
Sonde d'ensoleillement non câblée	Mesure impossible
Défaut de paramétrage	Enregistrement de fausses données
Mauvais câblage des shunts de mesure	Mesure impossible ou erronée
Afficheur de données mal placé (trop haut)	Données non visibles
Carte électronique mal positionnée	Touches inactives, défaut de commande
Non configuré pour l'acquisition des données	Pas de donnée enregistrée
Armoire fermée par le service de maintenance ou présence d'un code	Lecture des données par l'exploitant impossible
Bornier de mesures et de sonde de température trop proches	Câblage difficile, risque de court-circuit
Acquisition de données vierge	Aucune information enregistrée
Mesure de données non nulles alors que système PV à l'arrêt	Données non fiables

5 Maintenance du système solaire photovoltaïque :

La maintenance est également une partie importante du système PV. Étant donné que tous les composants du système sont cassés, le système ne peut pas bien fonctionner, et le système est assez énorme, donc les travailleurs devraient effectuer la maintenance régulièrement pour vous assurer que le système peut fonctionner comme prévu. S'il n'y a pas maintenance du système, lorsqu'il y a des problèmes, cela coûtera trop cher de le réparer et peut-être prendre trop de temps pour le faire. Un entretien régulier peut l'éviter. [16]

5.1 Conditions de réglage :

Les facteurs de conception du système solaire photovoltaïque sont les suivants :

1. Nécessité de tenir compte de l'utilisation des lieux des systèmes solaires photovoltaïques et des conditions de rayonnement solaire ;
2. Nécessité d'examiner la quantité de puissance de charge qui doit être transportée par le système solaire photovoltaïque ;
3. Pour la tension de sortie du système, l'utilisation d'une alimentation CC ou CA doit être envisagée ;
4. Le nombre d'heures par jour dont les systèmes ont besoin pour fonctionner ;
5. S'il n'y a pas de lumière solaire par temps de pluie, combien de jours le système doit-il fournir en continu ?
6. Il convient de déterminer si le cas de la charge est purement résistif, capacitif ou inductif, la taille du courant de démarrage.

5.2 Etablir un bon système de gestion des documents techniques :

1. Établir un système pour la conception des équipements de la centrale électrique et les dessins de construction et les fichiers de documents techniques.
2. Établir un système pour les systèmes de gestion de l'information des usines.
3. Établir un système pour l'exploitation des centrales électriques des archives.
4. Établir un système d'analyse des opérations.

Chaque station doit constituer un dossier de documentation technique complet et complet et la personne qui est responsable de la mise en place de la gestion des dossiers de technologie des centrales électriques pour fournir un support technique solide des données sous-jacentes.

5.3 Entretien des composants :

Dans les zones de sable plus vastes, essayer périodiquement les composants du système pour s'assurer que le système peut travailler correctement. Essayez la surface des composants avec un chiffon doux, n'utilisez pas ceux qui sont durs et tissu rugueux. Et vérifiez régulièrement les différents composants et le câblage, prenez des mesures préventives mesures. Prenez les notes

après avoir vérifié le système en détail. Faites le remplacement ou la réparation pour ceux composants en fonction de la situation réelle.

5.4 Former les ouvriers de maintenance :

La formation vise principalement deux aspects du personnel, l'un d'entre eux est la formation du personnel professionnel et technique pour ces problèmes majeurs et difficiles et la gestion de la maintenance des opérations. Et organiser ces personnes pour faire la formation professionnelle et faire des recherches sujets spéciaux.

Deuxièmement, la formation de ces opérateurs de système est importante, et la quasi-totalité de ces personnes sont les trucs locaux. Mais généralement, le personnel local n'aura pas trop de connaissances professionnelles en matière d'énergie solaire. Photovoltaïque, ils doivent donc être formés avec les connaissances de base.

6 Conclusion :

Ce chapitre a été principalement consacré à deux parties : une première partie concerne les principaux défauts et pannes d'un système PV. Dans la deuxième partie, nous avons fait une entrée à la maintenance de la chaîne PV.

Chapitre 3 :

Techniques et Méthodes de maintenance



1. Introduction :

Le mot Maintenance est apparu dans le vocabulaire industriel dans les années 1950, par contre les concepts de maintenance, tels que nous les connaissons aujourd'hui, remontent en fait à la plus haute antiquité, depuis le développement de l'homme des premières machines. Pour souligner l'importance de la maintenance dans le fonctionnement de l'entreprise, elle est nommée « Fonction maintenance ». Il s'agit même d'une fonction vitale puisque, sans maintenance, tout processus industriel cesse, généralement à court terme, de produire les biens ou les services pour lesquels il a été conçu. La fonction maintenance a été considérée pendant longtemps comme une activité secondaire à l'intérieur de l'entreprise, qui génère des dépenses non productives. Assimilée souvent à l'entretien qui consistait aux réparations subites et aux dépannages des outils de production. L'Association Française de la Normalisation AFNOR, définit la maintenance comme étant « L'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » AFNOR X-60-010. Dans cette définition, l'aspect économique de la fonction maintenance n'apparaît pas, chose qui a été traitée dans le document d'introduction X 60-000 : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ». Dans le nouveau contexte industriel, les entreprises sont sujettes de grandes pressions de la part de leurs clients. Ces derniers sont de plus en plus exigeants, demandant des produits et des services de qualité, à moindre coût et dans les délais impartis. Pour cela, les entreprises doivent assurer au coût minimal, la disponibilité et la fiabilité de leurs outils de production, par une bonne gestion de maintenance bien choisie et adaptée. Ce n'est pas une tâche facile. Certes, les concepts de maintenance proposent des façons pour optimiser la performance globale de l'entreprise, mais cela nécessite des ressources humaines compétentes, des moyens matériels adaptés aux équipements à maintenir, des systèmes de gestion de pièces de rechange et d'informations adéquats.

2. Définition de la maintenance :

2.1 Notions sur la maintenance :

La maintenance est l'ensemble des actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise avec un coût économique optimal grâce à un complément en personnel et en matériel. Définit par : AFNOR X - 60 - 000 (ASSOCIATION FRANCAISE DE LA NORMALISATION) [17]

2.2 Rôle de la maintenance :

En bref, le rôle de la maintenance est de mettre en œuvre le fameux proverbe « mieux vaut prévenir que guérir ». L'objectif de la maintenance est ainsi de maintenir les outils de production en état de fonctionner en toute sécurité tout en réduisant les coûts de production, la maintenance ammeistre le profit cumule durant la vie des équipements par :

-La réduction des coûts de maintenance

-L'accroissement de la durée rentable de vie des équipements.

-Réduction des accidents et des risques concernant la sécurité des hommes et de l'environnement.

3. Place de la maintenance dans la structure d'une entreprise :

La position de la maintenance dans la structure générale de l'entreprise influence considérablement l'efficacité de cette fonction. La maintenance pourra, en fonction de sa position dans la structure générale, obtenir une meilleure coopération des autres fonctions, une meilleure assistance technique ou créer davantage d'intérêt de la part de la direction. La place de la maintenance dans la structure générale de l'entreprise (ou dans l'organigramme de l'entreprise), ainsi que son organisation interne, dépendent principalement des paramètres suivants : [18]

Taille de l'entreprise ;

La nature de son activité ;

La technologie et la complexité des équipements,

Installations et matériels exploités ;

La qualité et la technologie du produit fabriqué ou du service rendu. La politique choisie.

Sachant qu'il existe deux types d'organisation de la maintenance dans l'entreprise :

a- Les avantages de la centralisation de la maintenance :

Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication.

Possibilité d'investir dans du matériel onéreux grâce au regroupement.

Vision globale de l'état du parc du matériel à gérer.

Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels.

Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (amortissement plus rapide).

Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles.

Communication simplifiée avec les autres services.

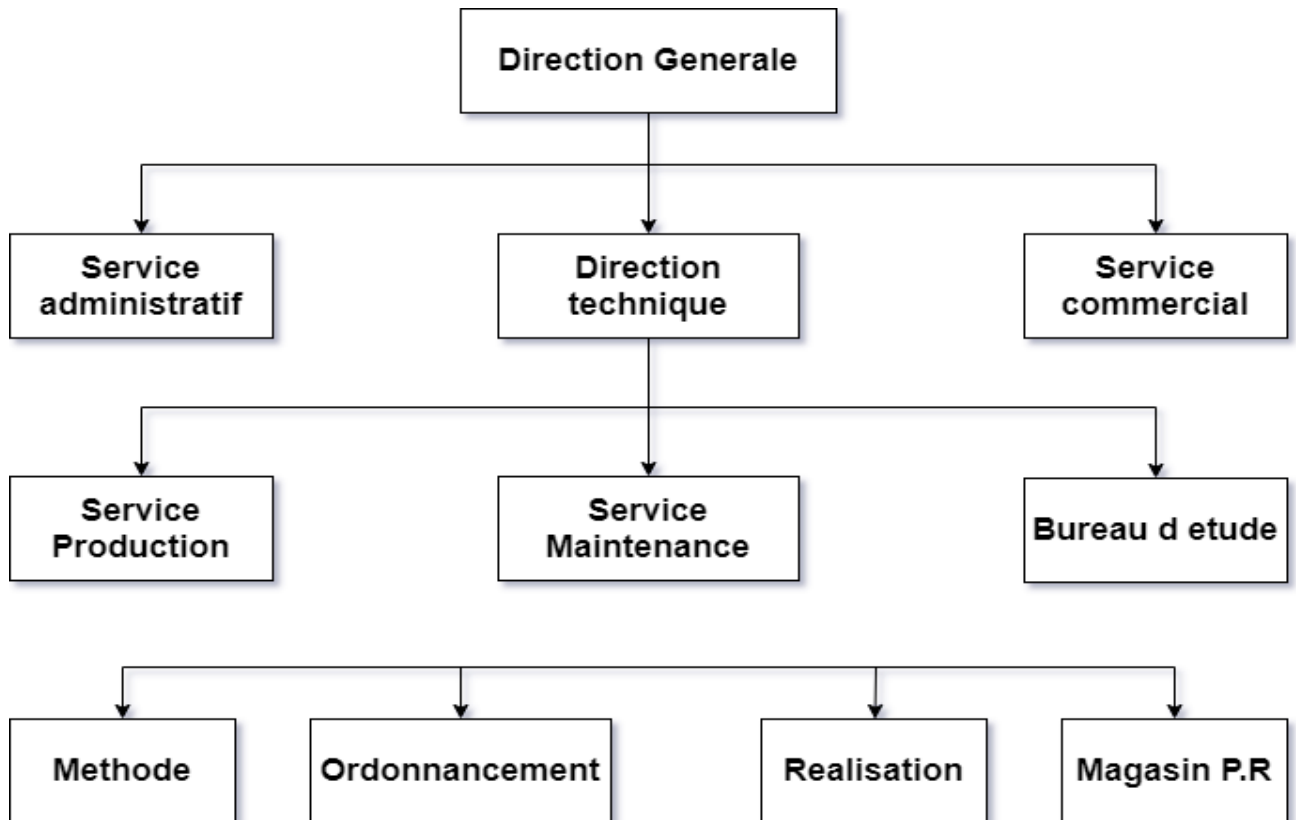


Figure 3.1 : La place de service de la maintenance dans l'entreprise

b. Les avantages de la décentralisation de la maintenance :

Meilleures communications et relations avec le service responsable et l'utilisateur du parc à maintenir.

Effectifs moins importants dans les différentes antennes.

Réactivité accrue face à un problème.

Meilleure connaissance du matériel.

Gestion administrative allégée

4. Les objectifs de la maintenance :

4.1 Des objectifs opérationnels :

Assure la disponibilité maximale à un raisonnable coût.

Eliminer les pannes à tout moment et au meilleur coût.

Maximiser la durée de vie de bien.

Remplacer le bien à des périodes prédéterminées.

Assurer au bien des performances de haute qualité.

4.2 Des objectifs de coût :

Avoir des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par l'installation en fonction de leur âge et de leur taux d'utilisation.

Assurer la maintenance dans les limites d'un budget.

Minimiser les dépenses de maintenance [18]

5. Organigramme de maintenance :

Nous trouvons deux mots-clés dans la définition de la maintenance : maintenir et rétablir. Le mot maintenir fait référence à une action préventive, alors que la deuxième à une action corrective. La Figure ci-dessous décrit les différents types de maintenance :

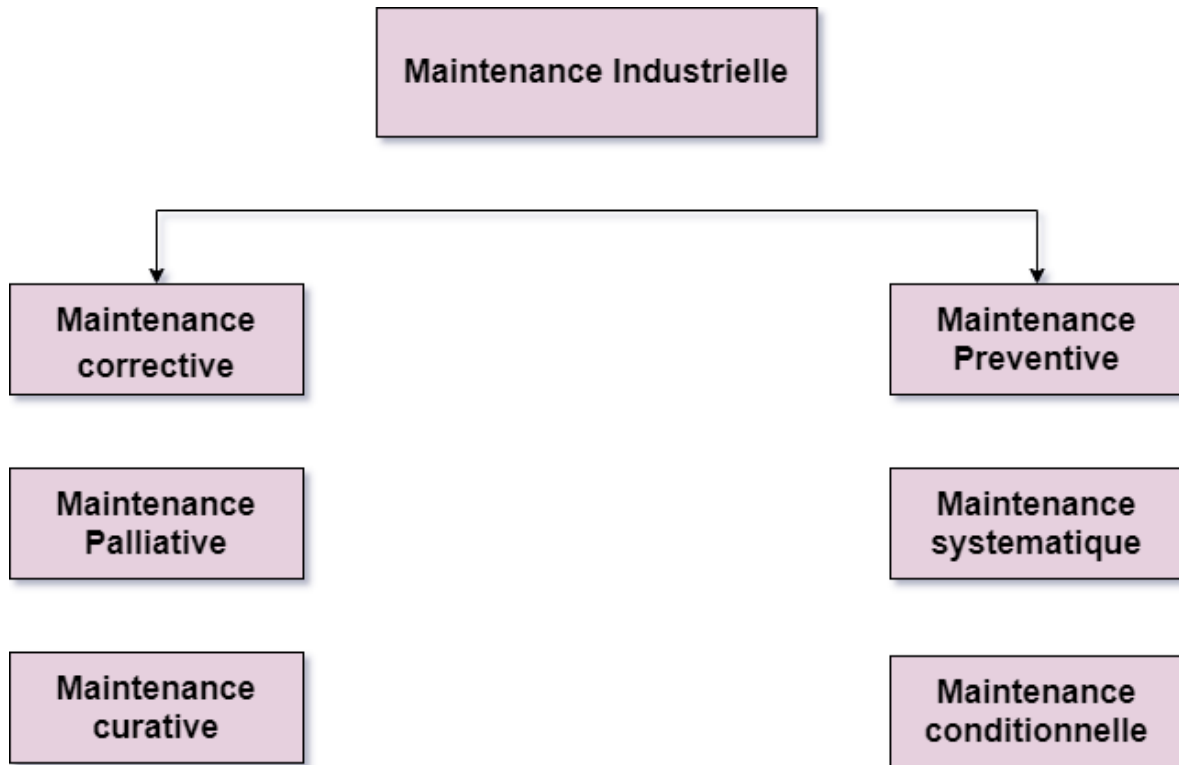


Figure 3.2 : Différents types de maintenance

6. Maintenance préventive

La maintenance préventive est de la maintenance faite en amont de la défaillance. Elle permet de vérifier que les machines n'ont pas de risque de défaillance. Elle concerne les composants, les pièces détachées, les équipements et les machines. [20]

6.1 But de la maintenance préventive :

Augmenter la durée de vie des matériels.

Diminuer la probabilité des défaillances en service.

Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.

Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.

Réduire et régulariser la charge de travail

Faciliter la gestion des stocks (consommations prévues)

Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses)

La mise en œuvre d'une politique de maintenance préventive implique le développement d'un service « méthodes de maintenance » efficace. En effet, on ne peut faire de préventif sans un service méthodes qui va alourdir à court terme les coûts directs de maintenance, mais qui va permettre :

La gestion de la documentation technique, des dossiers machines, des historiques.

Les analyses techniques du comportement du matériel.

La préparation des interventions préventives.

La concertation avec la production.

6.2 Les différents types de maintenance préventive :

6.2.1 Maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc. Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle.

6.2.2 Maintenance préventive conditionnelle :

On l'appelle aussi maintenance prédictive (terme non normalisé). La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint.

- **Remarque :** la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

Le niveau et la qualité de l'huile

Les températures et les pressions

La tension et l'intensité des matériels électriques

Les vibrations et les jeux mécaniques

6.2.3 Maintenance préventive prévisionnelle :

La maintenance prévisionnelle est une maintenance conditionnelle basée sur l'anticipation du franchissement d'un seuil prédéfini qui permet de donner l'état de dégradation du bien avant sa détérioration complète.

6.3 Buts de la maintenance préventive :

Améliorer les conditions de travail du personnel de production ;

Diminuer le budget de maintenance ;

Supprimer les causes d'accidents graves

Augmenter la durée de vie des matériels ;

Diminuer la probabilité des défaillances en service ;

Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;

Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective ;

7. Maintenance corrective :

La maintenance corrective est l'élimination d'une avarie ou d'une altération dans le fonctionnement d'un élément matériel par sa réparation, sa restauration à l'état antérieur ou son remplacement Et aussi l'Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise [21]

7.1 Les différents types de maintenance corrective :

7.1.1 Maintenance curative :

Qu'est-ce que la maintenance curative ?

Appelé couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives. Contrairement à la maintenance corrective palliative, qui, pour rappel, consiste à réparer un équipement provisoirement, la maintenance curative s'applique lorsqu'une machine ou une installation est en panne et ne peut être réparée.

7.1.2 Maintenance palliative :

La maintenance corrective palliative consiste à réparer un équipement provisoirement, Contrairement à la maintenance curative qui s'applique lorsqu'une machine ou une installation est en panne et ne peut être réparée. Dans ce cas il faut changer le matériel partiellement ou dans son intégralité.

7.2 Buts de la maintenance corrective :

La maintenance corrective palliative intervient lorsqu'un problème important ou bloquant, a été identifié. Ici, l'objectif est de réparer provisoirement le défaut afin de rétablir l'utilisation du matériel avant une maintenance corrective ou une maintenance préventive

7.3 La maintenance corrective débouche sur 2 types d'interventions :

7.3.1 Le dépannage :

Le dépannage a un caractère provisoire parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné. Les dépannages caractérisent la maintenance palliative. Le palliatif est caractéristique du 2^{ème} niveau de maintenance.

7.3.2 La réparation :

Faite en atelier de maintenance, parfois après dépannage. Elle a un caractère définitif. La réparation caractérise la maintenance curative. Le curatif est caractéristique des 2^{èmes} et 3^{èmes} niveaux de maintenance.

8. Maintenance d'amélioration :

Cette action de maintenance est un état nécessitant un ensemble des mesures techniques, administrative, aussi un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique rentable, tout le matériel est concerné sauf le matériel proche de la réforme ou les objective sont :

Augmentation des performances de production

Augmentation de la fiabilité

Augmentation de la sécurité des utilisations C'est de donner au matériel une vie utile plus longue dont on fait le remplacement d'équipement, accessoire ou logiciels.

9. La différence entre la maintenance corrective et la maintenance préventive :

En bref, les maintenances corrective et curative résolvent les problèmes tandis que la maintenance préventive les évite en premier lieu. C'est la différence majeure entre ces types de maintenance.

10. Les Cinq niveaux de maintenance :

La norme AFNOR X 60011, présente 5 niveaux de maintenance selon la complexité du travail à réaliser, la compétence des ressources humaines et les moyens matériels nécessaires à la réalisation du travail [22]

Premier niveau :

La maintenance de 1er niveau correspond aux interventions simples, nécessaires et réalisées sur des éléments facilement accessibles. Il s'agit donc d'opérations qui ne nécessitent pas un démontage ou l'ouverture de l'équipement, et qui peuvent être effectuées par l'exploitant lui-même ou par un opérateur non spécialisé.

Deuxième niveau :

La maintenance de 2^{ème} niveau correspond aux interventions peu complexes, dont les procédures sont simples à suivre. De plus, le remplacement de pièces lors de ces opérations ne nécessite pas le démontage global de l'équipement concerné.

Ces interventions doivent être effectuées par un technicien qualifié ayant suivi une formation sur la sécurité et les risques. On les confie donc généralement à un technicien de qualification moyenne.

Troisième Niveau :

La niveau 3 de maintenance correspond à des interventions considérées comme complexes. Elles doivent donc être précédées d'un diagnostic et d'une identification. Elles peuvent être réalisées sur place ou dans un atelier de maintenance, et doivent prendre en compte l'équipement dans sa globalité, car la modification d'un élément peut avoir des conséquences sur son fonctionnement général.

Les interventions de maintenance de niveau 3 doivent être effectuées par des techniciens spécialisés au moyen de l'outillage indiqué dans les instructions de maintenance de la machine.

Quatrième Niveau :

Les interventions de maintenance de niveau 4 sont des opérations complexes et de grande importance, qui nécessitent une expertise technique particulière.

Elles doivent donc être réalisées par un technicien ou une équipe de techniciens spécialisés disposant d'une qualification spécifique, et supervisés par un responsable spécialisé lui aussi.

Ces interventions sont effectuées dans des ateliers fournissant un outillage, une documentation et des bancs de mesure adaptés.

Cinquième Niveau :

La maintenance de niveau 5 regroupe des actions complexes réalisées par le constructeur de l'équipement ou par une société agréée par celui-ci. Les actions à réaliser sont semblables à des actions de fabrication.

On peut citer comme exemples d'interventions de maintenance de niveau 5 la reconstruction ou la réparation d'un équipement ou la mise en conformité d'un équipement selon une nouvelle réglementation.

Tableau 07 : Cinq Niveaux de maintenance.

Niveau	Actions	Intervenants	Documentation associée	Moyens logistiques
1	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Réglages, contrôles et inspections simples ▶ Opérations élémentaires de maintenance préventive ▶ Remplacement consommables et accessoires 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Exploitant (opérateur, régleur...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Modes opératoires d'automaintenance ▶ Procédures assurance qualité 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Petit outillage ▶ Consommables
2	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Maintenance préventive systématique ▶ Réparations par échanges standards simples 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Technicien ou exploitant habilité (régleur, chef de ligne, conducteur...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Procédures détaillées ▶ Instructions de maintenance ▶ Documents de gestion 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Équipements de soutien d'utilisation simple ▶ Pièces de rechange portables
3	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Maintenance corrective : diagnostic dépannage, réparation ▶ Maintenance préventive complexe 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Technicien de maintenance qualifié 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Procédures détaillées ▶ Dossier machine ▶ Documents de gestion 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Équipements de soutien complexes ▶ Outillages, moyens de contrôle et d'essais, pièces de rechange
4	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Travaux importants de Maintenance corrective ou préventive ▶ Améliorations importantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Techniciens spécialisés et professionnels d'un atelier central de maintenance ▶ Société spécialisée 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dossier machine ▶ Documentations spécifiques ▶ Dossier de préparation ▶ Documents de gestion 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gros outillage ▶ Moyens importants de contrôle et/ou d'essai ▶ Pièces de rechange et sous-ensembles
5	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rénovation ▶ Reconstruction ▶ Gros travaux d'amélioration 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Constructeur du matériel ou société spécialisée 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Documentation spécifique (constructeur) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Moyens logistiques importants et/ou spécifiques

Tableaux des niveaux de maintenance (source AFNOR)

11. Les méthodes d'analyse de défaillances :

De nombreuses méthodes ont été développées pour identifier et diagnostiquer la (ou les multiples) causes, racine(s), et prendre des mesures correctives. Cependant, l'un des aspects les plus difficiles de l'établissement d'une taxonomie des méthodes de recherche des causes est de déterminer comment ces causes sont perçues.

Méthode d'analyse appropriée pour arriver à un plan d'action.

L'influence négative d'une l'occurrence d'une insuffisance dans la perfection production arrêt d'exploitation, image de marque et sécurité des personnes impose aux entreprises et aux personnes chargées de la maintenance a l'utilisation de cette méthodologie afin d'arriver à déterminer les natures de défaillances (technique, humaine, organisationnelle, environnementales, etc...) En effet de nombreuses variante de méthodes d'analyse ont vu le

jour suite au développement des méthodes de contrôle de qualité réalisées, ce qu'il présente l'objectif finale de ces outils comme : PDCA – QQQQCCP - PARETO - DIAGRAMME ISHIKAWA - LES CINQ POURQUOI – AMDE ...etc. [23]

12 Analyse des modes de défaillances et leurs effets et leur criticité (AMDEC) :

12.1 Définition :

Est un outil de sûreté de fonctionnement (SDF) et de gestion de la qualité. AMDEC est la traduction de l'anglais FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, litt. « analyse des modes, des effets et de la criticité des défaillances »), désignation d'une méthode élaborée par l'armée américaine dans les années 1940.

L'AMDEC se distingue de l'AMDE (Analyse des modes de défaillance et de leurs effets, traduction de l'anglais FMEA ou Failure Modes and Effects Analysis) par une quantification portée par la notion de criticité C.

La criticité d'un mode de défaillance se détermine généralement par le produit (indice de fréquence) \times (indice de gravité) \times (indice de détection). Ces indices sont définis par le client, l'entreprise qui fixe également un seuil d'acceptabilité, au-dessus duquel toute criticité doit être réduite, par un moyen à définir (reprise de conception, plan de maintenance, action de surveillance, ...).

Par exemple, imaginons une machine équipée de pneumatiques, pour diminuer la criticité d'une crevaison jugée inacceptable, on pourrait décider de reprendre la conception et minimiser

L'indice de fréquence, en améliorant la structure du pneu, voire en utilisant un pneu increvable, l'indice de gravité, en utilisant des roues jumelées, l'indice de détection, en équipant le poste de conduite de témoins de pression pneumatique. De telles analyses peuvent être adaptées à toute interrogation dans tout domaine. Elles peuvent servir de base, entre autres, aux analyses fiabilité, maintenabilité, disponibilité, qualité et testabilité.

Le but est de hiérarchiser les actions d'amélioration à conduire sur un processus, un produit, un système en travaillant par ordre de criticité décroissante.

L'AMDEC peut s'appliquer à tous les systèmes risquant de ne pas tenir les objectifs de fiabilité, maintenabilité, qualité du produit fabriqué et/ou de sécurité.

On différencie plusieurs types d'AMDEC :

- **L'AMDEC produit :**

Elle sert à assurer la fiabilité d'un produit en améliorant sa conception.

- **L'AMDEC processus :**

Assure la qualité d'un produit en améliorant les opérations de production de celui-ci.

- **L'AMDEC moyen de production :**

Elle assure la disponibilité et la sécurité d'un moyen de production en améliorant sa maintenance.

Pour réaliser une AMDEC, il faut bien connaître le fonctionnement du système, du processus ou du produit analysé ou, à défaut, avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent.

La méthode AMDEC se déploie en 4 étapes :

- La préparation.
- La décomposition fonctionnelle.
- La phase d'analyse.
- La mise en place et le suivi des plans d'actions.

12.2 But de la méthode AMDEC :

L'AMDEC vise à satisfaire le client par la prévention des défaillances à tous les niveaux de la conception contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité et de la fiabilité du sujet abordé.

12.3 L'analyse AMDEC et la définition des actions :

A partir de chaque fonction du produit ou du moyen de production ou phase du processus identifiée, pour chaque défaillance possible, le groupe de travail doit noter sa criticité selon des critères à définir ensemble, basés la plupart du temps sur une cotation préalablement définie.

Exemple de critères (pour une AMDEC Moyen de production) :

12.3.1 Gravité des effets de la défaillance (G) :

Tableau 08 : Gravité des effets de défaillance

Niveau	Valeur	Définition
Mineure	1	La défaillance arrête le composant mais pas l'installation qui continue à fonctionner en mode dégradé
Moyenne	2	La défaillance arrête l'équipement mais pas la production qui continue à fonctionner en mode dégradé
Majeure	3	La défaillance arrête la production et nécessite une intervention de maintenance
Importante	4	La défaillance arrête la production impliquant des problèmes graves pour les hommes ou l'installation

12.3.2 Fréquence d'apparition de la défaillance (F) :

Tableau 09 : Fréquence d'apparition de la défaillance

Niveau	Valeur	Définition
Exceptionnel	1	Pas de mémoire de participant
Rare	2	Cela est déjà arrivé 1 ou 2 fois
Fréquent	3	Cela est déjà arrivé plusieurs fois
Certain	4	Cela arrivera à coup sûr

12.3.3 La capacité de détection de la défaillance (D) :

Tableau 10 : capacité de détection de défaillance

Niveau	Valeur	Définition
Evident	1	Détection certaine
Possible	2	DéTECTABLE par l'opérateur
Improbable	3	Difficilement détectables
Impossible	4	Indétectable

La combinaison (multiplication) de ces critères permet ensuite d'obtenir actuellement un niveau de criticité (C) et selon ce niveau on décide des actions (et des délais) à entreprendre :

Tableau 11 : niveau de criticité (C)

Valeur	Définition
$1 < C < 8$	Négligeable : on les laisse de coté
$8 < C < 14$	Moyenne : on se pose les questions de les laisser ou conserver
$14 < C < 27$	Élevée : il faut trouver des actions à mettre en œuvre et regarder l'importance de mettre en stock les composants ou organes
$27 < C < 64$	Interdit : il faut trouver des actions à mettre en œuvre et mettre obligatoirement en stock les composants ou organes

En donnée de sortie de l'analyse, le groupe de travail dispose d'un plan d'actions priorisées en fonction de la criticité de chaque mode de défaillance. Le suivi du plan d'actions est ensuite soumis aux règles habituelles (QUI, QUOI, QUAND, Mesure de l'efficacité des actions [24])

13. Méthode de Pareto « ABC » OU « 20/80 » :

13.1 Définition :

Parmi l'affluence des soucis auxquels fait face un manager incessant, il doit décider quelles défaillances doivent être étudiées et/ou améliorées en priorité. Pour cela, il faut identifier ceux qui sont les plus énormes et dont la résolution ou la mise à niveau serait la plus rentable, en particulier en termes de coûts d'immobilisation. La difficulté réside dans le fait que ce qui « est énorme » et ce qui « est moins » ne se distinguent pas toujours clairement. La méthode ABC apporte une réponse. Il permet un sondage qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter les choix et les priorités. Nous classons les événements (pannes par exemple) par ordre décroissant de coûts (immobilisation, coût financier, nombre, etc.), chaque événement relatif à une entité. Un graphique est alors établi faisant correspondre les pourcentages de coûts additionnels aux pourcentages d'hommes d'échecs ou d'échecs cumulés., nous observer trois domaines.

- Zone A : 20% des pannes occasionnent 80% des coûts.
- Zone B : Les 30% de pannes supplémentaires ne coûtent que 15% supplémentaires.
- Zone C : Les 50% de pannes restantes ne concernent que 5% du coût global.

Conclusion : il est clair que la préparation des travaux de maintenance doit être entreprise A propos de la panne de la zone A. [25]

13.2 Fonction :

Suggérer objectivement un choix, c'est-à-dire par ordre d'importance des Éléments (produits, machines, pièces, etc.) de la base de connaissances de la période précédente (par exemple, historique des pannes). Les résultats sont affichés dans La forme d'une courbe appelée courbe ABC, qui peut être utilisée pour détecter Le problème à résoudre et l'élément le plus important pour prendre une décision permettre sa résolution

13.3 But de la méthode ABC :

L'analyse ABC est une analyse qui permet de :

- Déterminer la proportion ou l'importance de chaque élément à l'étude Tous les éléments.
- Trier et classer les éléments en conséquence.
- Tirer les enseignements de cette proportionnalité.
- Utilisez l'indice de concentration de Gini pour vérifier la concentration.
- Déterminer l'importance relative des causes ou d'autres critères.
- Classez-les par ordre d'importance.
- Identifier les axes prioritaires.

13.4 Objectifs de la méthode ABC :

L'objectif de la méthode ABC est d'identifier les facteurs de coûts réels et les économies potentielles et d'améliorer la rentabilité des produits et des clients.

13.5 Caractéristiques :

- Les activités sont définies comme un ensemble de tâches de base.
- Le premier principe est de lister toutes les activités génératrices en premier, puis évaluez le coût correspondant pour chacun d'elles le cout correspondant.
- L'inducteur est l'unités de mesure pour l'activité.
- Un processus est un ensemble d'activités nécessaires pour livrer un produit ou livrer un produit. Un service.
- L'approche ABC se concentre principalement sur le coût des activités, Le coût de fabrication et de vente du produit

- Par conséquent, le coût de toute activité peut être composé de coûts liés aux activités. Les tâches suivantes : Commande + Fabrication + Facturation + Expédition + Maintenance

14 Conclusion :

La maintenance ne consiste pas toujours à mesurer et à redémarrer Matériel défaillant, mais c'est maîtriser ce matériel au point de s'entraîner Leur plan d'entretien. Cette fonction doit être basée sur la méthode Optimisez le comportement de l'appareil.

Chapitre 4 :

Application des méthodes AMDEC et Pareto dans une chaine PV



1. Introduction :

L'industrie se développe continuellement dans divers et différents domaines, parmi lesquelles on trouve la SdF (Sûreté de Fonctionnement) et un contrôle qualité complet à l'aide de diverses méthodes techniques permettant le bon fonctionnement et la fiabilité de l'installation Industrielle, des produits et des processus, comme l'AdD (Arbre de défaillances1), la méthode de Pareto, la méthode AMDEC...

Ce chapitre introduit les deux méthodes Pareto et AMDEC « Analyse des Modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité » (Failure Modes, their Effects and Criticality Analysis, FMECA), l'application de ces méthodes de maintenance sur l'installation de système PV.

2. Les composants du système PV :

Les panneaux photovoltaïques produisent un courant électrique continu. Le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection contre les surtensions. L'onduleur transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteurs AC. Les batteries permettent de stocker l'énergie électrique puis la délivrer quand il y a insuffisance. Les câbles ont pour rôle la transmission de l'énergie.



Figure 4.1 : Constituants d'une chaîne photovoltaïque

3. Analyse fonctionnelle :

Pour Produire de l'énergie électrique renouvelable :

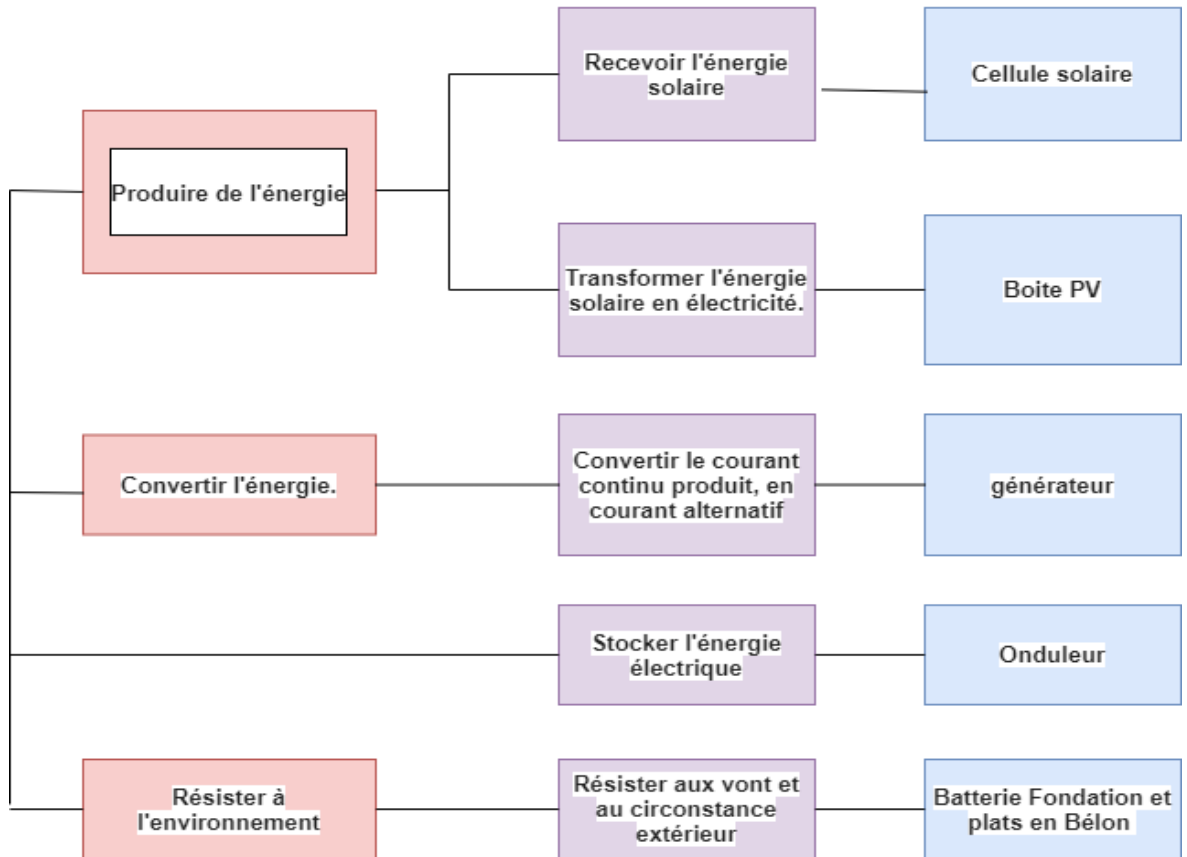


Figure 4.4 : Analyse fonctionnelle de Produire d'énergie électrique renouvelable

4. Application de la méthode ABC sur le système :

Afin de déterminer les éléments qui doivent être maintenus afin de résoudre les problèmes du système ou d'éviter leur apparition, nous adopterons la méthode de Pareto selon les étapes suivantes :

1ère Étape :

- Calcul de la colonne « cumulée »:

$$\text{cumulées}_2 = \text{classement de la composante} + \text{cumulée}_1$$

- Calcul de la colonne « Les composantes cumules en pourcentage » :

$$(\text{Composantes cumulées}) * 100 / (\text{Somme des composantes})$$

Tableau 12 : L'analyse ABC

	Composante	Heures de pannes de la composante	Cumulée des heures de pannes	Cumulée En pourcentage
1	Les câbles	110	110	39.57%
2	Les panneaux	64	174	62.59%
3	Batterie	48	222	79.86%
4	Structure	16	238	85.61%
5	Fusible	10	248	89.21%
6	Sectionneur fusible	10	258	92.81%
7	Régulateur	4	262	94.24%
8	Onduleur	4	266	95.68%
9	Boîte de raccordement	4	270	97.12%
10	Mise à la terre	4	274	98.86%
11	Disjoncteur	4	278	100%

*2eme Étape :

□ Réalisation du dessin

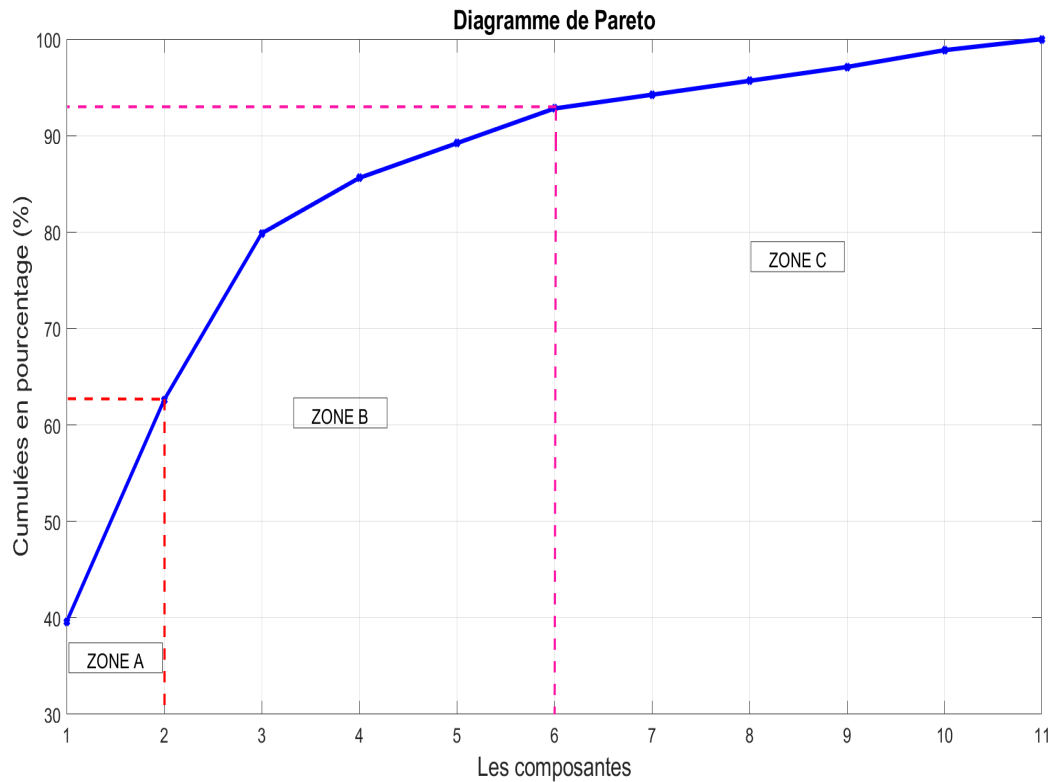


Figure 4.5 : digramme de Pareto

□ Explication de la courbe :

Sur Ce diagramme de Pareto, il y a trois zones, La première zone est A, qui représente 20% des Composants, de 75% à 80% des solutions, et la deuxième zone est B, qui représente de 30% à 20% des composants qui fournissent 15% des solutions dans excès des solutions précédentes.

La zone C représente 50% des ingrédients et apporte 5% des solutions restantes.

Nous concluons donc que l'entretien des panneaux et du câble résout 80% des problèmes du système étudié et l'entretien des batteries et structure, Fusible résout 15% des problèmes.

Maintenance des composants restants résout 5% des problèmes.

5. Application de la méthode AMDEC sur le système :

6. Onduleur :

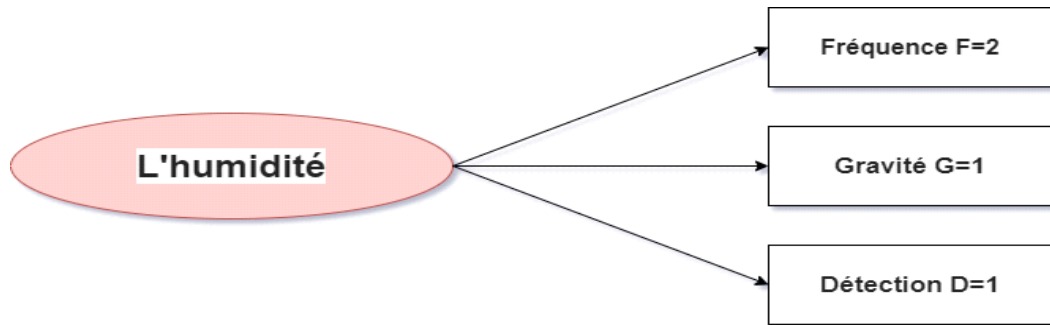


Figure 4.5 : Influence d'humidité sur un system PV

L'humidité est un phénomène très rare alors on s'est mis d'accord que la Fréquence est de niveau faible, du coup F=2

Pour la gravité, elle est mineure, du couple on obtient G=4 car l'arrêt de production peut durer moins d'une 15 minutes

Ensuit D=1 puisque la défaillance est évidente car ce on peut détecter facilement cette défaillance par observation des signes évidents, moyens automatiques, ...etc.

Ce travail entre l'inspection visuelle et l'avis des experts, nous a permis de

Réaliser les tableau AMDEC suivants :

6.2 Tableau de résultat d'AMDEC :

Tableau 13 : Tableau résultat d'AMDEC d'onduleur

L'onduleur									
Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet	Détection	F	G	D	C	Actions correctives
transformer l'énergie électrique contenue en alternative	l'onduleur ne delivre pas l'énergie électrique alternative	l'humidite la foudre la chaleur	pas d'énergie a la sortie d'onduleur	visuel	2	1	1	2	
					2	1	1	2	
					2	3	1	6	

7. Régulateur :

7.1 Défaillance de la résistance :

On s'est mis que :

La Fréquence : la défaillance est très rare du coup $F=1$

La gravité : elle est grave du coup on obtient $G=4$ car l'arrêt de production peut durer plus qu'une heure

La détection : puisque la détection de la défaillance est impossible, car on ne peut pas de détecter facilement cette défaillance par un opérateur, technicien ou un employeur donc $D=4$

7.2 Tableau de résultats d'AMDEC

Tableau 14 : résultat d'AMDEC du Régulateur

Régulateur									
Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet	Détection	F	G	D	C	Actions Correctives
Protéger la batterie contre les surcharges et les décharges Profonde	Problème des composants électriques	Défaillance de la résistance	Pas de régulation de la tension de la batterie	Visuel	1	4	5	20	Contrôle rétroactif régulier
		Défaillance de la diode			1	4	5	20	
		Défaillance du transistor			1.	4	5	20	

- **Interprétation et discussion des résultats :**

En outre l'analyse de la criticité permet d'effectuer un classement des différents scénarios. La mise en place d'un seuil avec les experts permet de retenir les scénarios les « plus critiques ». D'après les tableaux d'analyse ci-dessus, un classement dans le sens de la criticité

croissante, donne l'ordre suivant : module, onduleur, régulateur et enfin la batterie. Pour un système photovoltaïque les risques de défaillances exprimés par la criticité C sont :

- Décoloration de l'encapsulant du module (C=60)
- Corrosion du module (C=48)
- Fusibles fondus dans l'onduleur (C=40)
- Défaillance des soudures arrivant du module (C=36)
- Interconnexion cassée dans le module (C=36)

Ces défaillances, sont jugées critiques et inacceptables, des actions préventives et/ou curatives sont recherchées dans le but de réduire la criticité.

La Maintenance préventive d'une installation photovoltaïque est une visite technique périodique qui va permettre de s'assurer du bon état de fonctionnement de l'ensemble de la centrale. Elle consiste à des opérations de contrôle, d'entretien, et de remplacement des éléments la constituant.

8. Maintenance des câbles dans un système PV :

On doit installer les fils et remplacer ceux endommagés pour chacun des disjoncteurs, batteries, panneaux et unité d'assemblage

9. Maintenance du Module PV :

Il est tout à fait raisonnable de laver les panneaux solaires une fois tous les 5 ans, à l'eau claire. Il faut par ailleurs veiller à ce que la pression ne soit pas trop forte dans le tuyau, ce qui pourrait affecter les joints du panneau. Il se peut, dans certaines situations, qu'un véritable nettoyage soit nécessaire.

Il suffit d'utiliser une eau à température ambiante et d'une brosse souple montée sur un manche télescopique. Il faut évidemment ne pas marcher sur les panneaux solaires afin d'éviter de les casser. Un passage au jet doux peut aussi faire l'affaire.

10. Maintenance d'un régulateur photovoltaïque :

Le régulateur ne nécessite pas de maintenance particulière. Cependant, pour s'assurer du bon fonctionnement, il est conseillé d'effectuer quelques contrôles périodiques : Vérifier les connexions, (serrage, absence de corrosion) Vérifier l'état général des câbles et de leurs supports.

11. Maintenance de l'onduleur

C'est une perte de temps, d'argent et de productivité non négligeable. Comme la plupart des systèmes comportant des pièces mobiles, un onduleur exige une maintenance périodique : remplacement de batterie, changement du module d'alimentation, réglage et nettoyage des ventilateurs.

Il est fortement recommandé de dépoussiérer l'onduleur photovoltaïque au moins une fois par an. Assurez-vous que les grilles de ventilations soient elles aussi bien propres. Si le local dans lequel est installé le matériel est poussiéreux, C'est bien conseillé de nettoyer les boîtiers plus souvent.

12. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons effectué une analyse de Pareto et d'AMDEC d'un système photovoltaïque et nous avons effectué le processus de maintenance de ce système sur la base des résultats obtenus.

Conclusion Générale

La performance et l'efficacité du système PV sont des conditions préalables à la stabilité et aux systèmes de production. La Stratégie d'entretien et de maintenance est l'une des caractéristiques qui contribue à améliorer la prospérité d'une entreprise au niveau de sa situation économique et industrielle. Par conséquent, la stratégie de maintenance Pour gérer les coûts de maintenance, vous devez choisir le plus approprié, la Disponibilité des produits et services, le moyen de production et la qualité.

Lors de la formation et au début des travaux dans notre stage pratique, nous avons effectué l'entretien préventif selon toutes les consignes de la fiche de suivi et apporté des solutions préventives. Après ingestion Toutes les précautions ont été prises et toutes les exigences selon la fiche technique ont été respectées

Un suivi et un entretien de réparation des panneaux solaires ont été effectués Consiste à nettoyer pour absorber de manière significative la saleté et la poussière. Bonne inspection du panneau ainsi que des rayons. Si vous n'avez pas de camion escargot ou Vitre du panneau avant cassée ou décollement ou corrosion dans les interconnexions de cellules. Ensuite, nous avons travaillé à appliquer de nombreuses méthodes et spécialement on a Appliquez la méthode (AMDEC) et la méthode (Pareto) au système photovoltaïque. A la fin des travaux, j'ai fait des recommandations d'amélioration de plan maintenance préventive ces recommandation sont bases sur la réduction, a survenue de défauts des composantes ayant affecté le rendement de production de ce système photovoltaïque.

Ensuite, Dans cette étude et dans la partie théorique nous avons présenté les systèmes photovoltaïques et leurs Principe de fonctionnements et les composants les plus importants de chaque système Photovoltaïque dans le premier Chapitre.

Au deuxième chapitre nous parlons du défauts et pannes que vous prouvez rencontrer dans une chaine PV

Nous discutons également dans le troisième chapitre de la maintenance, ses types et les méthodes et techniques les plus importantes pour Opérations de maintenance, nous fournissons une explication détaillée de chaque Méthodes ABC et AMDEC.

Ainsi, dans le Quatrième chapitre, nous choisissons d'appliquer la méthode ABC et la méthode AMDEC à la maintenance du système à l'étude, et les résultats d'analyse de la méthode ABC montrent que :

La maintenance de 20% des composants résout 80% des problèmes du système, et de l'ensemble

Des batteries, les panneaux et les fils étaient dans les 20 % ; et lors de l'exécution de la procédure de maintenance sur eux, nous avons résolu 80 % des problèmes.

Problèmes pouvant perturber le système. Et à la fin on dit ça. Devrait prêter une attention particulière à Opérations préventives afin d'éliminer les causes de dysfonctionnements fréquents de Composants en général et batteries et panneaux photovoltaïques en particulier.

Références bibliographiques

- [1] : Ramirez, A., & Lazaroiu, G. C. (2021). Fast steady-state computation of electrical networks involving nonlinear and photovoltaic components. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(4), 3107-3114.
- [2] : Dyllick-Brenzinger, R. M., Yoon, D. C., & Püttgen, H. B. (2012). *Nouvelle stratégie énergétique 2050* (No. ARTICLE, pp. 25-30.)
- [3] : Slama, F. (2018). *Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique* (Doctoral dissertation.)
- [4] : Lincot, D. (2007). la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. *Découverte* n0344-345,(2007), 47, 65.)
- [5] : Yang, S. Y., Martin, L. W., Byrnes, S. J., Conry, T. E., Basu, S. R., Paran, D., ... & Ramesh, R. (2009). Photovoltaic effects in BiFeO 3. *Applied Physics Letters*, 95(6), 062909.)
- [6] : Chenni, R., Makhlof, M., Kerbache, T., & Bouzid, A. (2007). A detailed modeling method for photovoltaic cells. *Energy*, 32(9), 1724-1730.
- [7] : White, S. (2018). *Solar Photovoltaic Basics: A Study Guide for the NABCEP Associate Exam*. Routledge
- [8] : Nguyen, V. L. (2014). *Couplage des systèmes photovoltaïques et des véhicules électriques au réseau: problèmes et solutions* (Doctoral dissertation, Université de Grenoble).
- [9] : Arab, A. H. (2011). L'énergie Solaire Photovoltaïque'. *Bulletin des Energies Renouvelables*, CDER, Algérie, (19).
- [10] : Herez, A., El Hage, H., Lemenand, T., Ramadan, M., & Khaled, M. (2020). Review on photovoltaic/thermal hybrid solar collectors: Classifications, applications and new systems. *Solar Energy*, 207, 1321-1347.
- [11] : Singo, A. T. (2010). *Système d'alimentation photovoltaïque avec stockage hybride pour l'habitat énergétiquement autonome* (Doctoral dissertation, Université Henri Poincaré-Nancy 1).
- [12] : Labouret, A., & Viloz, M. (2006). *Energie solaire photovoltaïque* (Vol. 3). Malakoff, France: Dunod.

[13] : YOUSSEF, B. Étude Et Réalisation D'une Installation PV Connectée Au Réseau Avec Gestion D'énergie.

[14] : Gergaud, O. (2002). Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur (Doctoral dissertation, École normale supérieure de Cachan-ENS Cachan).

[15] : Gergaud, O. (2002). Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur (Doctoral dissertation, École normale supérieure de Cachan-ENS Cachan).

[16] : Boudjadar, S. A., Boulemnakhar, Y., & Mounir, H. (2021). Simulation des défauts d'une chaîne de pompage photovoltaïque (Doctoral dissertation, Université de Jijel).

[17] : . Ducange, P., Fazzolari, M., Lazzerini, B., & Marcelloni, F. (2011, November). An intelligent system for detecting faults in photovoltaic fields. In 2011 11th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (pp. 1341-1346). IEEE.

[18] : Abubakar, A., Almeida, C. F. M., & Gemignani, M. (2021, August). A Review of Solar Photovoltaic System Maintenance Strategies. In 2021 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON) (pp. 1400-1407). IEEE.

[19] : Bensaada, S., BOUZIANE, M., MOHAMMEDI, F., & FELLIACHI, D. (2012). La disponibilité et les concepts FMD en maintenance industrielle.

[20] : Bamber, C. J., Sharp, J. M., & Castka, P. (2004). Third party assessment: the role of the maintenance function in an integrated management system. *Journal of Quality in maintenance Engineering*.

[21] : Zhu, G., Gelders, L., & Pintelon, L. (2002). Object/objective-oriented maintenance management. *Journal of quality in maintenance engineering*.

[22] : Hég, J. (2005). *Pratique de la maintenance préventive: mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid*.

[23] : Sheut, C., & Krajewski, L. J. (1994). A decision model for corrective maintenance management. *The International Journal of Production Research*, 32(6), 1365-1382.

[24] : Pham, T. T. L. (2011). Contribution à l'étude de nouveaux convertisseurs

sécurisés à tolérance de panne pour systèmes critiques à haute performance. Application à un PFC Double-Boost 5 Niveaux (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT).

[25] : Meyrieux, C., Garcia, R., Pourel, N., Mège, A., & Bodez, V. (2012). Analyse des risques a priori du processus de prise en charge des patients en radiothérapie: exemple d'utilisation de la méthode Amdec. *Cancer/Radiothérapie*, 16(7), 613-618.

Résumé

Le but de ce mémoire : C'est l'étude de Défauts et Défaillances sur une chaîne photovoltaïques et sa Maintenance . Où plusieurs expériences ont été menées sur le système solaire, et nous avons trouvé de nombreux défauts qui ont grandement affecté le rendement de production et réduit son pourcentage, ce qui a conduit à la défaillance de ce système. Grâce à la maintenance , qui est la partie la plus importante de ce travail, nous avons pu explorer et réparer ces défauts, et nous avons obtenu les résultats souhaités et un rendement élevé par rapport à ce que nous enregistrons avant la maintenance corrective.

Mots clés : méthodes de maintenance, système photovoltaïque, défauts, pannes

Abstract

The purpose of this paper is to study the flaws and failures of a photovoltaic chain and its maintenance. Where a number of experiments on the solar system were conducted, and we discovered a number of flaws that adversely affected production yield and reduced efficiency. His percentage, which has resulted in the system's failure. We were able to investigate and repair these flaws, and we were able to obtain the results thanks to the maintenance, which is the most significant element of this job. hoped-for results and a higher profit margin than what we had previously recorded Corrective maintenance.

Key words: maintenance methods, photovoltaic system, flaws, and pannes

ملخص

الهدف من هذه المذكرة: دراسة العيوب والفشل في سلسلة الخلايا الكهروضوئية وصيانتها. حيث أجريت عدة تجارب على النظام الشمسي ووجدنا العديد من العيوب التي أثرت بشكل كبير على محصول الإنتاج وخفضت نسبته مما أدى إلى فشل هذا النظام. من خلال الصيانة التي تعتبر أهم جزء في هذه الوظيفة، تمكنا من استكشاف هذه الأعطال وإصلاحها ، وحصلنا على النتائج المرجوة والأداء العالي مقارنة بما كنا نسجله قبل الصيانة التصحيحية.

الكلمات المفتاحية: طرق الصيانة ، النظام الكهروضوئي ، الأعطال ،