

People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific research
Mohamed Boudiaf University of M'sila
Faculty of Technology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المسيلة
كلية التكنولوجيا

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Fabrication mécanique et Productique

Présenté par :

SEDRATA Lazhar & FERRAH Chams Eddine

Thème

**ETUDE ET MAINTENANCE D'UN SYSTEME
SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE**

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
AMROUNE Salah	MCA	Président
ZEMMAMOUCHE Redouane	MCB	Encadreur
CHOUKI Farsi	MCA	Examineur

*Année Universitaire : 2020 / 2021
N° d'ordre : GM/..... /2021*

Dédicace

Nous dédions ce travail A nos chers

Parents en reconnaissance de leurs dévouements

déployés pour notre bonheur, de leurs Patience et soutien indéfini.

A nos frères et aussi nos amis qui n'ont Jamais cessé de nous

encourager et nous soutenir dans les pires moments.

A ceux qui 'ont cédé leur temps et leurs Connaissances pour satisfaire

nos interrogations.

Remerciement

Avant de commencer la présentation de ce rapport, nous profitons de l'occasion pour remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Nos remerciements en particulier Mr. ZEMAMMOUCHE REDOUANE notre encadreur, qui nous a beaucoup aidé et guidé par ses conseils, durant toute la période de ce projet de fin d'étude. Nous tenons à remercier également les membres de jury, pour leurs apports pédagogiques qui constituent la base de ce travail.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
-----------------------------------	-----------

CHAPITRE / I

LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE

I-1	Introduction à la maintenance	03
I-2	Définition de la maintenance.....	03
I-3	Types et niveaux de la maintenance	05
I-3-1	Maintenance préventive	05
A-	maintenance préventive systématique	05
B-	maintenance préventive conditionnelle.....	05
C-	maintenance préventive prévisionnelle	06
I-3-2	Maintenance curative	06
A-	maintenance curative / définitive	06
B-	maintenance curative / dépannage	06
I-3-3	Maintenance d'amélioration	07
I-3-4	les Cinq niveaux de la maintenance.....	09
I-4	Les Méthodes d'analyse de défaillances	10
I-5	l'analyse des modes de défaillance et leurs effets et leur criticite amdec ..	10
I-5-1	Définition	10
I-5-2	Forme amdec	11
A - amdec	produit	D - amdec organisation
B - amdec	processus	E - amdec service
C - amdec	machine	F - amdec sécurité
I-5-3	Principe de base amdec	12
I-5-4	Démarche pratique d'amdec machine.....	13
étape 1	initialisation	13
étape 2	décomposition fonctionnelle	14
étape 3	analyse amdec.....	17
étape 4	synthèse	21

CHAPITRE / II INSTALLATION SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

II-1	Introduction.....	23
II-2.	Généralités sur les systèmes solaires	23
II-3	Principe de fonctionnement de la cellule pv	24
II-4	Les technologies des cellules photovoltaïques	25
II-4-a	Les cellules a base de silicium monocristallin	26

II-4-b	Les cellules a base de silicium poly cristallin.....	26
II-4-c	Les cellules a base de silicium amorphe.....	26
II-5	différentes configuration d'une installation pv.....	26
II-5-1	système autonome.....	27
II-5-2	système raccordée au réseau.....	28
II-6	avenages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque.....	28
II-7	Constituants d'un système photovoltaïque.....	29
II-8	Système de protection.....	33
II-9	les défauts et leur conséquences les plus fréquents. Rencontres dans un champ pv	34
II-9-a	défauts dans le générateur PV.....	34
II-9-b	défauts dans la boite de jonction.....	35
II-9-C	défauts dans le système de Câblage.....	36
II-9-d	défauts dans le système de protection.....	37
II-9-e	. défauts dans l'onduleur.....	38
II-9-f	. défauts dans le système d'acquisition.....	39

CHAPITRE / III APPLICATION AMDEC SUR L'INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

III-1	description de l'enchaînement des opérations.....	41
III-2	analyse de système.....	41
III-3	application pour système pv.....	43
III-4	application pour système batterie.....	45
III-4	application pour système régulateur.....	45
III-6	application pour système onduleur.....	46
	conclusion.....	48
	BIBLIOGRAPHIE.....	52

Introduction générale

Introduction générale

Le soleil peut satisfaire tous nos besoins si nous apprenons à exploiter rationnellement l'énergie qu'il rayonne vers la terre. Il brille dans le ciel depuis presque 5 milliards d'années et les scientifiques ont calculé qu'il est à la moitié de son existence. Nous avons du mal à imaginer qu'au cours d'une année le soleil diffuse vers la terre quatre mille fois plus d'énergie que celle consommée par toute la population mondiale. Aujourd'hui il paraît insensé de ne pas en profiter car nous avons les moyens technologiques nécessaires.

De plus il faut considérer que cette source d'énergie est gratuite, propre et inépuisable. Cette énergie pourrait par ailleurs nous libérer de notre dépendance aux énergies fossiles ou aux autres alternatives peu sûres ou polluantes. Cette énergie peut être directement exploitée ou transformée en électricité. Une fois cette électricité produite, et contrôlée, il est possible de la vendre à l'exploitant du réseau électrique, dans le respect des normes et réglementations Nationales. Le choix d'une solution photovoltaïque représente un investissement, dont les temps de retours sont facilement calculables, grâce aux aides de financement prévus par les différentes lois nationales.

Le prix du pétrole toujours plus élevé, le degré de pollution toujours plus inquiétant, contrastent avec les nouvelles dispositions de développement durable, et rendent les sources d'énergie alternative et renouvelable de plus en plus attractives auxquelles il est difficile de renoncer. Les incitations économiques et les énormes pas en avant de la technologie électronique favorisent l'utilisation de systèmes photovoltaïques.

Des solutions simples et avantageuses d'un point de vue économique, l'utilisation d'appareils réalisant l'injection sur le réseau de l'énergie produite permet ainsi de bénéficier des primes d'état sur l'énergie totale produite. L'utilisation d'onduleurs sans transformateur, sur des systèmes photovoltaïques raccordés au réseau, présente encore plus d'intérêts par l'augmentation de leurs rendements, et la diminution de leurs coûts. . [1]

CHAPITRE I

LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE

1- Introduction

La maintenance est une fonction stratégique pour toute entreprise pour demeurer compétitive ainsi d'assurer la continuité d'existence sur le marché.

Toute entreprise technique ou de services doit avoir une politique de gestion et d'organisation propre de sa fonction et de ses objectifs.

La maintenance nécessite un grand potentiel technique de savoir-faire afin de faire face aux défis quotidiens et de satisfaire les exigences des clients qui sont en croissance où le système de consommation de masse est fini. [2]

2- Définition de la maintenance

La maintenance est l'ensemble des actions techniques et administratives (centralisée dans l'entreprise Fig 1) permettant de maintenir ou de rétablir un bien (matériel) dans un état bien spécifié dans la mesure d'assumer un service déterminé. Avec un coût économique optimal grâce à un recouvrement en personnel et en matériel. Défini par : AFNOR X - 60 - 000 (ASSOCIATION FRANÇAISE DE LA NORMALISATION)

La maintenance est un ensemble de critères prédéterminés dont l'objectif est de réduire en priorité les défaillances ou les dégradations d'un service (produit) programme, elle doit permettre d'éviter les défaillances du matériel en cours d'exploitation.

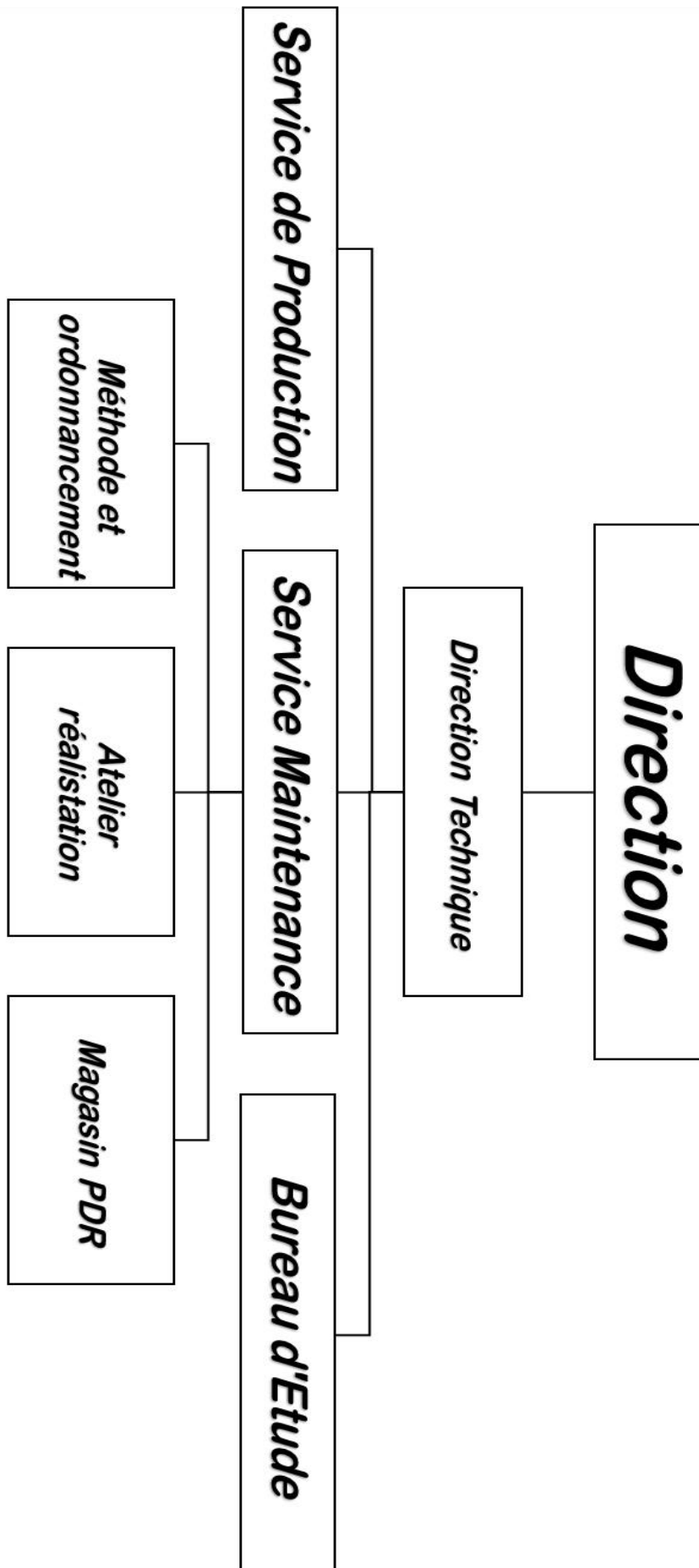
Le but de la maintenance est de prolonger la durée de vie des équipements en anticipant les problèmes potentiels ou la mise en place d'un processus régulier permet d'assumer des performances fiables et efficaces en assurant que l'équipement ne soit pas en défaillance au moment critique. Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) et au coût le plus bas.

Minimiser le coût = fabriquer plus vite et sans interruption

La définition de la maintenance fait donc apparaître 4 notions :

- Maintenir qui suppose un suivi et une surveillance
- Rétablir qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut
- Etat spécifié et service déterminé qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance.
- Coût optimal qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité économique. [3]

Fig1. Place de la maintenance dans la structure d'une entreprise



I-3 Type et niveaux de la maintenance

Le choix de la méthode la plus appropriée pour atteindre l'objectif est fortement reliée à l'origine de l'action soit : référence à un échancier, diagnostic, information d'un capteur ou l'apparition d'une défaillance.

La méthode est respectivement associée à une maintenance préventive, corrective, ou d'amélioration (Fig 2)

Ou la norme AFNOR –X 60011 présente cinq 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. [4]

I-3-1 La maintenance préventive

Elle doit permettre d'éviter des défaillances du matériel en cours d'utilisation où cette opération est effectuée selon des critères prédéterminés dont l'objectif est très important comme :

- L'augmentation de la durée de vie du matériel.
- Diminuer le temps d'arrêt.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans les bonnes conditions.
- Diminuer le budget de la maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents.

La maintenance préventive se compose comme suivant : [4]

A- Maintenance préventive systématique

Ensemble d'actions de maintenance d'équipement à intervalles programmés (quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles) recommandées généralement par les fabricants exemple :

- Changement des filtres.
- Les vidanges des moteurs
- Les vidanges des circuits hydrauliques
- Les vidanges des circuits de transmission

B- Maintenance préventive conditionnelle :

C'est la maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminée :

- information d'un capteur
- diagnostic
- mesure d'une usure

Cette maintenance préventive conditionnelle elle se fait par des outils de mesure pertinentes sur le matériel en fonction (Vibration, jeux mécanique, température).

C- Maintenance préventive prévisionnelle

Son principe est basé sur tous préparations d'anticipation des besoins comme pièces de rechange (stock sur magasin) ainsi toute préparation d'intervention sur tous élément manifestant des signes visibles de dégradation ou non visible.

Les défaillances sont inspirées par rapport au niveau de dégradation du matériel comme :

- Faible pression moteur
- Fuite aux circuits hydrauliques
- Fuite aux circuits pneumatiques

I-3-2- Maintenance curative :

Toute action de maintenance corrective est une suite d'une défaillance ou d'un défaut dont la cause est une faute dû à l'utilisateur et/ou usure avancée, défaillance constructeur....

On distingue :

A - Réparation définitive

La réparation consiste en la remise en état de façon durable dans le but de supprimer ou de réduire les conséquences de la vétusté, de l'usure ou le désordre d'un équipement.

L'objectif réparation définitive :

- Réparation de façon durable
- Sécurité d'exploitation
- Fiabilité

B - Réparation par dépannage

C'est une action sur un équipement en état de panne en vue de le remettre en mode de fonctionnement au moins provisoirement. Compte tenu de l'objectif, un dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires dans des conditions hors normes, dans ce cas le matériel sera suivi d'une réparation définitifs.

L'objectif de la réparation par dépannage:

- Protéger l'utilisateur et le matériel (risque réduit)
- Permettre à continuer l'exploitation
- Donner le temps de planifier la réparation définitive

I-3-3 Maintenance d'amélioration

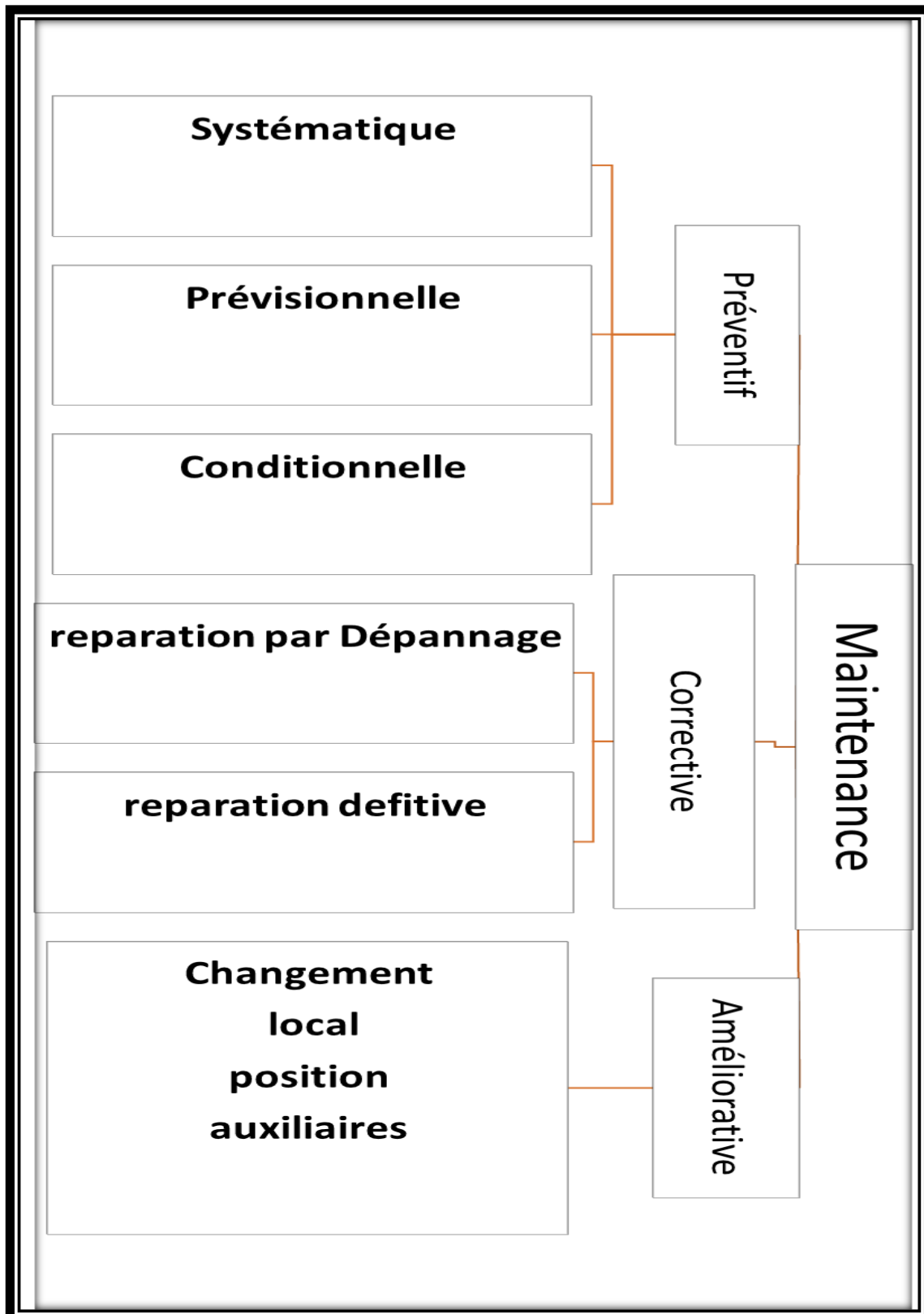
Cette action de maintenance est un état nécessitant un ensemble des mesures techniques, administrative, aussi un pouvoir d'observation critique et une attitude créative.

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.

Fig 2. Types de maintenance



I-3-4 Les 5 niveaux de la maintenance [5]**1^{er} Niveau :**

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

2^{ème} Niveau :

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions. n peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Note : Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

3^{ème} Niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

4^{ème} Niveau :

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

5^{ème} Niveau :

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaire : par définition, ce type de travail est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

I-4 Les méthodes d'analyse de défaillances

De nombreuses méthodes ont été développées pour identifier et diagnostiquer la (ou les) cause(s), racine (s) et entreprendre des actions correctives. Cependant pour établir une classification des méthodes de recherche des causes, une difficulté importante réside dans la perception de ces causes racines aussi la méthode d'analyse adéquate d'arriver à un plan d'action.

L'influence négative d'une l'occurrence d'une défaillance sur la qualité produit, arrêt d'exploitation, image de marque et sécurité des personne 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 – AMDEC.....etc.

[6]

I-5 Analyse des modes de défaillances et leurs effets et leur criticité.**I- 5-1 Définition :**

C'est un outil d'analyse et d'amélioration contenu qui permet de construire la qualité des produits ou des services rendus et favorise la maitrise de la fiabilité en vue d'abaissier le cout global.

Cette méthode conçue pour l'aéronautique américaine en 1960 est devenue aujourd'hui, règlementaire pour les études de la sureté à l'industrie. [6]

Il s'agit d'une analyse critique consistant à identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines puis à en rechercher les origines et leurs conséquences. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives adaptées. Ces actions peuvent concerner aussi bien la conception des machines étudiées que leur fabrication, leur utilisation ou leur maintenance. C'est essentiellement une méthode préventive.

L'AMDEC est une méthode participative. Fondée sur la mise en commun des expériences diverses et des connaissances de chaque participant, elle trouve toute son efficacité dans sa pratique en groupe de travail pluridisciplinaire. La composition du groupe de travail entre d'ailleurs pour une large part dans le succès d'une étude AMDEC. Cette réflexion en commun est source de créativité. Elle favorise les échanges

techniques entre les différentes équipes d'une entreprise. Elle permet l'évolution des connaissances et contribue même à la formation technique des participants.

I-5-2- Formes AMDEC

L'AMDEC « Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et leur Criticité » est une méthode qui permet de détecter les différentes failles possibles et donc de prévoir leurs conséquences.

Cet outil bien connu dans le secteur de l'industrie, aussi aide l'entreprise à anticiper les facteurs qui nuisent à sa productivité.

L'AMDEC est applicable sur :

A- AMDEC produit

Appliqué au produit, l'AMDEC consiste à analyser la conception d'un produit dans le but d'améliorer sa qualité et sa fiabilité prévisionnelle.

La solution technologique doit correspondre au cahier des charges. Cette AMDEC est rédigée sous la responsabilité du bureau d'études. Les conséquences des défaillances sont visibles par le client.

B- AMDEC processus :

Ce type d'AMDEC consiste à analyser les modes de défaillance liés au processus de fabrication. Les choix techniques sont déjà posés et c'est le moment de définir précisément le processus de fabrication.

Avant de réaliser cette AMDEC, il est impératif de définir quelles vont être les opérations nécessaires à la fabrication du produit.

Avant même le choix des machines, l'AMDEC Processus a pour but d'évaluer les points critiques du procédé établi. Suite à cette analyse, des modifications pourront être apportées.

en terme de méthode, l'AMDEC Processus étudie les conséquences que pourraient engendrer certaines défaillances pour l'utilisateur du produit et sur l'environnement de production.

Les défaillances seront recherchées en regardant la description de l'opération. Les causes à retenir sont liées à la description du procédé.

Cette AMDEC est rédigé sous la responsabilité de bureau de méthode et de fabrication. Les conséquences des défaillances peuvent être visibles par le client.

C- AMDEC moyen (AMDEC machine)

L'« AMDEC moyens » est aussi appelée « AMDEC moyens de production » ou « AMDEC Machine ». Elle concerne l'analyse des défaillances liées aux machines. Alors que l'AMDEC précédé a permis d'entrevoir les défauts relatifs au processus de fabrication, l'AMDEC machine permet une analyse une fois que les machines ont été choisies.

Comme pour le produit, il est ici possible de mettre en place une AMDEC à différents stades de la conception de cette machine.

En effet, on peut concentrer la méthode sur les fonctions de ces machines. Concrètement, cela veut dire que l'on considère uniquement ce que l'on attend de la machine : saisir la pièce, tourner la pièce par exemple...L'AMDEC aura pour but de savoir comment les différentes fonctions de la machine ne pourraient pas être satisfaites et donc d'anticiper les produits défectueux. Pour finir, les conséquences sur l'utilisateur et l'environnement de production constituent la finalité de cette AMDEC. Suite à cette analyse, on peut alors établir le plan de validation de la machine.

Cette AMDEC est rédigé sous la responsabilité de service de maintenance

Les conséquences des défaillances ne sont visibles que par le service production (c'est notre projet de fin d'étude)

D- AMDEC organisation :

Bien que la méthode soit moins performante que l'analyse des processus, elle apporte cependant un autre éclairage pour répondre aux attentes du client. Elle s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires : du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche du travail.

E- AMDEC service :

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

F- AMDEC sécurité :

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

I-5-3- Principe de base

Dans notre étude, nous allons nous intéresser à la méthode AMDEC machine qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise des défaillances.

Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et équipements industriels. Son rôle n'est pas de mettre en cause les fonctions de la machine mais plutôt d'analyser dans quelle mesure ces fonctions peuvent ne plus être assurées correctement. [6]

L'étude AMDEC machine vise à :

- Réduire le nombre de défaillances :
- Prévention des pannes,
- Fiabilisation de la conception,
- Amélioration de la fabrication, du montage, et de l'installation,

- Optimisation de l'utilisation et de la conduite,
- Amélioration de la surveillance et des tests,
- Amélioration de la maintenance préventive,
- Détection précoce des dégradations;
- Réduire les temps d'indisponibilité après défaillance :
- Prise en compte de la maintenabilité dès la conception,
- Amélioration de la testabilité,
- Aide au diagnostic,
- Amélioration de la maintenance corrective ;
- Améliorer la sécurité.

I-5-4 Démarches pratique de l'AMDEC machine

Une étude AMDEC machine comporte 4 étapes successives, soit un total de 21 opérations (Déroulement de l'étude). [7]

Etape 1: Initialisation

But

L'initialisation de l'AMDEC machine est une étape préliminaire à ne pas négliger. Elle consiste à poser clairement le problème, à définir le contenu et les limites de l'étude à mener et à réunir tous les documents et informations nécessaires à son bon déroulement. [7]

Démarche

1 -Définir le système à étudier et ses limites matérielles. Dans cette opération, la documentation technique disponible sur le système doit être réunie. Il s'agit de regrouper, selon le cas, les plans d'ensemble, les plans détaillés et la nomenclature des composants, le descriptif du processus de fabrication, les notices techniques de fonctionnement, ainsi que les procédures d'utilisation et de maintenance.

2-Définir la phase de fonctionnement pour laquelle l'étude sera menée. Cette phase se caractérise en particulier par une mission à accomplir.

3-Définir les objectifs à atteindre qui peuvent être exprimés en termes d'amélioration de fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité ou maintenance du système. Les limites techniques de remise en question du système étudié peuvent être imposées ainsi que le champ possible des interventions à proposer.

4-Constituer un groupe de travail, de 5 à 8 personnes, qui doit être pluridisciplinaire, motivé et compétant.

5-Établir le planning et la durée des réunions qui doit être limitée à 2 ou 3 heures pour une meilleure efficacité.

6-Mettre au point les supports de l'étude : les grilles et la méthode de cotation de la criticité, les tableaux de saisie AMDEC machine (voir Tab.1 Tableau AMDEC) et les feuilles de synthèse.

ANALYS DES MODES DE DEFAILLANCES DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE											AMDEC MACHINE
Système :			Phase de fonctionnement :			Date de l'analyse				Page :	
Sous système :											
Element	Fonctions	Mode de défaillance	causes	effet	Détection	TA	F	G	C	Action	

Tab1. Tableau AMDEC

Etape 2 : Décomposition fonctionnelle

BUT :

Il s'agit dans cette étape d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. C'est une étape indispensable, car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement. [8]

Démarche

Découper le système en blocs fonctionnels, sous une forme arborescente (voir Figure 3) représentations arborescentes d'une machine), selon autant de niveaux que nécessaire. Puis définir le niveau de l'étude et les éléments à traiter correspondants.

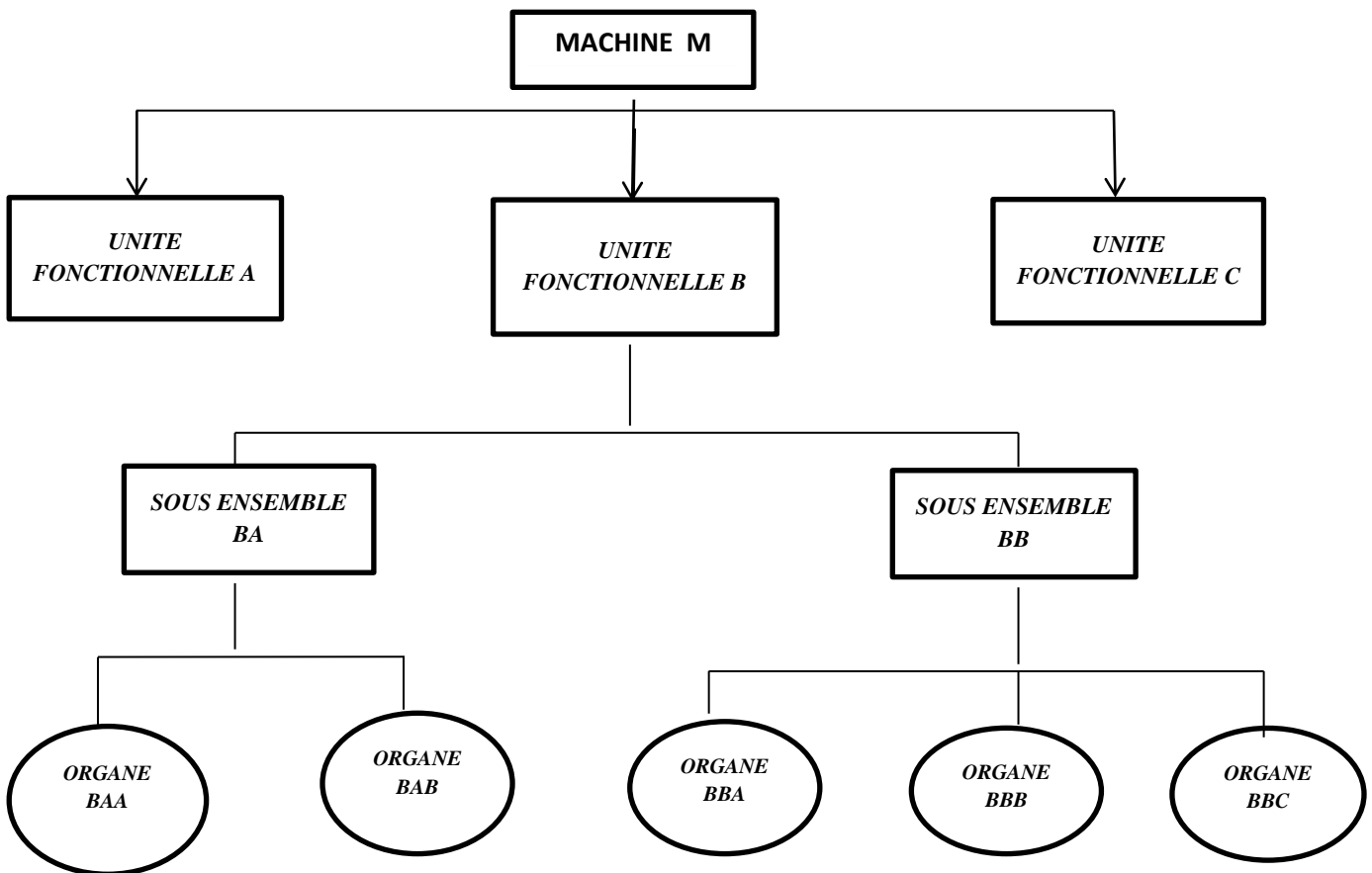


Fig 3 . Représentation arborescente d'une machine

Contexte d'utilisation d'un sous-ensemble

Faire l'inventaire des milieux environnants des sous-ensembles auxquels appartiennent les éléments étudiés, dans la phase de fonctionnement retenue, pour identifier les fonctions principales et de contrainte. Le résultat de cette opération peut être présenté sous forme d'un digramme de contexte comme la montre la Figure 4. [8]

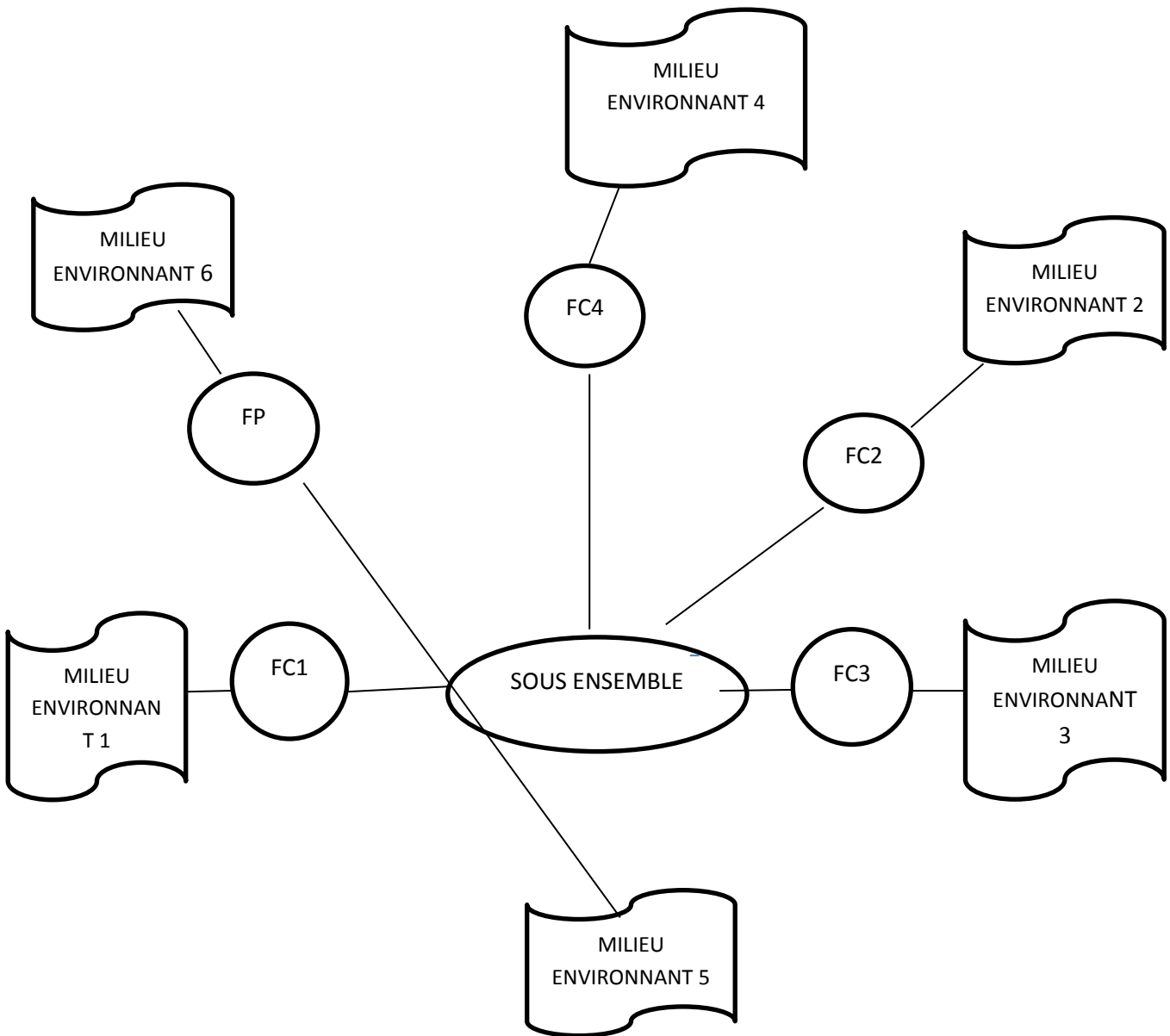


Fig4 . Diagramme de contexte d'utilisation d'un sous-ensemble

Identifier les fonctions de chaque élément du sous-ensemble dans la phase de fonctionnement retenue. Là encore, on peut s'appuyer sur des représentations graphiques, comme les diagrammes fonctionnels (voir Figure 5 -Diagramme fonctionnel d'un sous-ensemble.). [8]

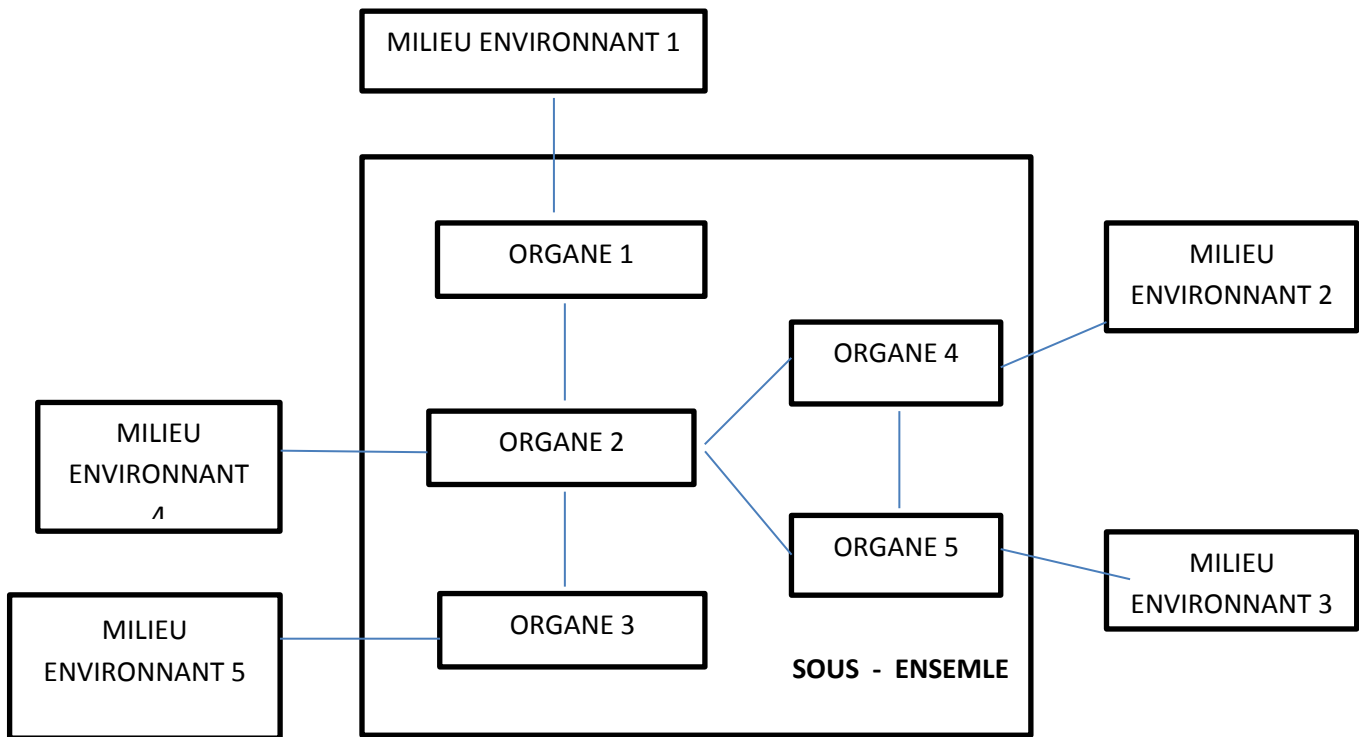


Fig.5 Diagramme fonctionnel d'un sous-ensemble.

Etape 3 : Analyse AMDEC

But

L'analyse AMDEC a pour finalité d'identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés de la machine, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives pour y remédier. Cette étape doit être menée élément par élément, au niveau de détail choisi. C'est le travail essentiel de l'étude où la synergie de groupe doit jouer à fond. Cette analyse comporte 3 phases successives : [8]

ETAPE – 3-A Analyse des mécanismes de défaillance

Au moment de l'étude, cette phase consiste à examiner comment et pourquoi les fonctions de la machine risquent de ne pas être assurées correctement. Il s'agit d'une étude purement qualitative. On identifie les mécanismes de défaillances des éléments de la machine de manière exhaustive, pour la phase de fonctionnement considérée et au niveau d'analyse choisi (voir Figure 6- Mécanisme de défaillance).

L'analyse des mécanismes de défaillance se base sur l'état actuel ou prévu de la machine

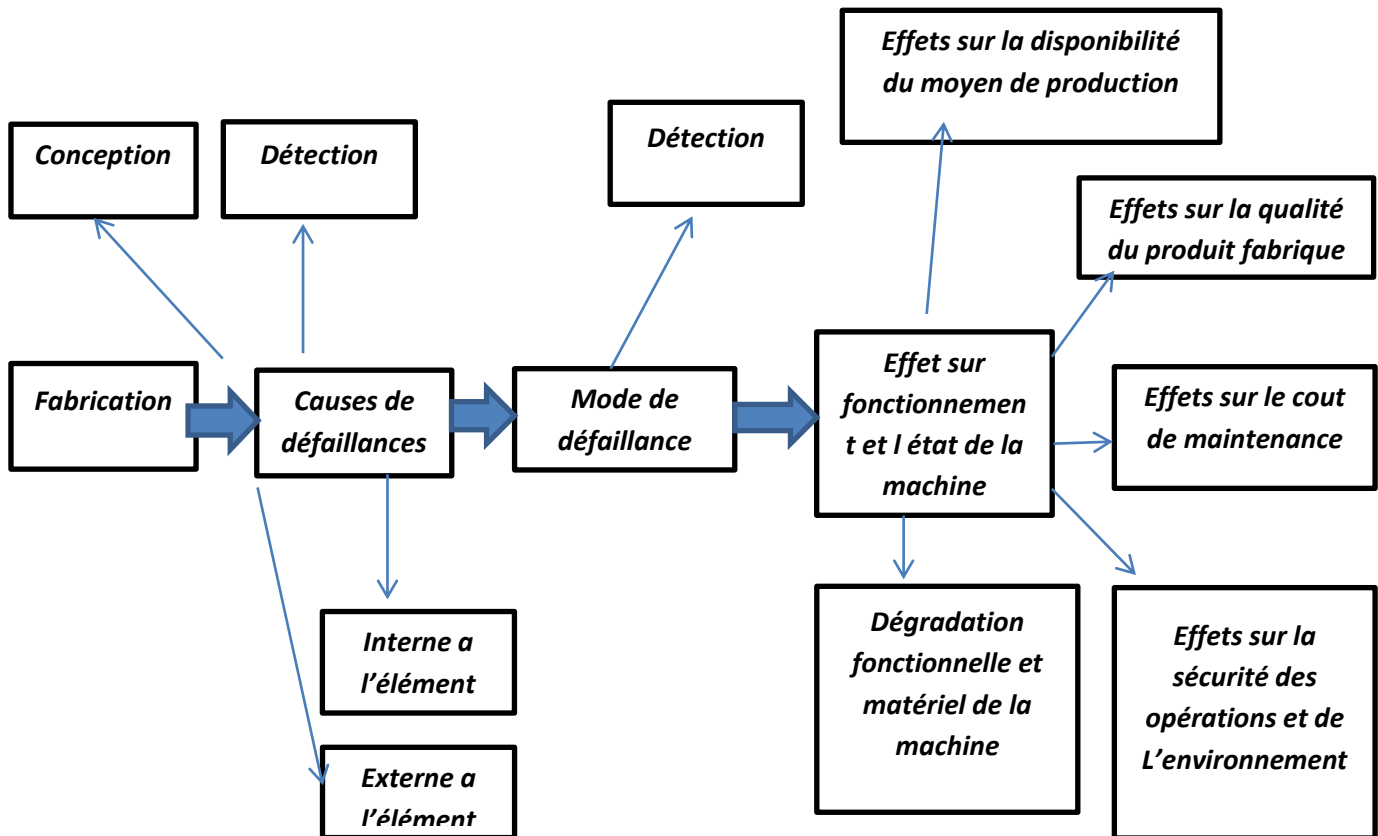


Fig6. Mécanisme de défaillance

Démarche

- 1- Identifier les modes de défaillance de l'élément en relation avec les fonctions à assurer, dans la phase de fonctionnement retenue.
- 2- Rechercher les causes possibles de défaillance, pour chaque mode de défaillance identifié.
- 3- Rechercher les effets sur le système et sur l'utilisateur, pour chaque combinaison (cause, mode) de défaillance.
- 4- Rechercher les mécanismes de détection possibles, pour chaque combinaison (cause, mode) de défaillance.

On définit les mécanismes de détection comme étant les moyens ou les méthodes avec les quels une défaillance peut être découverte par l'opérateur pendant le fonctionnement normal ou qui peut être détectée par l'équipe de maintenance avec des systèmes appropriés de diagnostic.

ETAPE 3- B Évaluation de la criticité

Cette phase consiste à évaluer la criticité des défaillances de chaque élément, à partir de plusieurs critères de cotation indépendants (voir Figure 7 - Principe d'évaluation de la criticité). Pour chaque critère de cotation, on attribue un niveau (une note ou un indice.) Un niveau de criticité en est ensuite déduit, ce qui permet de hiérarchiser les défaillances et d'identifier les points critiques

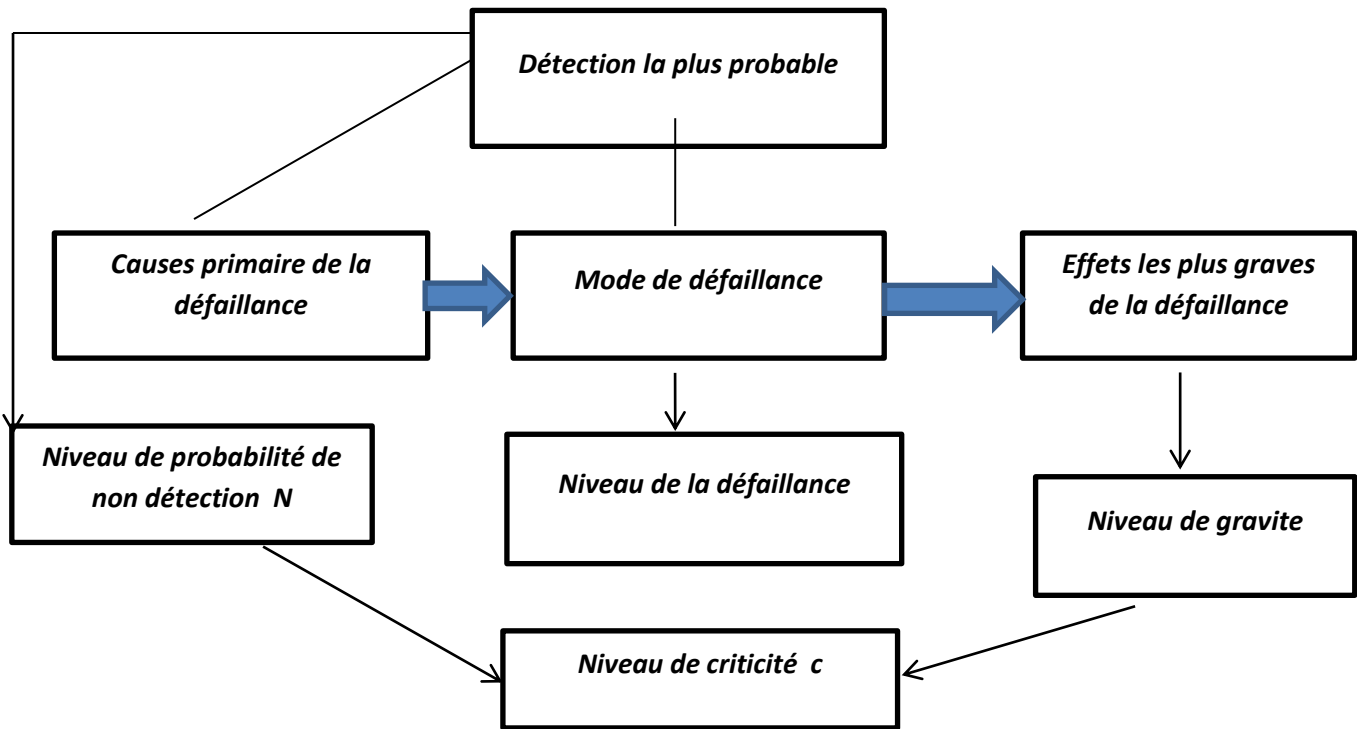


Fig.7. Principe d'évaluation de la criticité

Démarche

- 1- Déterminer ou estimer le temps d'arrêt et les coûts des interventions correctives (coût main d'œuvre direct, coût pièce de rechange, coût sous-traitance), pour chaque combinaison (cause, mode, effet).
- 2- Évaluer le niveau atteint par les critères de fréquence, de gravité et probabilité de non détection, pour chaque combinaison (cause, mode, effet).

Les critères de cotation sont fixés selon l'étude faite ; on cite :

- La fréquence d'apparition de la défaillance,
 - La gravité de la défaillance sur la qualité, sur la sécurité de l'utilisateur machine, sur le coût de l'intervention.
 - La probabilité de non détection de la défaillance. Pour effectuer cette évaluation, on utilise des grilles de cotation (ou barèmes) définies selon 3 ou plus fréquemment 4 ou même 5 niveaux. On s'appuie sur :
 - ✓ Les connaissances des membres du groupe sur les dysfonctionnements.
 - ✓ Les banques de données de fiabilité, historiques d'avaries, retours d'expérience, etc
- 3- Calculer le niveau de criticité, pour chaque combinaison (cause, mode, effet). Ce niveau est le produit des niveaux atteints par les critères de cotation indiqués dans l'opération précédente.

ETAPE 3-C / Proposition d'actions correctives**But**

Cette phase consiste à proposer des actions ou mesures amélioratives (voir Figure.8- Actions correctives) destinées à faire chuter la criticité des défaillances, en agissant sur un ou plusieurs des critères de fréquence, de gravité et probabilité de non détection. Ces actions peuvent concerner selon le cas le constructeur ou l'utilisateur de la machine.

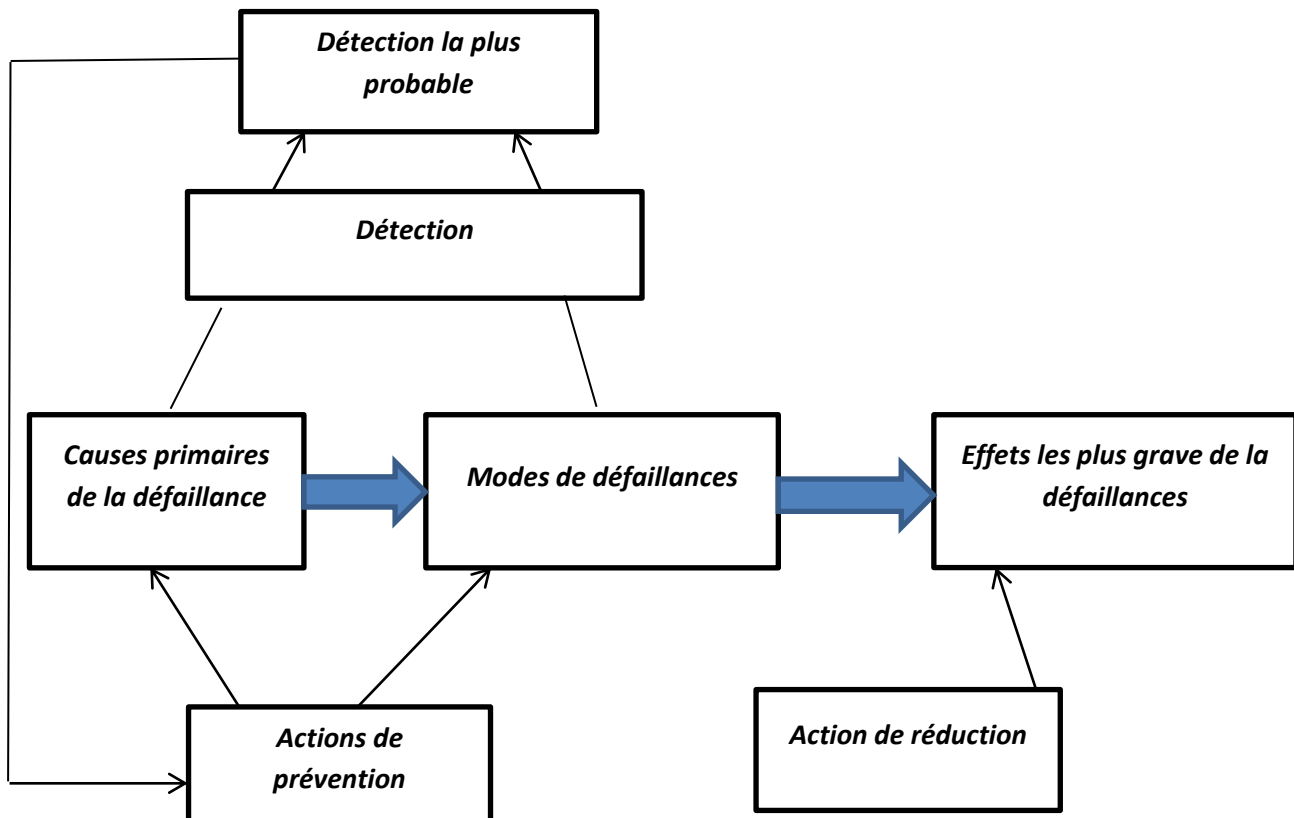


Fig8. Actions correctives

Démarche

1- Rechercher des actions correctives, pour chaque combinaison (cause, mode, effet). Ces actions correctives sont des moyens, dispositifs, procédures ou documents permettant la diminution de la valeur de la criticité. Elles sont de 3 types :

- Actions de prévention des défaillances,
- Actions de détection préventive des défaillances,
- Action de réduction des effets.

Plusieurs possibilités existent dans la recherche des actions selon les objectifs de l'étude :

- On ne s'intéresse qu'aux défaillances critiques,
- On s'intéresse à toutes les défaillances systématiques,
- On oriente l'action à engager selon le niveau de criticité obtenu.

2- Après la proposition et l'analyse des mesures à engager, le groupe peut évaluer la nouvelle criticité pour juger de manière prévisionnelle de leur impact.

En effet, la mise en place des actions correctives préconisées doit logiquement entraîner la réduction de la criticité de la défaillance étudiée. Le mécanisme de défaillance s'en trouve modifié, voire éliminé, par la mise en place des actions.

Cependant, il convient de prendre garde au fait qu'une modification de la machine peut engendrer des nouveaux dysfonctionnements qu'il est nécessaire d'analyser.

Etape 4 : Synthèse

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de cause, les actions à effectuer. Ce bilan est essentiel pour tirer vraiment parti de l'analyse. [9]

Démarche

- 1- Hiérarchiser les défaillances selon les niveaux atteints par les critères de criticité, avant et après actions correctives. On peut classer les défaillances entre elles, selon leurs niveaux respectifs de fréquence de gravité de probabilité de non détection ou encore selon leurs niveaux de criticité. On peut utiliser des représentations graphiques (histogrammes, des courbes ABC, etc.).
- 2- Effectuer la liste des points critiques de la machine. Cette liste permet de recenser les points faibles de la machine et les éléments les plus critiques pour le bon fonctionnement du système.
- 3- Établir la liste ordonnée des actions proposées. Cette liste permet de recenser, voire de classer par ordre de priorité, les actions préconisées.

Un plan d'action peut être établi et des responsables désignés. [9]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons rassemblé tout ce qui est nécessaire comme informations à propos de l'analyse AMDEC ; en fait la démarche que nous avons citée représente la base de la réalisation de l'AMDEC machine du projet que nous voulons réaliser.

La cible choisie est la machine ayant pour désignation « SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE »"

CHAPITRE II

INSTALLATION SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

II-1- Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la transformation directe d'une partie de la lumière en électricité. Cette conversion s'effectue par le biais d'une cellule dite photovoltaïque (PV) (fig 9), basé sur un phénomène physique appelé effet photovoltaïque qui consiste à produire une force électromotrice lorsque la cellule est exposée à la lumière. La tension générée peut varier en fonction du matériau utilisé pour la fabrication de la cellule. L'association de plusieurs cellules en série /parallèle donne lieu à un générateur photovoltaïque (GPV) qui a une caractéristique courant-tension (I-V) non linéaire présentant un point de puissance maximale.

De nos jours et selon le besoin, l'énergie électrique produite est disponible sous forme d'électricité directe (alimenté une charge) ou stockée en batteries. Pour bien comprendre ce phénomène, nous avons rappelé dans ce chapitre quelques notions de base sur l'effet photovoltaïque, Le principe de la cellule photovoltaïque et leurs différents modèles et les convertisseurs DC /DC et la charge. [10]



Fig9. Cellules photovoltaïques

II-2- Généralités sur les systèmes solaires

L'énergie solaire est la ressource énergétique la plus abondante sur terre. Elle est à l'origine de la majorité des énergies renouvelables, mais elle est très atténuée. Le rayonnement solaire peut être utilisé pour produire soit directement de l'électricité à l'aide de semi-conducteur photovoltaïque fig.10, soit de la chaleur solaire thermique pour le chauffage fig.11. ou la production électrique. L'énergie solaire se présente bien comme une alternative aux autres sources d'énergie, elle représente un potentiel considérable. En effet, la terre reçoit plus de 3000 h de lumière solaire par année avec un haut niveau d'éclairement. Avec une optimisation des angles de réception, la moyenne annuelle journalière est de 5 à 7 kWh /m²/jour [2]. L'Algérie dispose d'environ 3200 heures d'ensoleillement par an, bénéficiant d'une situation climatique favorable à l'application des techniques solaires fig 12 . [10]

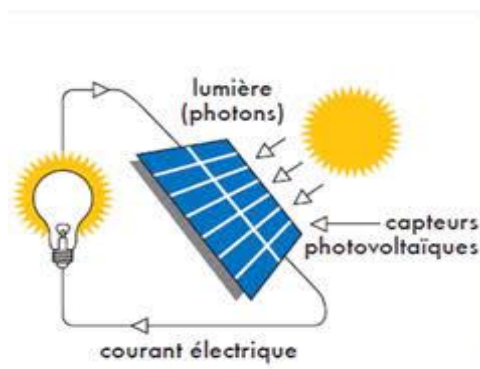


Fig. 10 productions directes de l'électricité

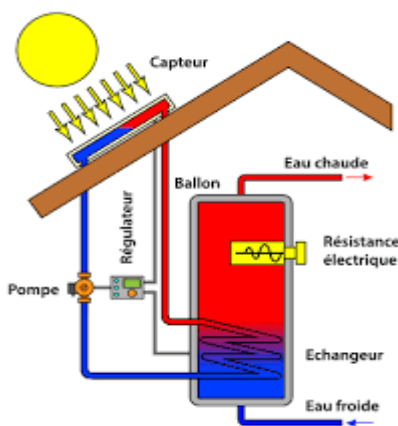


Fig 11 chaleur solaire thermique pour chauffage

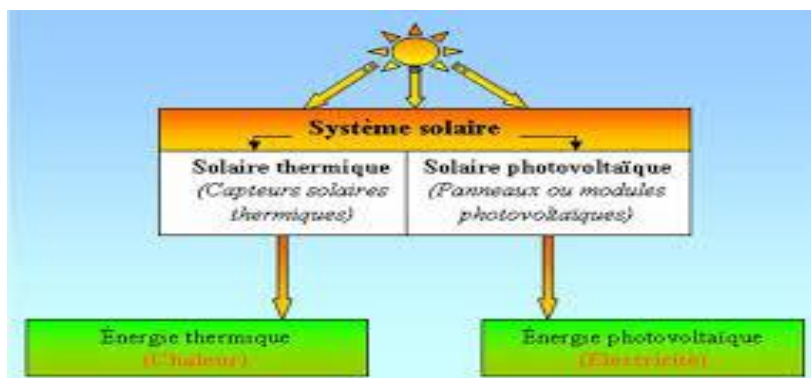


Fig 12. application technique d'énergie solaire

II-3- Principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque est l'élément de base qui permet la conversion directe de l'énergie solaire (rayon lumineux), à une énergie électrique. Ce mode de conversion repose sur un principe très connu qui est l'effet photovoltaïque.

Et pour passer de l'effet photovoltaïque à l'application pratique, il est nécessaire de trouver des matériaux semi-conducteurs qui permettent d'optimiser les deux phases essentielles de ce principe, soit l'absorption de la lumière incidente et la collection des électrons en surface.

Les cellules PV sont fabriquées à partir de matériaux semi-conducteurs qui sont capables de conduire l'électricité ou de la transporter. Plus de 90 % des cellules solaires fabriquées à l'heure actuelle sont au silicium cristallin, un semi-conducteur. Une des faces de la cellule est dopée n (par exemple du phosphore). L'autre est dopée p (par exemple du bore). Des électrodes métalliques sont placées sur les 2 faces pour permettre de récolter les électrons et de réaliser un circuit électrique fig 13. La face supérieure de la cellule est traitée de manière à optimiser la quantité de lumière entrant dans la cellule au moyen de traitement de surface, par l'application d'une couche anti réflexion, et d'autre couche en verre pour l'étanchéité et la protection de la cellule. En fin les faces supérieure et inférieure sont équipées d'électrodes pour récolter les électrons. [11]

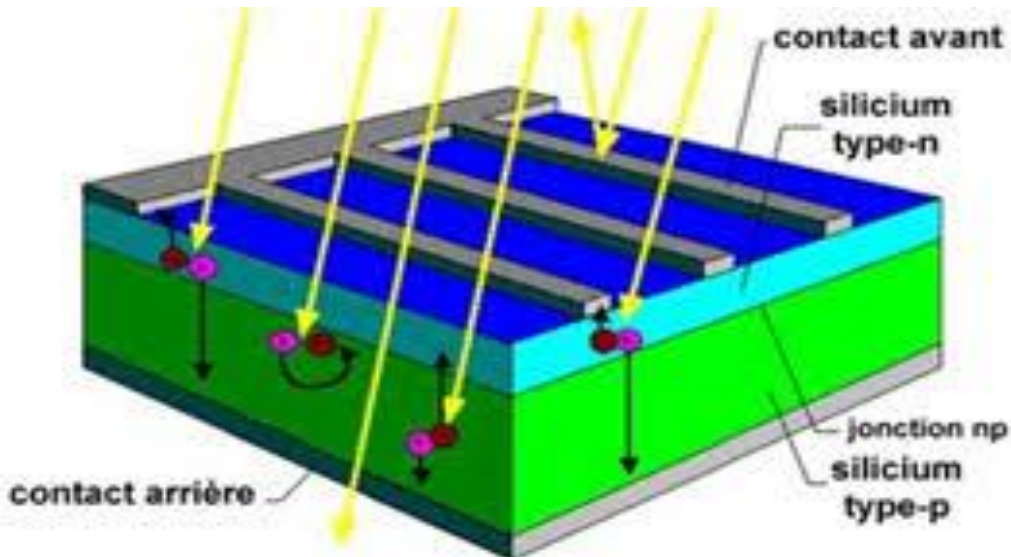


Fig13. Constitution d'une cellule photovoltaïque

II-4- Les technologies des cellules photovoltaïques :

Il existe différents types cellules photovoltaïques, répartie à base de leurs technologies de fabrication, généralement les technologies les plus réponsus sont à base de silicium, notamment d'autre matériaux sont aussi utilisés, comme les matières organiques. On cite si dessous les types de cellules photovoltaïques les plus réponsus fig 14 [11]

II-4-A Les cellules à base de silicium monocristallin :

Les cellules sont fabriquées avec du silicium parfaitement cristallisé découpé dans des barres. C'est le matériau le plus répandu, et de plus il a l'avantage d'avoir un très bon rendement, entre 12 % et 16%. L'inconvénient en est le prix, du fait d'un procédé de fabrication long et énergivore. Il est utilisé en extérieur pour les fortes et moyennes puissances (habitations, relais, télécommunications...).

II-4-B Les cellules à base de silicium poly cristallin :

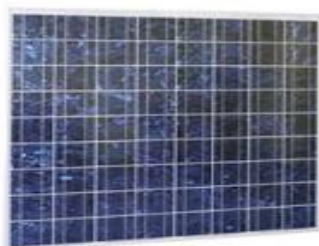
Les cellules de silicium poly cristallin sont découpées dans des barres de silicium reconstitué ; les atomes ne sont pas tous cristallisés. Le rendement est moins bon, entre 11 % et 14 %. L'avantage de ces cellules par rapport à celles en silicium monocristallin réside dans leur prix, puis que leur fabrication, produisant peu de déchets, nécessite de 2 à 3 fois moins d'énergie et est plus rapide. Elles ont les mêmes applications que les cellules en silicium monocristallin.

II-4-C Les cellules à base de silicium amorphe :

Ce silicium est nettement moins puissant que les deux précédents, car les atomes sont disposés de manière désordonnée du fait que les cellules sont fabriquées par projection de silicium sur un autre matériau, comme du verre ou du plastique. Ce silicium en couche très mince répond néanmoins à de nombreux besoins liés à l'éclairage (extérieur ou intérieur). Son rendement est de 5 % à 7 %. Il est utilisé pour l'électronique,



Les modules
monocristallins



Les modules
polycristallins



Les modules à
couches minces au
silicium amorphe

Fig14. Différents types de cellules photovoltaïques

II-5 Différentes configuration d'une installation photovoltaïque :

Les systèmes photovoltaïques apparaissent comme une solution privilégiée pour la production d'électricité de faible ou moyenne puissance en site isolé et particulièrement pour les habitations. Ce système PV se compose de plusieurs éléments principalement les modules PV qui représentent le champ de captage des rayons solaires ; les batteries qui constituent le champ de stockage c'est là où nous stockons de l'énergie produite par les modules ; le régulateur qui protège la batterie contre la surcharge ainsi il règle la

valeur de la tension nominale ; l'onduleur qui assure la conversion du courant continu en courant alternatif dont les utilisateurs ont besoin ; le câblage qui relie les différents composants du système entre eux. [12]

Généralement une installation photovoltaïque comprend les éléments suivants fig 15 :

- un générateur photovoltaïque.
- un convertisseur statique continu / continu (DC/DC).
- un convertisseur statique continu / alternatif (DC/AC).
- Un système de régulation et de stockage

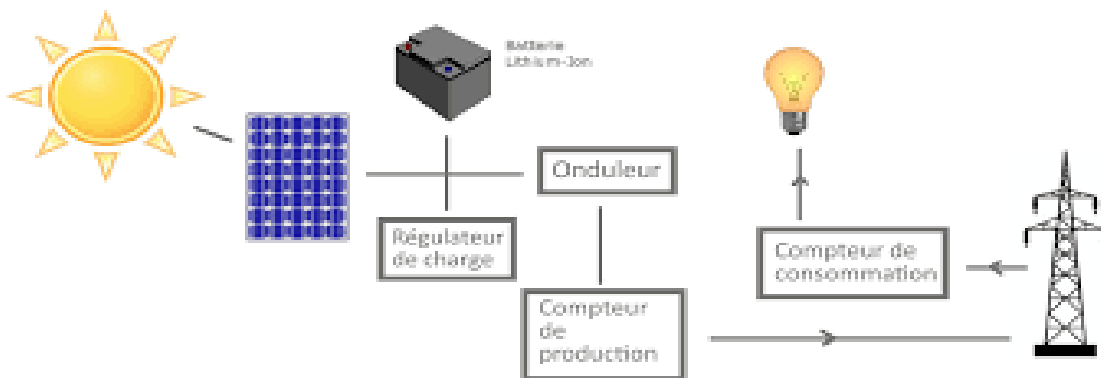


Fig15. Représentation des différents composants d'une installation PV

II-5-1- Système autonome :

C'est un système photovoltaïque complètement indépendant d'autre source d'énergie, qui alimente l'utilisateur en électricité sans être connecté au réseau électrique. Dans la majorité des cas, un système autonome exigera des batteries pour stocker l'énergie. Ils servent habituellement à alimenter les maisons en site isolé, sur des îles, en montagne ainsi qu'à des applications comme la surveillance à distance et le pompage de l'eau. Comme l'indique la fig 16 représentant un exemple de système PV autonome, la présence d'éléments de stockage est obligatoire pour assurer la fourniture à l'utilisateur continuellement et même en cas d'absence potentielle de la production d'électricité. [12]



Fig16. Système PV autonome

II-5-2- Système raccordée au réseau :

Le champ photovoltaïque est couplé directement au réseau électrique à l'aide d'un convertisseur continu/alternatif (DC/AC). Etant donné que l'énergie est normalement emmagasinée dans le réseau même, les accumulateurs ne sont pas nécessaires à moins que vous ne vouliez une forme autonome d'énergie pendant les pannes d'électricité. L'énergie produite est consommée sur place le surplus étant injecté dans le réseau, qui alimente les maisons de nuit ou pendant les jours sans soleil. La fig 17 représente un système PV connecté au réseau.[12]



Fig17. Système PV raccordée au réseau

II-6- Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque :

L'énergie photovoltaïque présente des avantages énormes tels que :

- Gratuité de cette ressource et énormité de son potentiel réparti sur le globe terrestre,

- Propreté durant son utilisation,
- Grande fiabilité,
- Peu d'entretien,
- Grande souplesse de production (variant de milliwatts aux mégawatts),
- Utilisation autonome et décentralisée. [7]

Malgré ces avantages intéressants, il y a aussi des inconvénients tels que:

- Source diffuse du rayonnement solaire qui nécessite de grandes surfaces,
- Technologie coûteuse,
- Facteur de charge faible,
- Stockage difficile,
- Difficulté à recycler les composants du système,
- Investissement élevé dépendant des décisions politiques [7]

II-7- Constituants d'un système photovoltaïque

Le module photovoltaïque à lui seul ne représente pas grand-chose. Pour répondre à un besoin défini, il faut en fait associer étroitement ces modules à un système complet correspondant à une application bien spécifique [13] Telle que les convertisseurs statiques (onduleur et hacheur) avec le système de régulation MPPT, les différents types de batteries et tout dispositif d'interconnexion et de sécurité ou de protection [14] , dans le but d'assurer un approvisionnement dans les normes en électricité. En générale un système photovoltaïque comporte 3 majeures parties, qui sont représenté ci-dessous dans fig 18.

Les panneaux solaires photovoltaïques sont les plus utilisé et les plus répondu dans le marché, ils sont privilégié pour leurs rentabilité et fiabilité ainsi que leurs facilité d'installation et d'utilisation, ils sont de plus en plus appliquée dans différents domaines allant des installations résidentielles, commerciales et centrales de production d'électricité jusqu'aux systèmes spatiaux .

Dans une station solaire photovoltaïque, des centaines voire des milliers de panneaux photovoltaïques sont installés et placés selon les exigences du site, et pour avoir de l'énergie électrique utilisable, plusieurs dispositifs rentre en vigueur (convertisseurs, câblages, système de protection ...) afin de réaliser un système complet qui permet de produire le maximum d'électricité et d'assurer une bonne distribution et stockage de cette dernière. Et comme toute installations industriels existantes une station solaire photovoltaïque comporte plusieurs défauts et anomalies affectant négativement la rentabilité de la station, ils sont liés aux défauts des différents composants de la station et aux perturbations liées aux conditions naturelles, par fois ces perturbations et défauts peuvent causés le disfonctionnement total de la station. .[14]

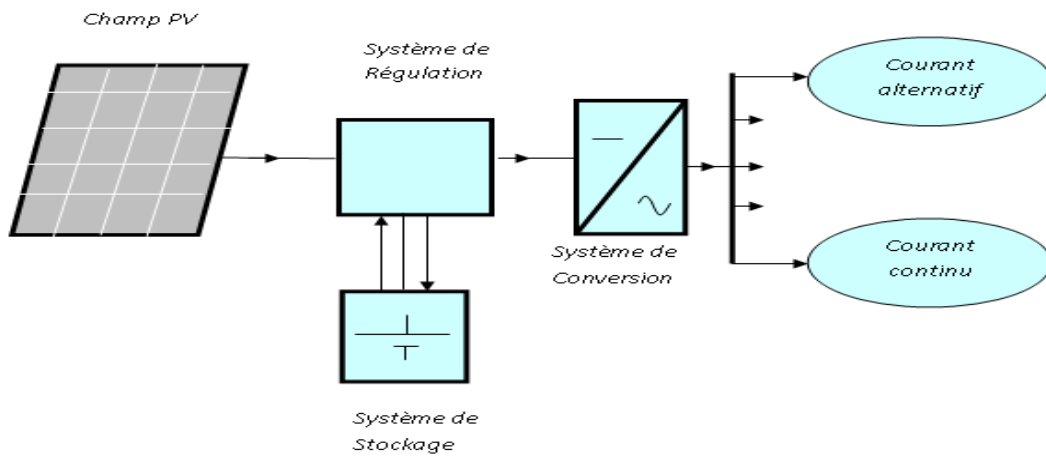


Fig18. Schéma descriptif d'un système photovoltaïque

II-7-1- Générateur PV :

La cellule photovoltaïque est le plus petit élément dans un générateur PV, cela dit c'est l'élément de base de ce dernier, elle est responsable de la conversion directe de l'énergie solaire en un courant électrique continu, seulement elle génère une très faible puissance qui est de l'ordre de quelque watt. Un module PV fig 20 est constitué de plusieurs groupes PV qui est à la base d'un ensemble de cellules PV raccordées en série ayant pour objectif d'augmenter leur tension. Ces cellules PV sont rassemblées en parallèle avec une seule diode by-pass.fig 19 .[14]

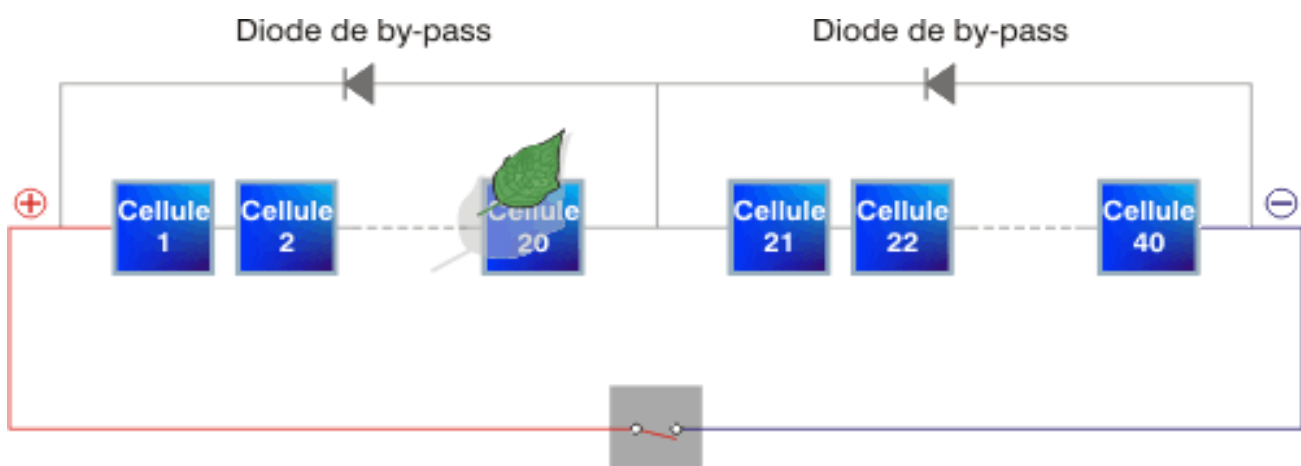


FIG 19 diode de by-pass.



Fig20. Groupement de cellules PV

II-7-2- Champ PV :

Un champ photovoltaïque est composé de plusieurs modules PV câblé en série entre eux, créant une chaîne ou un string qui est un regroupement de plusieurs modules PV en série, il se termine par une diode dite anti-retour, qui a pour objectif de bloquer le courant inversé circulant dans tout le string PV , la tension se trouve ainsi augmentée aux bornes de cette chaîne fig 21. Puis ces chaînes peuvent être mises en parallèle, la tension est conservée et le courant augmente (principe de base de l'électricité). Le dimensionnement consistera à adapter par une combinaison judicieuse le nombre de modules PV en série et en parallèle à la surface disponible (sur une toiture par exemple) mais aussi et surtout à vérifier la compatibilité tension et intensité du champ photovoltaïque à l'onduleur . Notamment il existe plusieurs configurations possibles pour interconnecter les modules dans un champ photovoltaïque: connexion série parallèle simple, connexion Total Cross Tied, connexion Bridge Linked. Il a été montré que les deux dernières configurations peuvent améliorer la performance du champ mais la viabilité économique empêche l'utilisation de telles configurations. Nous ne retenons donc dans ce travail la connexion série parallèle simple. .[15]

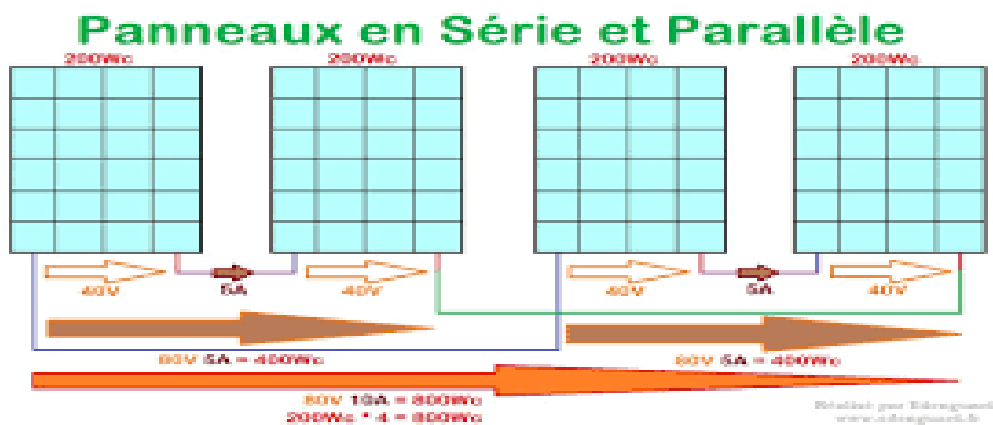


Fig21. Configuration série et parallèle

II-7-3- Convertisseur

Les convertisseurs sont des appareils servent à transformer la tension continue fournie par les panneaux ou les batteries pour l'adapter à des récepteurs fonctionnant en une tension continue différente ou une tension alternative. L'étude du convertisseur est intéressante dans la mesure où il est utilisé dans la plupart des nouveaux types de sources de production d'énergie (éolienne, photovoltaïque, pile à combustible...). En générale on trouve deux sortes de convertisseurs dans une installation PV, le hacheur et l'onduleur qui ont pour rôle d'extraire la puissance maximale du générateur PV et la convertir en puissance alternative avant de la consommer.[15]

II-7-4- Le hacheur :

Le hacheur est un convertisseur continue/continue permettant de convertir une énergie continue à un niveau donné de tension (ou de courant) en une énergie continue à un autre niveau de tension (ou de courant). Son utilisation s'avère nécessaire pour stocker l'énergie photovoltaïque dans des batteries, ou pour alimenter une charge continue. Le hacheur a aussi pour rôle d'extraire la puissance maximale du générateur PV. C'est pourquoi il est muni d'un algorithme de recherche de type MPPT (Maximum Power Point Tracker).[15]

II-7-5- l'onduleur :

L'onduleur est un convertisseur statique DC/AC de haute performance il convertit la tension continue, en tension alternative contrôlée de façon très précise. Dans une station PV la puissance maximale extraite par le hacheur est convertie en puissance alternative active par l'onduleur.

L'onduleur est l'un des composants les plus importants dans une station PV, il existe plusieurs types topologies d'onduleurs utilisés selon la nature et l'exigence de l'installation et les plus importants sont: .[16]

- **Onduleurs modulaires** (module inverter) : Chaque module solaire disposé d'un onduleur individuel, pour les installations plus importantes, tous les onduleurs sont connectés en parallèle côté courant alternatif. Les onduleurs modulaires sont montés à proximité immédiate du module solaire correspondant.
- **Onduleurs centralisés (central inverter)** : Un onduleur centralisé de forte puissance transforme l'ensemble du courant continu produit par un champ de cellules solaires en courant alternatif. Ce qui veut dire un seul onduleur de taille pour tout l'ensemble des modules du champ PV, et pour éviter les pertes dans les câbles et obtenir un rendement élevé, on connecte le plus possible de modules en série.
- **Onduleurs "String" ou "de Rangée"** : L'onduleur String est le plus utilisé. Le plus souvent, huit (ou plus) de modules solaires sont connectés en série. Comme une seule connexion série est nécessaire, les coûts d'installation sont réduits. Il est important de noter qu'en cas d'ombrage partiel des modules solaires, il n'y a pas de perte, l'emploi de diodes de by-pass est fortement recommandé.

II-7-6- Câblage et boîte de jonction

Le câblage a pour but de regrouper électriquement les modules solaires. Généralement, les modules sont câblés tout d'abord en série pour réaliser des branches qui comportent chacune leur diode en série. La mise en parallèle de branches est réalisée, pratiquement, à l'aide de boîtes de jonction fixées sur les châssis. Cette boîte de jonction peut contenir des éléments de protection tels que des fusibles fig 22, des interrupteurs et des sectionneurs. Il est indispensable d'apporter un soin particulier au serrage des cosses et au câblage d'une installation car une chute de tension trop importante dans les connexions et dans les câbles peut réduire considérablement le courant de charge de la batterie. Cette chute de tension est loin d'être négligeable lorsque de forts courants sont fournis sous de faibles tensions. Cette contrainte impose l'utilisation de câbles résistant aux intempéries et dont la section sera fonction de la distance entre panneau solaire et batterie. [17]



Fig 22. Exemple de boîte de jonction et câblage

II-8- Système de protection

Pour garantir la durée de vie d'une installation photovoltaïque destinée pour produire de l'énergie électrique sur des années, des protections électriques doivent être ajoutées aux modules PV afin d'éviter des pannes destructrices liées à l'association de cellules en série et de panneaux en parallèle.

Il existe plusieurs sortes de protection pour une installation photovoltaïque, parmi ces derniers la protection du générateur PV contre les surtensions. [18]

Les surtensions sont présentes de plusieurs manières dans une installation PV. Elles peuvent être :

- Transmises par le réseau de distribution et être d'origine atmosphérique (foudre) et/ou dues à des manœuvres.

- Générées par des coups de foudre à proximité des bâtiments et des installations PV, ou sur les paratonnerres des bâtiments.
- Générées par les variations de champ électrique dues à la foudre.

En règle générale, un système de protection contre la foudre destinée à un générateur PV se compose des éléments suivants :

- 1. Système extérieur de Protection contre la Foudre (SPF) ;
- 2. Installation de mise à la terre et équilibrage de potentiel ;
- 3. Blindage magnétique et câblage ;
- 4. Protection SPD (Surge Protection Device) coordonnée
-

II-9- Les défauts et leurs conséquences les plus fréquents rencontrés dans un champ PV :

Généralement les générateurs PV sont considérés fiables par rapport aux autres systèmes, mais comme tous procédés, un système PV peut être exposé à plusieurs pannes provoquant le dysfonctionnement de ce dernier, plusieurs études ont constaté que la fiabilité des systèmes PV est fortement dépendante du matériel utilisé pour la construction des panneaux PV, de la température, de l'humidité et du rayonnement solaire. Un système PV peut avoir plusieurs défauts que ce soit les défauts de types construction, ou les défauts matériels et électriques causés par les conditions climatiques. A ce titre, nous pouvons citer les défauts affectant un champ PV et leurs conséquences sur la productivité de ce dernier. Les défauts collectés ont été classifiés selon la fonction du différent composant constituant l'installation PV. Six groupes de défauts ont été formés : [19] †

II-9-1- Défauts dans le générateur PV –TAB 2 FIG 23 : [20]

Dans le générateur photovoltaïque on trouve les défauts suivants :

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Dégradation des modules par vandalisme	Diminution des performances et non fonctionnement de l'installation
2	Mauvaise orientation et inclinaison des modules ou inclinaison trop faible	Ombrage, diminution des performances, Stagnation d'eau, dépôt de terre, prolifération de champignons et problème d'étanchéité.
3	Module mal ou pas ventilé, mal fixé ou non câblée	Echauffement, Déplacement du module, diminution des performances, Perte d'étanchéité et détérioration des cellules.

4	-Corrosion du cadre des modules et tempête - Perte d'étanchéité, détérioration des cellules, -- - Module arraché et cassé	Perte d'étanchéité, détérioration des cellules, Module arraché et cassé
5	Foudre et foudre sur l'installation	Détérioration et destruction des Modules.
6	Pénétration de l'humidité et ombrage partiel (feuille d'arbre, déjections)	Diminution des performances du Champ.
7	Important courant de fuite et échauffement des modules par la boîte de connexion	Hot spot, augmentation du courant de fuite, corrosion, perte d'adhérence et d'isolation, diminution de la résistance de CC à la terre et détérioration des cellules

Tab2 Défaits/conséquences générateurs



Fig 23 :exemple défauts générateurs

II-9-2- Défaits dans la boîte de jonction TAB 3-fig 24 :[20]

Les défauts rencontrés dans la boîte de jonction sont :

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Absence de parafoudre ou protection foudre inadaptée	Destruction en cas de foudre
2	Presse-étoupe mal serré	Corrosion des contacts, rupture du circuit électrique
3	Liaison de mise à la terre non fixée ou sectionnée	Pas de mise à la terre
4	Boîte de jonction sans presse-étoupe	Pas d'étanchéité, corrosion des contacts et rupture du circuit électrique
5	Presse-étoupe en caoutchouc et infiltration d'eau par les vis de fixation	Corrosion des connexions, des diodes, des bornes et incendie

6	Boîte de jonction non repérée, déconnexion des soudures et liaison sans protection	Problème pour contrôle et maintenance, arc électrique, incendie, diminution des Performances et destruction de la liaison
7	Pénétration de l'eau ou de l'humidité	Corrosion des connexions, des diodes, des bornes et incendie

Tab. 3. Defauts/consequences - boite de jonctions



Fig24 .exemple defaut boite de jonction

II-9-3- Défauts dans le système de câblage TAB 4-fig 25 :[20]

Les défauts rencontrés dans le système de câblage est données comme suite:

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Mauvais dimensionnement des câbles ou boîte de connexion décollée	Chute de tension > 3%, échauffement et connexion des cellules en série endommagée
2	Connexion desserrée ou cassée et toron	Arc électrique, incendie, destruction de la boîte de jonction, destruction de diodes et boucle électromagnétique
3	Principe de câblage en goutte d'eau non respecté et absence de graisse de silicone	Mauvais câblage et humidité
4	Mauvais câblage ou câbles non fixés	Court-circuit, claquage des diodes anti retour, destruction des connecteurs (circuit ouvert), aléas de fonctionnement sur disjoncteur et boucle de câblage
5	Câbles d'arrivée des sous champs entamés lors du dénudé ou câble mal dénudé	Mauvais câblage, faux contacts, circuit ouvert et arc électrique. Faux contacts, circuit ouvert et arc électrique
6	Bornes rouillées	Faux contacts, circuit ouvert et arc électrique

Tab4 Defauts/consequences système cablage



Fig 25.exemple défaut système cablage

II-9-4- Défaits dans le système de protection TAB 5-fig 26:[20]

Les différents défauts qu'on trouve dans le système de protection sont comme suite :

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Protections inappropriées ou mal dimensionnées	Court-circuit, hot spot, incendie et arrêt de l'installation
2	Interrupteur, disjoncteur inapproprié et vieillissement des disjoncteurs	Arc électrique, incendie, destruction à l'ouverture et non fonctionnement des disjoncteurs
3	Mauvaise dissipation de la chaleur des diodes ou sous dimensionnement des diodes de by-pass ou diode mal connectée	Echauffement, Hot spot, destruction des diodes, échauffement de la boîte de jonction, Non fonctionnement des diodes et absence de protection contre les courants inverses
4	Interrupteur, disjoncteur inapproprié et vieillissement des disjoncteurs	Problème de sécurité et dysfonctionnement en cas de pluie
5	Pas de possibilités de sectionnement extérieur au coffret ou armoire électrique posée à même le sol à l'extérieur	Non déclenchement et tension entre neutre et terre
6	Disjoncteur différentiel non conforme à la norme	Non fonctionnement des diodes, court-circuit, hot spot et non fonctionnement des fusibles et des protections de surtension

Tab.5 défauts /cosequences système de protection



Fig26. systeme de protection

II-9-5- Défaits dans l'onduleur TAB 6- fig 27 :[20]

Les défauts rencontrés dans l'onduleur :

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Dégradation à cause la chaleur ou défaut d'isolement	Détérioration de l'onduleur et des connexions
2	Faux contact et fusible fondu	Arrêt de l'onduleur
3	Surtension ou onduleur non mis à la terre	Déconnexion de l'onduleur et disjoncteur différentiel non actif
4	onduleur sous dimensionné ou surdimensionné	Destruction de l'onduleur et Perte de puissance avec diminution des performances
5	Onduleur installé dans un lieu non étanche ou mal fixé	Panne et chute de l'onduleur
6	Mauvais choix de la tension nominale d'entrée	Diminution des performances
7	Afficheur de cristaux liquide endommagé ou illisible ou perte de la mémoire (mauvaise manipulation du technicien)	Pas d'information sur le fonctionnement et perte des données

TAB. 6 défauts /conséquences onduleurs



Fig 27 onduleure

II-9-6- Défaits dans le système d'acquisition TAB 7-fig 28:[20]

Les défauts rencontrés dans le système d'acquisition :

N°	DEFAUTS	CONSEQUENCES
1	Coupure de courant ou défaut de paramétrage	Perte de données et enregistrement de fausses données
2	Sonde d'ensoleillement non câblée et mauvais câblage des shunts de mesure	Mesure impossible ou erronée
3	Non configuré pour l'acquisition des données ou acquisition de données vierge	
4	Armoire fermée par le service de maintenance ou présence d'un code	Lecture des données par l'exploitant impossible
5	Bornier de mesures et de sonde de température trop proches	Câblage difficile, risque de court-circuit
6	Mesure de données non nulles alors que système PV à l'arrêt	Fiabilité des données

TAB 8 défauts /conséquences dans le système d'acquisition



Fig 28: système d'acquisition

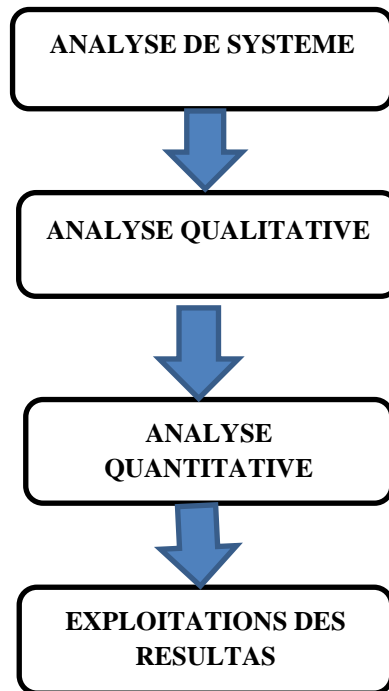
CHAPITRE III

***APPLICATION D'AMDEC SUR LES INSTALLATIONS
PHOTOVOLTAIQUE***

III-1- Description de l'enchaînement des opérations

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

Différentes étapes de l'AMDEC



III-2- Analyse du système:

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

- Analyse qualitative (AMDE):

Elle permet la détermination et la description des modes de dégradations et de défaillances du système. Pour un composant et une fonction associée, nous cherchons à déterminer l'ensemble des dégradations potentielles, leurs causes et leurs conséquences.

Nous réalisons cette recherche pour tous les composants et toutes les fonctions du système jusqu'à l'obtention de l'ensemble des scénarios de défaillances (enchaînements de dégradations de composants conduisant à la défaillance du système).

L'analyse des modes de défaillances et de leurs effets permet donc de définir, pour chaque fonction du système, la liste la plus exhaustive possible des modes de défaillances, des causes de défaillances, des effets directs et indirects qui sont le résultat de la dégradation de ce composant sur un autre composant.

- Analyse quantitative :

Elle correspond à la caractérisation des scénarios de défaillances du système.

L'analyse quantitative vise à la fois à pouvoir hiérarchiser les scénarios de défaillances par ordre de criticité (combinaison de l'occurrence des dégradations, de la gravité des effets engendrés et de la détectabilité de ces dégradations), à connaître les durées séparant deux dégradations successives d'un même scénario de

défaillance et à caler (fixé) les dégradations de différents scénarios de défaillances les unes par rapport aux autres.

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

- Désignation du scénario étudié,
- Evaluation de la criticité à travers l'analyse de la gravité, de l'occurrence et de la détectabilité du scénario.

La criticité d'un scénario correspond au produit de la gravité, de l'occurrence et de la détectabilité,

$$C = O \times G \times D$$

- hiérarchisation par ordre de criticité décroissant (la valeur la plus élevée correspond à la criticité la plus forte). L'analyse de criticité permet d'effectuer un classement des différents scénarios. La mise en place d'un seuil de criticité avec les experts permet de retenir les scénarios les « plus critiques ».

COTE	ECHELLE D'OCCURRENCE(O)	ECHELLE DE GRAVITE (G)	ECHELLE DE NON DETECTION (D)
1	Défaillance peu probable	Aucune influence	Détection certaine de la défaillance lors des contrôles
2	Défaillance très rare	Baisse de rendement	Probabilité forte de détecter la défaillance lors des contrôles
3	Défaillance occasionnelle	Légère altération du Système	Probabilité modéré de détecter la défaillance lors des contrôles
4	Défaillance répétitive	Arrêt du système	Probabilité faible de détecter la défaillance lors des contrôles

TAB .8. Cotation pour l'étude arbre de défaillance

En prenant en compte la grille de cotation du Tableau nous allons attribuer à chaque mode de dégradation une cote TAB 8.

III-3 Application AMDEC pour système photovoltaïque

Nous avons commencé le développement d'une application qui a pour but principal de faciliter la création des tableaux AMDEC à travers une approche interactive et simplifiée. Bien que l'application soit complète vis-à-vis son objectif principal (création des tableaux AMDEC),:[21]

La synthèse entre l'inspection visuelle et l'avis des experts, nous a permis de réaliser les tableaux suivants
TAB 9:[20]

AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ									
SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE									
ELEMENT	FONCTION	MODES DE DEFAILLANCE	CAUSES	EFFETS DE LA DEFAILLANCE	CRITICITE				ACTION CORRECTIVE
					O	G	D	C	
MODULE PV	TRANSFORMER L'ENERGIE SOLAIRE EN ENERGIE ELECTRIQUE	LE MODULE PV NE DELIVRE PAS D'ENERGIE ELECTRIQUE	POINT CHAUD	LE SYSTEME NE PRODUIT PAS D'ENERGIE ELECTRIQUE	3	4	2	24	VERIFICATON SERRAGE SYSTEME MONTAGE /SYSTEMATIQUE
			DEFAILLANCE DE LA BOITE CONNEXION		3	3	4	36	CHANGEMENT/ CURATIVE
			VITRAGE CASSEE		2	4	2	16	REPLACEMENT/ CURATIVE
			DEFAILLANCE DE DIODE BY-BASS		2	4	2	16	CHANGEMENT/ SYSTEMATIQUE
			DELAMINATION		2	4	3	24	VERIFICATION CIRCUIT ET CABLAGE
		LE MODULE PV DELIVRE UN PUISSANCE DEGRADEE A LA PUISSANE MAX	CELLULES CASSEE	LE SYSTEME PRODUIT MOIN OU PAS D'ENERGIE ELECTRIQUE	4	2	3	24	CHANGEMENT/ CURATIVE
			DEFAILLANCE DE LA SOUDURE DES RUBANS		3	3	4	36	REPARATION OU CHANGEMENT URGENT /SYSTEMATIQUE
			INTERCONNECTI ON CASSEES		3	4	3	36	REPARATIONOU CHANGEMENT SYSTEMATIQUE
			DECOLORATION DE L'ENCAPSULAN T		5	4	3	60	CHANGEMENT RAPID/ PREVISIONNELLE
			CORROSION		4	4	3	48	NETOYAGE /SYSTEMATIQUE

TAB 9. Synthèse AMDEC sur élément : PV

Application AMDEC pour système-BATTERIES TAB-10

BATTERIE	DELIVRE L'ENERGIE ELECTRIQUE QUANT IL YA INSUFFISANCE	PROBLEME DE L'ELECTROLYTE	STRATIFICATION DE L'ELECTRODE	PAS D'ENERGIE A LA SORTIE DE LA BATTERIE	2	2	2	8	CHANGEMENT /CURATIVE
		DETERIORATION DES ELECTRODES	SULFATATION		2	4	2	16	SYSTEMATIQUE
			CORROSION		4	2	2	16	NETOYAGE / SYSTEMATIQUE
			NON COHESION DES MASSES ACTIVES		4	2	2	16	SYSTEMATIQUE

TAB . 10 Synthèse AMDEC sur élément : BATTERIE

Application AMDEC pour système régulateur TAB 11

REGULATEUR	PROTEGER LA BATTERIE CONTRE LES SURCHARGES ET LES DECHARGES PROFONDE	PROBLEME DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES	DEFAILLANCE DE LA RESISTANCE	PAS DE REGULATION DE LA TENSION DE LA BATTERIE	1	4	5	20	CHANGEMENT CURATIVE
			DEFAILLANCE DE LA DIODE		1	4	5	20	CURATIVE
			DEFAILLANCE DU TRANSISTOR		1	4	5	20	CURATIVE

TAB 11 Synthèse AMDEC sur élément : REGULATEUR

Application AMDEC pour système onduleur TAB 12 :

ONDULEUR	TRANSFORMER L'ENERGIE ELECTRIQUE CONTENUE EN ALTERNATIVE	L'ONDULEUR NE DELIVRE PAS D'ENERGIE ELECTRIQUE ALTERNATIVE	PANNE DE RELAIS DE SORTIE	PAS D'ENERGIE A LA SORTIE DE L'ONDULEUR	1	4	4	16	SYSTEMATIQUE STOCK SUR MAGASIN
			FAUX CONTACTE		1	5	4	20	SYSTEMATIQUE
			FUSIBLE FONDUE		2	4	5	40	SYSTEMATIQUE STOCK SUR MAGASIN
			DEFAILLANCE mppt		1	4	5	20	CURATIVE
		L'ONDULEUR DELIVRE UNE ENERGIE ELECTRIQUE ALTERNATIVE DEGRADEE	CORROSION		4	2	2	16	NETOYGE SYSTEMATIQUE
			OXYDATION DES BOUTONS DE COMMANDE ET DE VISSERIES		2	5	2	20	NETOYAGE SYSTEMATIQUE

TAB 12. Synthèse AMDEC sur élément : ONDULEUR

Conclusion

Nous avons essayé dans cette mémoire, à partir d'un exemple d'AMDEC , de montrer quelques avantages d'une telle analyse . En effet, l'exemple a prouvé que l'AMDEC permet essentiellement d'améliorer la disponibilité de la machine par réduction des temps d'arrêt, considérés comme étant un des facteurs qui contribue au respect des échéances souhaitées par le service de production, et par voie de conséquent, permet le respect des délais de livraison surtout pour une entreprise ou l'énergie électrique est indispensable comme les hôpitaux ou toute endroit d'assemblage publique ou bien dans un contexte de concurrence nationale ou internationale dans le domaine de production . D'autre part, la méthode offre une garantie pour la fiabilité de la machine facilitant la prise des décisions adéquates pour corriger les défaillances critiques, et pour mettre en œuvre des méthodes préventives assurant une bonne maintenabilité de dispositif ou de la machine.

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)
- Fusible fondue dans l'onduleur (C=40)
- Défaillances des soudures à rubans du module (C=36)
- Interconnexions cassés 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.

استنتاج

لقد حاولنا في هذه المذكرة، من خلال المثال، أن نظهر بعض مزايا مثل هذا التحليل. في الواقع، أظهر المثال أنه يجعل من الممكن بشكل أساسي تحسين توفر الماكينة عن طريق تقليل وقت التوقف عن العمل، والذي يعتبر أحد العوامل التي تساهم في احترام المواعيد النهائية التي يرغب فيها قسم الإنتاج، ومن ثم يسمح باحترام أوقات التسليم خاصة بالنسبة لشركة تكون فيها الطاقة الكهربائية ضرورية مثل المستشفيات أو أي مكان للتجمع العام أو في سياق المنافسة الوطنية أو الدولية في مجال الإنتاج. من ناحية أخرى، توفر الطريقة ضمانًا لموثوقية الماكينة مما يسهل اتخاذ القرارات المناسبة لتصحيح الأعطال الحرجة، وتنفيذ طرق وقائية تضمن قابلية الصيانة الجيدة للجهاز أو الجهاز.

بالإضافة إلى ذلك، فإن تحليل الأهمية الحرجة يجعل من الممكن تصنيف السيناريوهات المختلفة. إن إنشاء عتبة مع الخبراء يجعل من الممكن الاحتفاظ بالسيناريوهات "الأكثر أهمية". وفقًا لجدول التحليل أعلاه، فإن التصنيف في اتجاه زيادة الأهمية يعطي الترتيب التالي: الوحدة النمطية، والعاكس، والمنظم، وأخيرًا البطارية.

بالنسبة للنظام الكهروضوئي، فإن مخاطر الفشل التي يتم التعبير عنها بواسطة الأهمية الحرجة: C هي

تغير لون المادة المغلفة للوحدة (C = 60)

معامل التآكل (C = 48)

فتيل مفسوخ في العاكس (C = 40)

عيوب اللحامات الشريطية للوحدة (C = 36)

وصلات معطلة في الوحدة النمطية (C = 36)

تعتبر هذه الإخفاقات حرجة وغير مقبولة، وإجراءات وقائية و / أو يتم البحث عن الأدوية من أجل تقليل الحرجية

Conclusion

We have tried in this brief, using an example from AMDEC , to show some advantages of such an analysis. Indeed, the example has shown that AMDEC essentially makes it possible to improve the availability of the machine by reducing downtime, considered to be one of the factors which contributes to meeting the deadlines desired by the production department, and consequently, allows the respect of delivery times especially for a company where electrical energy is essential such as hospitals or any place of public assembly or in a context of national or international competition in the field of production. On the other hand, the method offers a guarantee for the reliability of the machine facilitating the making of adequate decisions to correct critical failures, and to implement preventive methods ensuring good maintainability of the device or the machine.

In addition, the criticality analysis makes it possible to classify the different scenarios. The establishment of a threshold with the experts makes it possible to retain the "most critical" scenarios. According to the above analysis tables, a classification in the direction of increasing criticality gives the following order: module, inverter, regulator and finally the battery.

For a photovoltaic system, the risks of failures expressed by criticality C are:

- Discoloration of the module's encapsulant (C = 60)
- Modulus corrosion (C = 48)
- Fuse blown in the inverter (C = 40)
- Faults of the ribbon welds of the module (C = 36)
- Broken interconnections in the module (C = 36)

These failures are considered critical and unacceptable, preventive actions and / or Curatives are sought in order to reduce criticality.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1 solar.com/fr/l'energie-solaire-une-solution-intelligente-au-service-de-l'environnement
- 2 Wikipédia-maintenance industrielle
- 3 Salim Djriou, « Simulation d'un système photovoltaïque alimentant une machine asynchrone », thèse magistère, université Ferhat Abbas-Sétif, 2011
- 4 les formes de la maintenance –accueil /méthode de maintenance
- 5 <https://prod-maint-indus.pagesperso-orange.fr/niveau/niveau.htm>
- 6 Analyse des Modes de Défaillance des Systèmes Photovoltaïques installés dans le sud Algérien DE master en électrotechnique option : énergies renouvelables THEME
- 7 Université Colonel Akli Mohand-Oulhadj Bouira En vue de l'obtention du diplôme de master//2018/thème : Contribution à l'étude d'un système photovoltaïque
- 8 Projet de fin d'étude (application de l'AMDEC sur un laminoir
- 9 Étude AMDEC compresseur
- 10 solar.com/fr/l'energie-solaire-une-solution-intelligente-au-service-de-l'environnement
- 11 Université Colonel Akli Mohand-Oulhadj Bouira / master 2018 : Contribution à l'étude d'un système photovoltaïque
- 13 Alain Ricaud, « Modules et systèmes photovoltaïques », Sept 2008, Président de Screen Solar, Professeur Associé à l'Université de Savoie. Systèmes PV Alain Ricaud
- 14 Long BUN, « Détection et Localisation de Défauts pour un Système PV », thèse de doctorat, L'université de Grenoble, 2011.
- 15 Othmane Benseddik, Fathi Djaloud, « Etude et optimisation du fonctionnement d'un système photovoltaïque », mémoire de master, université Kasdi Marbah- Ouargla, 2012
- 16 -Abdesslam Belaout, « Etude et diagnostic des défauts fréquents aux systèmes (PV) par emploi de la caractéristique courant-tension », thèse magister, université – Setif-1- U-S-1 (Algérie), 2014.

- 17 Alain Ricaud, « Modules et systèmes photovoltaïques », Sept 2008, Président de Screen Solar, Professeur Associé à l'Université de Savoie. Systèmes PV Alain Ricaud_Sept08 Comprese.doc
- 18 Reynaud Jean-François, « Recherches d'optimums d'énergies pour charge/décharge d'une batterie à technologie avancée dédiée à des applications photovoltaïques », thèse doctorat, L'université de Toulouse, 2011.
- 19 Lyes Lazari - Nasser-Eddine Mebarki , « Étude d'un système photovoltaïque », mémoire de fin de cycle, Université A.Mira de Bejaïa, 2014.
- 20 Analyse des Modes de Défaillance des Systèmes Photovoltaïques installés dans le sud Algérien DE master en électrotechnique option : énergies renouvelables Thème
- 21 université hadji mokhtar annaba faculte des sciences de l'ingéniorat département de génie mécanique mémoire / diplôme de master mémoire : bounamous boubaker Année: 2013/2014
Etude AMDEC D'un Broyeur a Boulets Type Unidan