



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et
De la Recherche Scientifique
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Sécurité Prévention Intervention

Thème

Etude de danger dans une centrale électrique

(SHARIKAT KAHRABA TERGA S.P.A)

SKT

Présenté et soutenu publiquement par :

LAZAR NASRALLAH , KERIM ABDELHADE

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Estabiment	Qualité
TAHRAOUI MOHAMED	Univ d'oran 2	Encadreur

Année 2022/2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord "Allah" pour nous avoir donné la force et la volonté d'élaborer ce modeste travail.

Nos remerciements spéciaux et chaleureux à nos parents qui nous ont donné tout l'encouragement et tous les moyens pendant toute la durée de nos études.

*Nous voulons exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur **Dr. TAHRAOUI M** pour son encadrement, son soutien, ses remarques pertinentes et ses conseils judicieux qui nous ont apportés et sans oublier son encouragement et son aide*

Précieux pour finaliser notre travail (Projet de fin d'étude).

Nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Nous remercions aussi tous les enseignants du département de Hygiène et sécurité industrielle pour l'enseignement qu'ils nous ont inculqué au cours de notre cursus universitaire.

Dédicace

Merci "Allah" de m'avoir donné la capacité d'écrire, de réfléchir, la force d'y croire et la patience d'aller jusqu'au bout.

Je dédie ce modeste mémoire à ma chère mère est mon PERE
, mes sœurs, mes tantes, mes neveux, mes petits cousins et toute ma famille maternelle.

A mon collègue, mon compagnon et cher binôme ABDELHADE.

A ZOHIR (Ingénieur HSE à SKT) qui m'as vraiment aidé.

Je rends hommage à mes amis qui m'ont encouragé pendant cette difficile année.

NASRALLAH

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

Aux personnes qui sont les plus chères à mon cœur.

A mes chers parents;

A mes chers frères

A ma cousine

A toute ma grande famille A mes chers amis

A mon binôme NASRALLAH

A toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont participées à la réalisation de ce travail.

ABDELHADI

Sommaire :

Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Liste des abréviations	
Introduction.....	

Chapitre I : Présentation générale sur la société SKT

1. Introduction.....	1
2. Présentation de la centrale électrique	1
3. Rôle de la centrale électrique.....	2
4. Alimentation de la centrale	3
4.1. En gaz	3
4.2. En électricité	3
4.3. en eau de mer	3
5. Les composants de la centrale électrique SkT.....	3
5.1. La turbine à gaz	4
5.2. Alternateur	5
5.3. Embrayage auto commutable synchrone entra la Tv et Alternateur.....	5
5.4. Turbine à vapeur	6
5.5. Chaudière de récupération	7
6. Cycle eau vapeur	8
a . Condenseur.....	8
b. Pompe d'extraction des condensats.....	8
c-Pompes de préchauffage d'eau d'alimentation	8
d. Système de vide Condenseur.....	9
7. Les unités auxiliaires de la centrale électrique	9

7.1. Station pompage	9
7.2. Production d'eau dessalée	10
7.3. Distribution électrique.....	11
7.4. Transformateur éleveurs de tensions de l'alternateur	12
8. Système de refroidissement.....	12
a. Système de refroidissement principale	12
b. Système de surveillance des émissions de fumé	13
c. Système d'alimentation en combustible.....	13
d. Système d'alimentation en gaz	13
e. Système d'alimentation en gasoil.....	13
9. Traitement des rejets de la centrale	14
8.1. Station de traitement des eaux usées 40 H.E.....	14
8.2. Séparateurs eau huile	14
8.3 Contrôle des rejets atmosphérique.....	14
9. Conclusion	14
 Chapitre II : Les Risques	
1. Introduction.....	17
2. Type des risques dans l'énergie centrale Terga	18
2.1. Risque d'explosion.....	18
2.2. Risque d'incendie	18
2.3. Risque de toxicité.....	19
2.4. Risque d'asphyxie	19
2.5. Risque de chute de personnes	20
2.6. Risque de chute de charge et d'objets	22
2.7. Risque delectrisation electrocution	24

2.8. Risque liés aux engins et véhicule	25
2.9. Risque liés à l'environnement.....	27
3. Conclusion	29

Chapitre III : Les risques électrique et les différentes méthodes d'analyse utilisées :

Partie 1. Généralités sur les risques électriques	31
1. Définition du risque électrique	31
2. Nature des accidents électriques	31
3. Les effets du courant électrique	31
3.1. Effets physiologiques	31
a. L'électrisation	32
b. L'électrocution.....	32
3.2. Effets sur l'environnement	33
a. Les incendies.....	33
b. Les explosions.....	34
Partie 2. Méthode d'analyse des risques	34
1. Analyse préliminaire des risques ^{^APR^}	34
a. Définition	34
b. Objectif.....	35
c. Mise en œuvre de la méthode.....	35
2. Hazop ^{^Hazard and operability study ^}	35
a. Définition.....	35
b. Objectif.....	36
c. Mise en œuvre de la méthode.....	36

3. Arbre de défaillance	36
a. Définition.....	36
b. Objectif.....	37
c. Mise en œuvre de la méthode.....	37
4. Arbre de cause	37
a. Définition	37
b. Objectif	38
c. Mise en œuvre de la méthode	38
5. AMDEC	38
a. Définition	38
b. Objectif	39
c. Types de l'AMDEC.....	39
a. AMDEC organisation.....	39
b. AMDEC produit.....	39
c. AMDEC moyen.....	39
d. AMDEC service.....	39
e. AMDEC sécurité.....	39
d. Les aspects de la méthode	40
Les aspects qualitatif	40
Les aspects quantitatif	40
e. Mise en œuvre de la méthode.....	40
conclusion.....	40
 Chapitre IV : Application d'Amdec	
Introduction	43
Systeme étudié	43

Les risques liés aux installations	43
Les tableaux d'application de la méthode.....	[46-52]
Résultat d'application de l'AMDEC	53
5.1. Avant application	53
5.2. Après application.....	54
Interprétation	55
Statistiques avant et après l'application de l'AMDEC	56
7.1. Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC	56
7.2. Histogramme des statistiques de la criticité après l'application de l'AMDEC	56
Conclusion	57
Conclusion general.....	59
Bibliographie... ..	60

Liste des tableaux

Chapitre IV :

Tableau 4.1 : Analyse de modes de défaillance et leurs effets et leur criticité.....	45
Tableau 4.2 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités.....	46
Interprétation	46
Tableau 4.3 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités.....	47
Interprétation	47
Tableau 4.4 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticité	48
Interprétation	48
Tableau 4.5 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités.....	49
Interprétation.....	49
Tableau 4.6 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités.....	50
Interprétation	50
Tableau 4.7 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités	51
Interprétation	51
Tableau 4.8 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités.....	52
Interprétation	52
Tableau 4.9 : Résultat d'application de L'AMDEC Avant l'application	53
Tableau 4.10 : Résultat d'application de L'AMDEC après l'application	54

Liste des figures

Chapitre I :

Figure 1.1 : La centrale électrique.....	1
Figure 1.2 : objectif de la centrale.....	2
Figure 1.3 : cycle combine.....	3
Figure 1.4 : Turbine a gaz.....	4
Figure 1.5 : alternateur.....	5
Figure 1.6 : Turbine a vapeur.....	7
Figure 1.7 : chaudière.....	8
Figure 1.8 : Station pompage.....	9

Chapitre II :

Figure 2.1 : les risques.....	17
Figure 2.2 : : travail dans espace confiné.....	20
Figure 2.3 : produits chimique.....	20
Figure 2.4 : travaux en hauteur.....	21
Figure 2.5 : protection collective.....	21
Figure 2.6 : les échafaudages.....	22
Figure 2.7 : Travaux de manutention.....	22
Figure 2.8 : Outils posés aux bords des passerelles.....	23
Figure 2.9 : Port des outils.....	23
Figure 2.10 : surcharge de la prise.....	24
Figure 2.11 : Encombrement des voies de circulation.....	25
Figure 2.12 : choc entre véhicule.....	25
Figure 2.13 : choc avec l'installation.....	26

Figure 2.14 : choc avec les personnels	26
Figure 2.15 : règles de circulation.....	27
Figure 2.16 : Risques liés à l'environnement.....	27
Figure 2.17 : déchets solides.....	28
Figure 2.18 :Emissions atmosphériques.....	28
Figure 2.19 : pollution marine.....	29

Chapitre III :

Figure 3.1 : incendies.....	34
------------------------------------	-----------

Acronymes et abréviations

TBT : Très basse tension

BTA : Base tension

BTB : Base tension

HTA : Haute tension

HTB : Haute tension

TBTS : Très basse tension de sécurité

TBTP : Très basse tension de protection

UV : Ultraviolet

VAT : Vérificateur d'absence de tension

PHA : Process Hazard Analysis (analyse des dangers du procédé)

LOPA : Layers Of Protection Analysis (analyse des couches de protection)

QRA : Quantitative Risk Analysis (analyse quantitative des risques)

APR : Analyse préliminaire des risques

HAZOP : Hazard and operability study

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

ADD : Arbre de défaillance

SKT : Shariket Kahraba Terga

TG : Turbine à gaz

TV : Turbine à vapeur

HP : Haute pression

MP : Moyen pression

BP : Base pression

MSF : Multi-Etages Flashing

PH : Potentiel hydrogène

H.E : Equivalent habitant

FID : Détecteur à flamme ionisé

G : Gravité

F : Fréquence

D : Probabilité (facteur)

C : Criticité

Résumé

Durant ces dernières décennies, les risques industriels ont constitué un problème de maîtrise de sécurité totale, parmi ces risques on apprécie les risques électriques qui ont un facteur de gravité très important sur les travailleurs et le matériel dans l'industrie. Le thème de notre recherche est basé sur la prévention des risques électriques au niveau du SHARIKET KAHRABA TERGA à Ain Témouchent, et ce à partir de l'application des méthodes d'analyse des risques. Ce travail a été dans le sens à faire comprendre aux personnes concernées les risques encourus et leurs effets et d'autre part, à analyser les moyens, méthodes et attitudes à acquérir pour éviter les risques d'origine électrique et les meilleurs moyens de prévention. Ces dernières dans le but de chercher aux causes principales qui provoquent les risques, ainsi que de les éviter ou de les diminuer. Cela pour la sécurité et la protection des travailleurs durant les heures de travail à partir d'utiliser les lois de protection et de prévention des risques.

Abstract

During the last decades, industrial risks have been a problem of total safety control; among these risks we appreciate the electrical risks which have a very important factor of gravity on workers and equipment in industry. The theme of our research is based on the prevention of electrical risks at the level of SHARIKET KAHRABA TERGA in Ain Témouchent and this from the application of risk analysis methods. This work was aimed at making the people concerned understand the risks involved and their effects and, on the other hand, at analyzing the means, methods and attitudes to be acquired to avoid risks of electrical origin and the best means of prevention. The latter in order to seek the main causes that cause the risks as well as to avoid or reduce them. This is for the safety and protection of workers during working hours starting from the use of protection and risk prevention laws

خلاصة

خلال العقود الماضية كانت المخاطر الصناعية تمثل مشكلة التحكم الكامل في السلامة من بين هذه المخاطر نقدر المخاطر الكهربائية التي لها عامل جاذبية مهم جداً على العمال والمعدات في الصناعة. يركز موضوع بحثنا على الوقاية من المخاطر الكهربائية على مستوى شركة الكهرباء في عين تموشنت وذلك من خلال تطبيق طرق تحليل المخاطر. كان هذا العمل يهدف إلى جعل الأشخاص المعنيين يفهمون المخاطر التي تنطوي عليها وتأثيراتها ومن ناحية أخرى إلى تحليل الوسائل والأساليب والمواقف التي يجب اكتسابها لتجنب مخاطر المنشأ الكهربائي وأفضل وسائل الوقاية. هذا الأخير من أجل البحث عن الأسباب الرئيسية التي تسبب المخاطر وكذلك لتلافيها أو تقليلها.

Introduction
Générale

Introduction générale

Les activités industrielles comportent des risques qui peuvent provoqués des accidents ont des conséquences catastrophiques.

Dans les industries, on insiste toujours sur la sécurité des installations car une simple erreur ou dysfonctionnement d'un système est causé à l'arrêt des plusieurs services d'une entreprise ainsi que leurs effets nocifs sur les travailleurs et beaucoup plus sur leurs santé.

Dans le cadre d'une démarche préventive, l'élimination des causes des accidents doit être un objectif majeur dans un milieu de travail. Pour atteindre cet objectif, l'enquête et l'analyse des accidents par des méthodes adéquates sont des activités importantes à réaliser car elles permettent d'identifier les causes des évènements accidentels et de recommander des mesures correctives pour les éliminer ou les contrôler à la source.

Une méthode d'analyse des risques comme AMDEC est avant tout une méthode d'analyse de systèmes (systèmes au sens large composé d'éléments fonctionnels ou physiques, matériels, logiciels, humains...), statique, s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes conséquences), pour l'étude organisé des causes, des effets des défaillances et de leur criticité. Dans ce contexte, nous avons effectué une étude générale sur la prévention des risques électriques au sein de la centrale électrique SKT

Objectif de la recherche :

Le travail présenté dans cette mémoire à pour objectif de maîtriser les risques électriques et l'amélioration de la prévention contre ces risques pour augmenter le niveau de la sécurité électrique dans l'industrie.

Organisation de la mémoire :

Pour atteindre l'objectif de cette mémoire qui est l'amélioration de la prévention contre les risques électriques et le choix des appareils de protection, notre mémoire s'articule autour des chapitres suivant :

- Chapitre 1 : intitulé " Présentation générale de la société SKT"
- Chapitre 2 : intitulé " Types de risques dans l'énergie centrale TERGA"
- Chapitre 3 : intitulé "C"
- Chapitre 4 : intitulé "Application de la méthode AMDEC"

Chapitre I :

Présentation générale

de la société SKT

1. INTRODUCTION [1] :

La centrale électrique est une enceinte pleine d'équipements et d'installations électriques divers qui font l'objet d'interventions de différents types par différents intervenants (exploitants, électriciens, électromécaniciens et même des agents des services généraux).

Ces interventions sont soumises à des risques dus à la nature du fonctionnement de ces installations et qui est l'électricité, et malgré les mesures considérables prises par l'entreprise à travers ses procédures pour travailler dans les meilleures conditions de sécurité, ont fait parfois des accidents qui ont nuis à la santé des travailleurs et au bon fonctionnement de ces installations.

2. Présentation de la centrale électrique



Figure 1.1 : *La centrale électrique*

SHARIKET KAHRABA TERGA est une société par actions (SPA) :

SONALGAZ 51% avec SONATRACH 49% des actions.

La centrale électrique S.K.T est située dans la partie l'Ouest de l'Algérie, à la commune d'OULED BOUDJEMAA à 25 km d'Ain Témouchent.

Le début de réalisation de la centrale était en 2008 par le Consortium ALSTOM/ORASCOM, mise en exploitation en 2012 elle contribue de 10% de la production nationale.

La centrale électrique à cycle combiné se compose de trois (3) unités « single shift » KA26-1. Chaque unité « single shift » se compose de :

- 01 turbine à gaz (TG) industrielle de grande puissance Astome type 26 équipées d'un système de combustion séquentielle à pré-mélange pauvre et faible émission de NO_x. (x=1 ou 2 ou 3)
- 01 cycle eau/vapeur a triplé pression de réchauffage avec chaudière de récupération HSRG.
- 01 Turbine à vapeur (TV) composée de deux corps à triple pression de réchauffage avec corps double installé sur un plancher.
- 01 Alternateur refroidi à l'hydrogène H₂, commun à la TG et la TV. [1]

3-Rôle de la Centrale électrique :

- Le rôle principale de cette centrale est de produire de l'énergie électrique à partir de la combustion du gaz naturel , elle est chargée dans le cadre national d'alimenter avec d'autres centrales en parallèles un réseau interconnecté qui part de l'est à l'ouest en passant par le centre , l'exploitation de ce réseau est assuré par le dispatching , situé au niveau D'ALGER avec une fréquence de 50HZ .

- La centrale de TERGA participe dans ce réseau avec une puissance de (1200MW), en exploitant (3unités).

Signes	Signification
03	Nombres d'unités
400MW	La puissance
KA	Kombi Anlage= cycle combiné
26	Turbine à gaz

Figure 1.2 : objectif de la centrale

4-Alimentation de la centrale :

L'alimentation de la centrale se fait en trois parties : en gaz, en électricité et en eau de mer.

-En gaz :

Gaz naturel transporté via des gazoducs de **HASSIRMEL** transitant par différents centres de pompage jusqu'à Med-gaz ensuite va alimenter la centrale.

-En électricité :

Auto alimenté, elle prend son énergie de ces groupes, si ces derniers sont à l'arrêt, la centrale reçoit son besoin d'énergie du réseau par l'intermédiaire de ces transformateurs principaux.

-Alimentation en eau de mer :

Eau de mer par un poste de traitement d'eau produit une eau dessalée, ensuite par un poste de déminéralisation, ensuite au bacs de stockages .

5.Les composants de la centrale électriques SKT :

La généralité sur les composants et leur système majeurs :

La centrale de Terga est composée de trois Blocs à une seule ligne d'arbre.

La ligne d'arbre comprend la turbine à gaz entraînant le turboalternateur via un accouplement rigide. La turbine à vapeur est accouplée via un embrayage auto commutable synchrone sur l'autre côté de l'alternateur. Cette disposition permet de démarrer et d'arrêter la turbine à vapeur indépendamment de la turbine à gaz, alors que la turbine à gaz est déjà en fonctionnement.

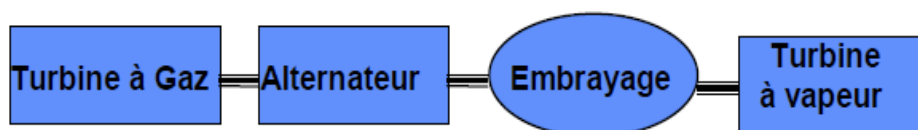


Figure 1.3 : cycle combine

A. a-La Turbine à gaz :

La turbine à gaz de type GT26 d'Astome comprend un rotor constitué d'un étage turbi «haute pression », de 4 étages turbine « basse pression », de 22 étages compresseur, et deux chambres de combustion annulaires (les brûleurs EV et SEV), appliquant le principe de combustion séquentielle.

L'étage HP se trouve en aval des brûleurs EV et en amont des brûleurs SEV. L'air en entrée de la TG est filtré dans le bloc de prise d'air. Le rotor est couplé de façon rigide à l'arbre de l'alternateur.

Le débit d'air à travers la turbine à gaz est réglé par la position angulaire de trois aubes mobile d'admission (AMA), placées devant les trois premiers rangs d'ailettes du compresseur.

A charge partielle (au-dessus de 60 % de charge TG environ), le contrôleur TG garde la température du gaz d'échappement constante à son maximum afin d'obtenir un rendement maximum du cycle combiné. La température d'entrée de la turbine (TET) est ajustée par le contrôle de l'injection du combustible et les AMA.

Pour assurer le refroidissement et l'étanchéité de la TG, de l'air est soutiré du compresseur à différents étages. Deux de ces extractions d'air sont partiellement refroidies à l'extérieur de la TG, l'air BP sert à refroidir les brûleurs SEV, les premiers étages de la turbine BP et son rotor, l'air HP sert principalement à refroidir la turbine HP et son rotor. Les échangeurs pour refroidir l'air HP et BP sont alimentée par les circuits d'eau alimentaire, cette eau est vaporisée à travers ces échangeurs (OTC pour one th rough cooler) et est ensuite réinjecter dans les circuits vapeur.

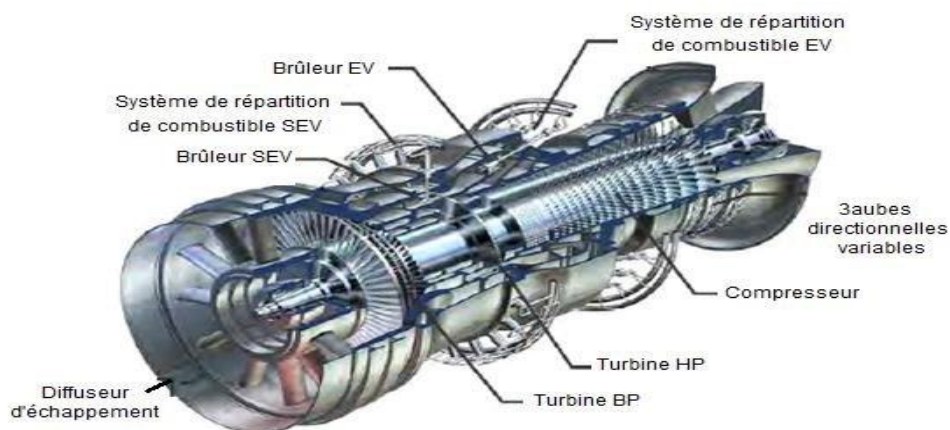


Figure 1.4 : Turbine à gaz

B. Alternateur :

L'alternateur Alsthom (type 50WT21H-120) est entraîné à la fois par la turbine à gaz et par la turbine à vapeur.

La puissance est produite à une tension de 20kV. L'alternateur, à trois phases et deux pôles synchrones, est refroidi à l'hydrogène.

L'hydrogène est ensuite refroidi dans des échangeurs à eau se trouvant dans l'enceinte de l'alternateur. La chaleur issue de ces échangeurs est transférée à l'eau de refroidissement (Circuit fermé d'eau de refroidissement), qui est ensuite refroidi par le circuit principal d'eau de refroidissement. L'hydrogène de refroidissement est stocké dans des bouteilles. L'étanchéité de l'hydrogène vis à vis de l'atmosphère est assurée par une unité d'huile d'étanchéité. Le rotor alternateur est accouplé rigidement à l'embrayage.



Figure 1.5 : alternateur

c-Embrayage auto-commutable synchrone entre la TV et l'Alternateur :

L'embrayage permet de connecter la TV à l'alternateur, alors que celui-ci est déjà

Entraîné par la TG.

L'embrayage s'engage automatiquement aussitôt que le couple de la TV

devient positif; c'est-à-dire aussitôt que la vitesse de la TV a tendance à

dépasser celle de l'alternateur.

L'embrayage se désengage automatiquement aussitôt que le couple de la TV devient négatif; c'est-à-dire aussitôt que la vitesse de la TV a tendance à passer en dessous de celle de l'alternateur.

Aucun système de régulation n'est nécessaire pour l'embrayage

d-Turbine à Vapeur :

La Turbine à vapeur Alsthom, de type DKYZZ2-1N41BA, possède deux corps, trois pressions, et une resurchauffe.

Le premier corps est l'étage haut pression (HP) et le deuxième corps de la turbine se compose des étages moyens pression (MP) et basse pression (BP). Le corps MP/BP est à double flux. Les deux rotors des corps HP et MP/BP sont liés entre eux par un accouplement rigide. Le rotor HP est également lié à l'embrayage par un accouplement rigide.

La vapeur est admise dans les corps HP et MP au travers des organes d'admission incluant les vannes d'arrêt et de contrôle. L'admission HP est réalisée par un bâti dans lequel les vannes sont montées en série, et l'admission MP utilise deux bâtis où les vannes d'arrêt et les vannes de contrôle sont entièrement intégrées dans le même corps sphérique bridé au corps externe MP.

La vapeur vive HP, régulée par une vanne d'arrêt et une vanne de contrôle, entre dans le corps HP et se détend jusqu'à la pression de la vapeur à resurchauffer. La vapeur à resurchauffer est mélangée avec la vapeur MP produite par la chaudière de récupération avant d'être resurchauffée dans la chaudière de récupération.

La vapeur BP entre dans la turbine à travers une vanne d'arrêt et une vanne de contrôle. La vapeur issue du corps échappement BP de la turbine est envoyée au condenseur.



Figure 1.6 : Turbine à vapeur

e. Chaudière de récupération

La chaudière de récupération est de design horizontal. Elle fonctionne en mode de circulation naturelle pour les trois niveaux de pression BP, MP, et HP. La chaleur, contenue dans les gaz d'échappement de la turbine à gaz, sert de source de chaleur pour produire la vapeur (vapeur réchauffée, vapeur surchauffée HP, MP, et BP) Les pompes alimentaires HP/MP alimentent la chaudière de récupération.

La vapeur saturée est produite dans les évaporateurs HP, MP, et BP. La vapeur HP provient de la surchauffeur à plusieurs étages HP, la vapeur MP du resurchauffeur, via la surchauffeur MP, la vapeur BP est également surchauffée.

En sortie de la chaudière de récupération, les vapeurs HP et MP sont désurchauffées avec l'eau alimentaire extraite des économiseurs HP et MP respectivement. Une extraction en aval de l'économiseur MP alimente en eau un préchauffeur de gaz combustible afin d'augmenter sa température à l'entrée de la TG d'environ 15°C à 150°C, ceci afin d'améliorer le rendement global du cycle combiné.

Le ballon de purges chaudière recueille les purges de la chaudière de récupération et des réfrigérants d'air TG.

Les purges continues des ballons HP, MP et BP sont amené au ballon d'éclatement chaudière



Figure 1.7 : Chaudière

6-Cycle Eau / Vapeur :

a-Condenseur:

L'installation est de design axial refroidi à l'eau de mer. Le condenseur est constitué de Deux faisceaux double passe. Afin d'opérer le condenseur avec un seul demi condenseur, les boîtes à eau sont divisées. Du fait de l'augmentation de la pression à l'échappement de la TV, la puissance produite est dans ce cas réduite.

Les gaz incondensables côté vapeur sont extraits de chaque faisceau de tube à l'endroit le plus froid, la pression partielle de vapeur y est plus basse. La vapeur condensée est envoyée dans le puits du condenseur, qui sert ainsi de capacité de stockage. Le ballon d'éclatement des purges est raccordé au condenseur et recueille les purges internes de la turbine à vapeur. La phase vapeur est renvoyée au condenseur et les condensats sont renvoyés au puits du condense.

b-Pompes d'extraction des condensats :

Les pompes principales d'extraction (2x100%) sont de type vertical. En fonctionnement normal, une pompe est en service. La deuxième reste en secours.

La pompe de secours est mis en marche automatiquement si la pompe en fonctionnementest défaillante ou si le contournement de la turbine vapeur est en marche à charge élevée.

c-Pompes de préchauffage d'eau d'alimentation :

L'eau d'alimentaire est pompée par deux pompes de recirculation (2x50%) et passe dans l'échangeur de préchauffage de la chaudière de récupération puis retourne dans la bache alimentaire pour chauffer cette dernière à la température demandée.

Chaque pompe de recirculation est pourvue d'un dispositif de débit minimum vers la bache.

La vapeur de resurchauffe, si nécessaire, est prise sur la ligne de vapeur à resurchauffer. La vanne de régulation de pression de cette alimentation permet de réguler la pression du dégazeur et en conséquence la température de l'eau alimentaire. Cette méthode de régulation de la température de la bache alimentaire est répandue, fiable, et efficace dans une large gamme de température .

- Systèmes de contournement vapeur TV.
- Système d'étanchéité de la Turbine à vapeur.
- Ballon de récupération des purges à l'atmosphère.

D. Système de vide Condenseur

Le système d'évacuation se compose d'un éjecteur de démarrage 1x100 % et de deux éjecteurs de maintien 2x100%.

Les éjecteurs évacuent la vapeur côté condenseur pendant le démarrage et extraient les gaz non-condensables pendant le fonctionnement des réfrigérants d'air du condenseur.

La vapeur vive pour les éjecteurs est prise de la ligne de vapeur à resurchauffer et les incondensables extraits sont envoyés à l'atmosphère.

7. Les unités auxiliaires de la centrale électrique

A. Station pompage :

Le système se compose de la tuyauterie d'amenée de l'eau de mer : 5 pipe il ya un autre bassin de filtration avec 6 dérailleurs et 6 filtre rotatif pour éliminer tout les imputées après ca il y a 06 pompes de transfert vers le bassin de tranquillisation le système se compose aussi des pompes de dilution pour refroidir le rejet a une température de 25.



Figure 1.8 : Station pompage

b. L'usine de dessalement :

L'usine de dessalement se compose de deux unités M.S.F (Multi-Etages Flashing), ce système de dessalement utilise un éjecteur de vide pour minimiser la pression afin de baisser la température d'ébullition de l'eau (aux lieux d'évaporer l'eau à 100°C on évapore à moins que ça, jusqu'au 40°C). La vapeur est condensée dans un système de refroidissement et produire de l'eau dessalée. Le débit produit est de 40m³/h par unité, alors que la production totale de l'unité est de 960m³/h en compte l'autre unité.

L'eau dessalée est stockée dans deux bacs de stockage avec une capacité de 35 000 m³.

Capacité de production de la station de dessalement :

Chaque unité de dessalement aura une capacité de production de 960t/jour.

Ratio de performance :

-12Nm³ de gaz naturel par m³ d'eau dessalée produite basé sur 8420Kcal/Nm³ .

c. Station de production d'hydrogène :

L'installation est commune aux trois unités et comprend :

- ✓ un électrolyseur.
- ✓ un groupe de lavage et de refroidissement.
- ✓ un gazomètre.

- ✓ deux compresseurs avec sécheurs
- ✓ les tuyauteries, pompes et accessoires
- ✓ les équipements électriques
- ✓ les équipements de contrôle commande.

d. Production d'eau dessalée :

Le poste de traitement d'eau produit une eau dessalée. Ce poste se compose d'une unité de dessalement de type flash multi étagé (MSF pour Multi Stage Flash). L'eau produite est recueillie dans les réservoirs de stockage d'eau dessalée.

L'installation comprend 2 unités de dessalement communes aux trois tranches de la centrale fonctionnant selon le principe de la distillation par détente successives et produisant 960 m³/jour d'eau dessalée chacune.

L'eau dessalée produite sera stockée dans deux réservoirs à la pression atmosphériques d'une capacité de 17500 m³ chacun.

e- Distribution Electrique :

- ✓ Trois Transformateurs auxiliaires d'unité (soutirage)
- ✓ Deux transformateurs de démarrage normal de la TG (Tranches 1 ; 2)
- ✓ .Deux équipements de démarrage statique (CSF)
- ✓ .Tableau de sélection de démarrage (TSD)
- ✓ .Trois systèmes d'excitation statique
- ✓ Alimentation secourue Black Start
- ✓ Système numérique de contrôle commande de la centrale (SNCC) :
- ✓ Le SNCC est structuré hiérarchiquement avec un haut degré d'automation.

-Le système de contrôle permet de démarrer et d'arrêter les composants principaux depuis la salle de commande centrale; il fournit l'annonce des alarmes, les boucles de régulation fermées et ouvertes, les inter-verrouillages, et la protection de chaque équipement.

F. Transformateurs élévateurs de tension de l'alternateur :

Le transformateur principal de l'alternateur est utilisé pour élever la tension générée (20KV) jusqu'au niveau de tension du réseau du client (400KV).

.Le transformateur est installé en extérieur à proximité immédiate du transformateur de soutirage. Le transformateur est équipé d'un système de refroidissement à l'huile et à l'air forcé.

Le circuit magnétique du transformateur est constitué de tôles en acier laminé à froid et à grains orientés. Les enroulements sont constitués de conducteurs de cuivre à haute conductivité et sont conçus pour la tension de tenue aux chocs de foudre et la résistance aux courts-circuits adéquat

8. Système de refroidissement :

a-Système de refroidissement principal

Ce système comporte :

- Les tuyaux d'amenée d'eau de mer commun aux trois tranches pour assurer un débit de 150 % du débit global de refroidissement
- Un bassin de filtration et de pompage de l'eau de mer
- Trois conduites de transfert d'eau de mer vers le bassin de tranquillisation +50.00 m
- Un bassin de tranquillisation et de pompage au niveau +50.00 m
- Un système d'électro-chlorination

La chaleur rejetée par le cycle eau vapeur et par le circuit fermé d'eau de refroidissement est transféré directement à l'eau de mer. Deux pompes d'eau de refroidissement principal (2 x 50%) fournissent de l'eau de mer froide au condenseur et également aux réfrigérants du circuit fermé d'eau de refroidissement. L'eau réchauffée par le condenseur et les auxiliaires est retournée à la mer

via un canal de rejet.

b- Système de surveillance des émissions de fumée :

Des échantillons de gaz d'échappement sont extraits au niveau de la cheminée de la chaudière de récupération. Ils sont ensuite conditionnés et analysés dans une armoire de mesure. Les émissions de NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂ et les poussières sont surveillées et enregistrées. L'armoire de mesure est fournie sur un skid et est installée dans un conteneur climatisé.

c- Système d'alimentation en combustible

d-Système d'alimentation en gaz :

Le gaz est amené en limite de site par la tuyauterie de gaz du client, commune aux trois unités de la centrale. Le gaz combustible est ensuite purifié de toute humidité et poussière dans le poste de traitement. Par la suite en fonction de la pression du gaz, celui-ci est soit détendu dans la station de réduction de pression soit comprimé par les compresseurs de gaz. La pression du gaz combustible est ajustée à la pression requise par le système de combustion de la turbine à gaz.

Un filtre fin et un système de préchauffage de combustible sont installés en amont de chaque turbine à gaz. La turbine à gaz est ensuite alimentée en gaz. De plus, un analyseur de gaz naturel et un débitmètre sont également installés en amont de chaque turbine à gaz.

e- Système d'alimentation en gasoil :

Le poste de dépotage du gasoil permet le remplissage des réservoirs de stockage à partir des camions citernes. Ce poste de dépotage est équipé d'un système de comptage du débit transféré depuis les camions vers le réservoir. Depuis les réservoirs de stockage, les pompes de transfert (2x100 % par unité) assurent l'alimentation de la turbine à gaz. Un circuit secondaire permet également le remplissage du réservoir journalier du groupe électrogène et des chaudières du système de dessalement.

f- Système des eaux usées :

Les eaux usées produites par la centrale électrique sont classées selon leurs caractéristiques en cinq catégories :

- Eaux usées propres (eaux de purge provenant du cycle eau vapeur).

- Effluents chimiques.
- Eaux usées sanitaires.
- Eaux usées provenant du lavage compresseur.

9. Traitement des rejets de la centrale

a. Station de traitement des eaux usées 40 H.E

Le système est une station d'épuration des eaux usées domestiques, localisée près de l'atelier. Cette installation d'épuration du type à boues activées, est conçue pour une charge dérivant de 40 H.E (équivalent habitant), sera réalisée en fibre de verre. Les eaux arrivent à la station de traitement par gravité et filtrée, il y'a l'injection de l'air afin d'améliorer la dégradation bactérienne de la matière organique, les eaux traitées sont évacuée vers le rejet et la boue récupérée se éliminer avec camion vers l'extérieur.

b. Séparateurs eau/huile

Le séparateur à hydrocarbures traite un débit de 10 l/s pour des Liquides légers de densité est inférieur à 0.85 et comprend : un compartiment filtration ; un compartiment séparateur.

Il assure le prétraitement des eaux polluées en hydrocarbures légers par coalescence sur des matériaux filtrants en polyuréthane réticulé.

c. Contrôle des rejets atmosphériques

Ce système nous permet d'analyser les rejets atmosphériques après la combustion de la turbine à gaz et donne les différents résultats comme les NO_x, SO_x, CO_x, la poussière et les différent gaz toxiques. Ce système fonctionnent avec un chromatographe de type FID (détecteur à flamme ionisé), il donne les analyses d'une façon périodique et on compare avec la norme.

Ces analyses nous permettent de connaitre l'état de fonctionnement de la turbine à gaz.

En conclusion, la centrale d'énergie de *Targa* représente un exemple réussi d'infrastructure énergétique moderne et durable. Il contribue à la transition énergétique et apporte des avantages sociaux, économiques et environnementaux à la région qu'il dessert.

Chapitre II :

***Types de risques
dans centrale d'énergie
TERGA***

Introduction sur les risques :

Les risques font partie intégrante de notre vie quotidienne. Ils peuvent être définis comme la probabilité d'un événement indésirable se produisant et causant des dommages ou des pertes. Les risques peuvent se manifester dans de nombreux domaines de notre vie, tels que la santé, l'environnement, les finances, la sécurité personnelle, etc.

Les risques peuvent être classés en plusieurs catégories, notamment les risques naturels tels que les tremblements de terre, les tempêtes et les inondations, les risques technologiques liés aux industries et aux technologies avancées, les risques financiers tels que les crises économiques et les fluctuations des marchés, les risques liés à la santé tels que les maladies infectieuses et les accidents, et les risques liés à la sécurité personnelle tels que les vols et les agressions.



Figure 2.1 : les risques

2. Types de risques dans l'énergie centrale TERGA :

A. Risque d'explosion :

- Atmosphère explosive:

Une atmosphère explosive (ATEX) est un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou poussières dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

- Présence de bouteilles d'acétylène:

La particularité d'une bouteille d'acétylène est qu'elle continue à rester dangereuse même si la cause principale du sinistre est traitée

B. Risque d'incendie :

- présence d'hydrocarbures (gaz, condensat..) et autres combustibles
- Présence de sources d'ignition-t-elle que les moteurs (grue, compresseur d'air, groupe de soudure...)
- Travaux à chaud à proximité des caniveaux et puisards :

Les travaux par point chaud concernent les opérations de soudage, de dégivrage au chalumeau, d'oxycoupage, de découpage, de meulage générant des étincelles et des élévations de température qui, effectués près d'un matériau inflammable, peuvent très rapidement être à l'origine d'un départ d'incendie.

- Utilisation d'outillages non adéquats en milieu explosif :

Ne pas porter de gros gants pour manipuler des outils à main. Ne pas lancer les outils. Les présenter, la poignée devant, directement aux autres travailleurs. Ne pas transporter les outils à deux mains en montant une échelle, une structure ou pour faire un travail dangereux.

- L'électricité statique:

En cas de frottement entre certains matériaux, des électrons, mobiles car en orbite autour du noyau, peuvent être arrachés à certains atomes et attirés par d'autres, ce qui modifie la charge électrique de la matière : on parle d'électricité statique.

- Les pièces nues sous tentions :

Ce sont des barres métalliques et non protégées d'un isolant, qui se trouvent à proximité de vous (pour la basse tension, à moins de 30 cm).

- Echauffement et surcharge électrique:

Lorsqu'une surcharge électrique survient , cela provoque un échauffement des câbles électriques.

Cet échauffement va d'abord provoquer la fonte de l'isolant. Cette disparition de l'isolant entraîne alors un risque d'électrocution en cas de contact avec la peau

C. Risque de toxicité :

- Pollution atmosphérique par le dégagement de fumées lors des travaux à chaud(Cox, Nox ...) :

est une modification de la composition de l'air par des polluants nuisibles à la santé et à l'environnement. Elle est parfois caractérisée par des mesures de polluants — gazeux, particulaires, et peut-être liquides — présents dans l'air.

- Les eaux de nettoyage :

Pour « nettoyer » l'eau, on peut séparer l'eau des impuretés qui la souille. Le procédé de séparation utilisé est l'évaporation. Lorsqu'on laisse l'eau sale se reposer plusieurs heures, les débris coulent et s'entassent au fond : ce procédé est la décantation.

- Les produits chimiques :

Les produits chimiques peuvent être d'origine naturelle (eau, sucre, plomb...) ou fabriqués à partir du pétrole (plastique, colorant alimentaire synthétique, parfum synthétique...). Qu'ils soient naturels ou produits par l'homme, certains produits chimiques peuvent avoir des effets plus ou moins néfastes sur la santé.

D. Risque d'asphyxie :

- Capacités mal nettoyées / ventilées
- Travail dans un espace confiné:



Figure 2.2: *travail dans espace confiné*

Toute intervention dans un espace confiné se prépare et se réalise après une analyse préalable des risques, menée avec soin par des personnes compétentes, permet de définir les mesures de prévention et de protection à mettre en œuvre pour diminuer les risques d'accidents ou tout au moins limiter les conséquences dommageables.

- Produits chimiques:



Figure 2.3 : *produits chimiques*

E. Risque de chute de personnes :

- Travaux en hauteur:

tout travail effectué en un lieu où, si des précautions ne sont pas prises, vous pourriez tomber et vous blesser.



Figure 2.4 : travaux en hauteur

- Non port d'équipements adaptés aux travaux en hauteur :

L'évaluation des risques, qui permet l'identification de toutes les situations de travail exposant les salariés aux risques de chute, doit intervenir le plus en amont possible. Il devient alors envisageable de proposer des solutions permettant d'éviter l'exposition au risque, respectant les principes généraux de prévention du Code du travail.

- Manque de protections collectives (filets, ligne de vie...) :

La **protection collective** vise à limiter ou éviter l'exposition au danger des salariés, en réduisant la probabilité de rencontre avec le danger.



Figure 2.5 : protection collective

- Echafaudages non conforme Glissade au niveau des passerelles échafaudages :

Les **échafaudages** permettent de répondre à un objectif de sécurité lorsqu'il s'agit d'effectuer un travail en hauteur. Mais, selon la conception et/ou l'utilisation des matériels eux-mêmes, il peut subsister un risque lors du montage et du démontage. Des obligations et des règles d'utilisation en sécurité sont à respecter.



Figure 2.6 : les échafaudages

F. Risques de chute de charge et d'objets :

- La Co-activité :

Risques liés aux interférences d'activités se déroulant simultanément dans la même zone (Superposition des travaux)

- Travaux de manutention:

La manutention désigne le transport ou le soutien d'une charge qui nécessite un effort physique d'une ou de plusieurs personnes. Cet effort peut être fourni pour lever, poser, pousser, tirer, porter ou déplacer la charge.



Figure 2.7 : Travaux de manutention

- Outils posés aux bords des passerelles :



Figure 2.8: Outils posés aux bords des passerelles

- Port des outils dans les poches durant des travaux en hauteur :



Figure 2.9 : Port des outils

- Opération de levage:

Assurez-vous que la zone de levage soit dégagée, délimitée et interdite d'accès. Sélectionnez l'équipement de levage en fonction du plan de levage. Faites une inspection visuelle de tout l'équipement sélectionné avant tout usage. Vérifiez que l'équipement de levage est dans la bonne position et armez-le à la charge.

- Echafaudages non conform:

La stabilité se vérifie par plusieurs moyens. Tout d'abord, la hauteur de l'échafaudage ne doit pas être

Chapitre II : Types de risques dans le centrale d'énergie Terga plus de quatre fois supérieure à sa longueur. Des accessoires permettant d'assurer l'immobilité doivent être installés. Enfin, l'échafaudage ne doit pas être surchargé.

- Inexistence de balisage des zones de travail :

L'absence de balisage des zones de travail peut présenter des risques pour la sécurité des travailleurs et des visiteurs. Les zones de travail peuvent inclure des zones de construction, des zones de rénovation, des zones de nettoyage ou toute autre zone où il y a des activités potentiellement dangereuses en cours

G. Risque d'électrisation/ électrocution :

- Court-circuit Branchements de fortune et fils dénudés :

Un court-circuit se produit lorsque deux points de conducteurs électriques de potentiel différent sont reliés par un chemin de faible résistance, provoquant un flux de courant élevé qui peut endommager les équipements électriques et causer des incendies.

- Surcharge des prises de courant Fuites à travers un isolant détérioré :

Une surcharge des prises de courant peut se produire lorsqu'une charge électrique trop importante est connectée à une prise électrique. Cela peut causer une augmentation de la température de la prise et des fils électriques, ce qui peut entraîner des incendies et d'autres dangers électriques.



Figure 2.10 : Surcharge des prise

- Masse au niveau des postes à souder Tension d'éclairage non adaptée lors despénérations) :

.est possible que vous ayez rencontré des problèmes de masse ou de tension d'éclairage inadaptée lors du soudage. Voici quelques explications :

1. Problème de masse
2. Tension d'éclairage
3. Pénétration inadéquate

H. Risques liés aux engins et véhicules :

- Encombrement des voies de circulation:

L'encombrement des voies de circulation industrielles est un problème courant dans les zones industrielles où de nombreux véhicules, tels que des camions, des chariots élévateurs et des véhicules de livraison, se déplacent régulièrement. Cela peut causer des retards dans les opérations logistiques, des accidents et des dommages aux marchandises.



Figure 2.11 : Encombrement des voies de circulation:

- Choc entre véhicules:



Figure 2.12 : choc entre véhicule

- Choc avec les installations:

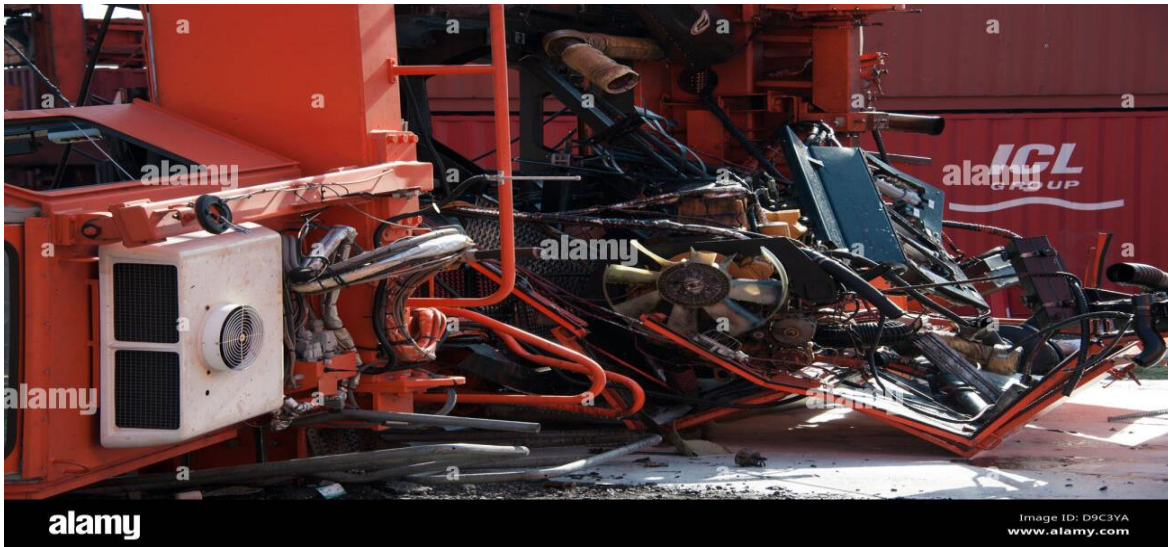


Figure 2.13 : choc avec les installation

- Choc avec le personnel:



Figure 2.14 : choc avec les personnel

- Non-respect de règles de circulation à l'intérieur des unités :

Le non-respect des règles de circulation à l'intérieur des unités peut causer des problèmes de sécurité pour les personnes qui s'y trouvent. Il est important de suivre les règles de circulation afin de prévenir les accidents et de faciliter la circulation des personnes et des équipements à l'intérieur de l'unité.



Figure 2.15 : règles de circulation

I. Risques liés à l'environnement :

- Pollution du sol (Hydrocarbure et eaux de lavage) :

La pollution du sol par les hydrocarbures et les eaux de lavage est un problème environnemental important qui peut avoir des impacts négatifs sur la santé humaine, la biodiversité et les écosystèmes en général. Les hydrocarbures sont souvent utilisés comme source d'énergie, ce qui peut conduire à des fuites et des déversements qui contaminent les sols environnants.



Figure 2.16 : Risques liés à l'environnement

- Déchets solides:

Les déchets solides, également connus sous le nom de déchets ménagers ou déchets urbains, sont des déchets produits par les activités humaines, tels que les aliments, les emballages, les appareils électroniques, les meubles, les matériaux de construction et les déchets de jardin. Les déchets solides peuvent être dangereux pour la santé humaine et l'environnement s'ils ne sont pas gérés correctement.



Figure 2.17 :déchets solides

- Emissions atmosphériques (CH₄, NO_x, CO, CO₂, OPACITE, poussière.....):

Les émissions atmosphériques font référence à la libération de gaz, de particules et d'autres substances dans l'atmosphère, qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'air et la santé humaine. Les sources d'émissions atmosphériques peuvent inclure les véhicules, les usines, les centrales électriques, les incendies de forêt, l'agriculture et d'autres activités humaines.

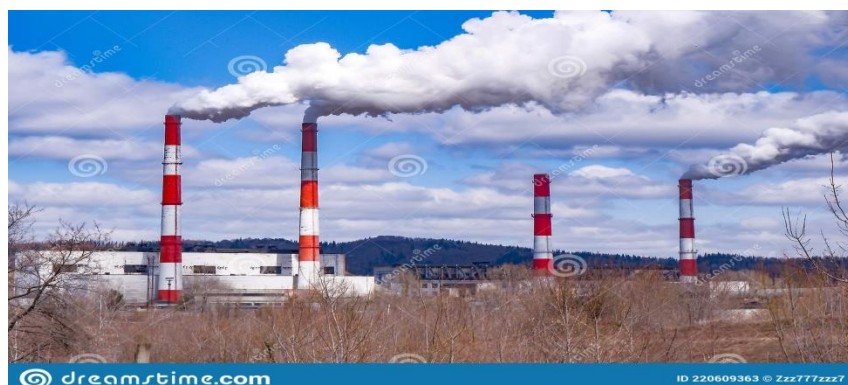


Figure 2.18 :Emissions atmosphériques

- Pollution marine par rejet d'eau industriel (chlore) :



Figure 2.19 : *pollution marine*

En conclusion, il est crucial de reconnaître l'existence des risques et de mettre en place des mesures appropriées pour les gérer efficacement. Une compréhension claire des risques et une planification adéquate peuvent aider à minimiser les pertes et les conséquences négatives, tout en favorisant une société plus sûre et plus résiliente.

Chapitre III :

Les risques électriques et les différentes méthodes d'analyses utilisées

Partie I : Généralités sur les risque électriques

Définition du risque électrique [2]

Le risque électrique peut causer des lésions ou la mort par le choc électrique ou une brulure pouvant résulter

- ✓ d'une possibilité de **contact direct** ou **indirect** d'un salarié avec une pièce sous tension
- ✓ du seul fait de sa présence à proximité d'un équipement électrique particulièrement dans la catégorie haute tension (**travail au voisinage**)
- ✓ d'une **isolation** ne convenant pas dans les conditions d'utilisation prévues.
- ✓ d'un **phénomène électrostatique** (contact d'une personne avec des parties chargées)
- ✓ d'un **rayonnement thermique** ou des phénomènes tels que la projection de particules en fusion et les effets chimiques dus à des courts circuits, surcharges, etc.

Il peut également occasionner des chutes de personnes (ou d'objets lâchés par ces personnes), dues à l'effet de surprise provoqué par ces chocs électriques.

1. Nature des accidents électriques

On peut classer les accidents d'origine électrique soit par :

- ✓ Leurs actions
- ✓ La nature du contact (direct, indirect, etc....)
- ✓ Le domaine d'activité dans lequel ils surviennent (milieu domestique : prise du courant, cordons et fiches - Milieu agricoles - L'électricité statique, la foudre – les incendies, et les explosions etc....)

L'électricité (énergie liée au déplacement d'électrons dans un matériau conducteur) est un fluide invisible indispensable au fonctionnement des installations, des machines, etc

3.1 Effets physiologiques

Effets du courant électrique sur le fonctionnement de l'organisme sont :

a. L'électrisation :

L'électrisation est le passage d'un courant électrique dans le corps, ce qui peut entraîner une atteinte des tissus et des organes. Elle peut être accidentelle ou provoquée. La gravité de l'électrisation dépend de plusieurs facteurs :

- l'intensité du courant (A)
- la tension du courant
- le type de courant : alternatif ou continu
- la durée du passage de l'électricité dans le corps
- la superficie de la zone de contact avec la source électrique
- la trajectoire du courant
- l'état de la peau : normale ou calleuse, sèche ou humide (l'humidité est un facteur aggravant)
- la nature du sol (matériau isolant ou conducteur)

Types de contact :

- **Contact direct** : (électrifications les plus fréquentes) **45%** des accidents

C'est le contact des personnes avec des parties actives (phase ou neutre), ou des parties conductrices sous tension.

- **Contact indirect** : (Electrifications peu fréquentes) **20%** des accidents

C'est le contact des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension. Cette mise sous tension accidentelle résulte de la défaillance de l'isolation d'un appareil amenant un défaut d'isolement.

b. L'électrocution :

L'électrocution est l'action de causer une secousse généralement mortelle par le passage d'un courant électrique

Risques du courant électrique:

L'action du courant électrique, selon les paramètres décrits ci-avant et également en fonction de la tension, peut entraîner les conséquences suivantes :

- **Secousse, choc électrique**, avec retour apparent à l'état antérieur (mais l'examen est nécessaire pour déterminer des suites éventuelles).
- **Asphyxie** (pouvant être mortelle).
- **Fibrillation ventriculaire** (mortelle le cas échéant).
- **Brûlures** (mortelles suivant gravité, surtout en haute tension). Les suites peuvent être diverses.
- **Cardio-vasculaires** (tachycardie, lésions vasculaires...).
- **Neurologiques** (pertes de conscience, de force musculaire...).
- **Sensorielles** (troubles de la vision, de l'audition...).
- **Rénales** (insuffisance).
- Pour **les brûlures par arc** : dermiques, oculaires (coup d'arc) électrothermiques profondes, thromboses, œdèmes, nécroses, etc....

3.2 Effets sur l'environnement

a. Les incendies :

30 % des incendies sont d'origine électrique. Les principales causes sont :

- l'échauffement des câbles dû à une surcharge.
- le court-circuit entraînant un arc électrique.
- un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteur et masse ou entre récepteur et terre.
- des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant une résistance anormale et un échauffement

- la foudre.

Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements :

- une ventilation insuffisante.
- l'accumulation de poussières ou de dépôts de graisse.
- le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques.
- l'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur.



Figure 3.1 : incendies

b. Les explosions :

Dans les zones à risque d'explosion, les installations électriques, aussi bien de puissance que de commande, constituent une source potentielle d'inflammation pour l'atmosphère explosible. Afin de réduire ce risque, ces installations sont réduites au strict minimum. De plus le matériel électrique utilisé dans ces zones respecte des conditions de construction, montage et fonctionnement définies dans des normes.

Partie II : méthodes d'analyse des risques :

1. Analyse préliminaire des risques (APR) :

a. Définition :

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En

conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée.

b. Objectif:

- Prendre en compte le facteur sécurité dès la phase recherche et conception d'une installation.
- Envisager :
 - a priori tous les risques inhérents aux produits, procédés, équipements, implantation.
 - leurs causes et conséquences.
 - les mesures de maîtrise des risques en place et prévues.
 - Estimer pour chacun des risques le niveau de risques (**P x G**) sans et avec les mesures de protection
 - Répertorier les risques nécessitant une analyse complémentaire plus fine ("Scénarios critiques")

c. Mise en œuvre de la méthode :

- Préparer des fiches Produits, Procédés, Équipements, Environnement, Antécédent.
- Établir les scénarios d'accidents.
- Regrouper sous forme d'un dossier les données recueillies et les mesures prises.
- Vérifier, Remettre à jour, Compléter ce dossier jusqu'à la fin de vie de l'installation.

2. HAZOP (hazard and operability study):

a. Définition :

HAZOP est une méthode consiste à identifier les causes et les conséquences, elle est particulièrement utile pour l'examen de systèmes thermo-hydrauliques, pour lesquels des paramètres comme le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration... sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation.

b. Objectif

- Recherche systématique des **causes possibles de dérive** de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation.
 - Mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien.
 - Etude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives.
 - Proposition des mesures correctives appropriées.

c. Mise en œuvre de la méthode :

- Constituer une équipe pluridisciplinaire.
- Préparer les documents nécessaires : plan de circulation des fluides (pcf, pid), autres documents préparatoires (éléments caractéristiques des capacités, des pompes, ...) à jour.
- Découper l'installation en systèmes géographico-fonctionnels aussi simples et homogènes que possible.
- Rechercher les causes possibles de dérive.
- Déterminer les conséquences.
- Etablir si nécessaire une semi-quantification du risque (probabilité, gravité).
- Apporter les mesures compensatoires nécessaires : prévention, détection, protection.
- Vérifier que la mesure corrective n'apporte pas de risque nouveau.

3. Arbre de défaillances :

a. Définition :

Un arbre de défaillances ou **ADD** est une technique d'ingénierie très utilisée dans les études de sécurité et de fiabilité des systèmes statiques.

Méthode appelée aussi :

- Arbre des défauts.
- Arbre de dysfonctionnements.

b. Objectifs :

- A partir d'un événement final indésirable, rechercher les combinaisons des différents événements élémentaires ou défaillances qui peuvent y conduire.
- Réduire la probabilité d'occurrence de cet événement final.

c. Mise en œuvre de la méthode :

- Définition de l'événement final indésirable.
- Etude du système.
- Construction de l'arbre.
- Exploitation de l'arbre :
 - Evaluation de la probabilité des événements élémentaires.
 - Calcul de la probabilité de l'événement final.
 - Mise en évidence des chemins critiques.
 - Modification de la structure de l'arbre par adjonction de barrières supplémentaires.

4. Arbre de cause :

a. Définition :

L'arbre de cause est utilisé pour identifier et analyser les causes racines d'un problème donné. Il est représenté sous la forme d'un diagramme qui ressemble à un poisson avec une tête (représentant le problème) et des arêtes (représentant les différentes catégories de causes possibles). Les catégories de causes couramment utilisées sont les "4M" : Matériel, Main-d'œuvre, Méthodes et Milieu (ou Environnement), auxquelles s'ajoutent parfois d'autres catégories spécifiques au domaine d'application.

b. Objectifs :

L'objectif principal de l'arbre de cause est de faciliter la compréhension des interactions complexes entre les différentes causes et de permettre aux équipes d'identifier les actions correctives appropriées pour éliminer ou atténuer les causes racines du problème. Cela peut contribuer à améliorer la qualité, l'efficacité et la fiabilité des processus et des systèmes dans divers domaines, tels que la production industrielle, les services, la santé, etc.

c. Mise en œuvre de la méthode :

1. Définir le problème
2. Établir l'arbre de cause
3. Identifier les causes principales
4. Décomposer les causes principales
5. Analyser les causes
6. Proposer des actions correctives
7. Proposer des actions correctives
8. Évaluer les résultats

5. Méthode AMDEC :

a. Définition :

C'est une méthodologie rigoureuse visant à identifier les modes potentiels et traiter les défaillances avant qu'elles ne surviennent, avec l'intention de les éliminer et de minimiser les risques associés. Les défaillances peuvent être celles d'un objet, d'une machine, d'un service ou d'un processus quelconques. Mais en pratique les plus gros utilisateurs se retrouvent dans l'industrie manufacturière, et en particulier l'automobile et l'aéronautique.

b. Objectifs :

- Rechercher les défaillances pouvant conduire à un événement indésirable.
- Classifier ces défaillances.
- Contrôler les défaillances critiques au moyen d'actions correctives.

c. Types de L'AMDEC :

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

a. L'AMDEC organisation :

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 de travail.

b. L'AMDEC produit :

Elle est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique L'AMDEC- composants.

c. L'AMDEC moyen :

Elle s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.

d. L'AMDEC service :

Elle 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.

e. L'AMDEC sécurité :

Elle s'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques

d. Les aspects de la méthode :

▪ **L'aspect qualitatif :**

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

▪ **L'aspect quantitatif :**

L'aspect quantitatif consiste à estimer le risque associé à la défaillance potentielle. Le but de cette estimation est l'identification et la hiérarchisation des défaillances potentielles. Celles-ci sont alors mises en évidence en appliquant certains critères dont, entre autres, l'impact sur le client. La hiérarchisation des modes de défaillance par ordre décroissant, facilite la recherche et la prise d'actions prioritaires qui doivent diminuer l'impact sur les clients ou qui élimineraient complètement les causes des défauts potentiels.

e. Mise en œuvre de la méthode :

- Définir le système étudié.
- Découpage du système en sous-systèmes, assemblage, composant, etc.
- Définir les modes de défaillance.
- Définir les causes des défaillances sous l'angle de fonction et défaillances de performances.
- Définir les effets des défaillances locaux et sur le système.
- Compensations / détection.

En conclusion Les méthodes d'analyse fonctionnelle sont indispensables pour réaliser une décomposition fonctionnelle et matérielle d'une installation industrielle en cours de conception ou en fonctionnement, et cette étape facilite la mise en application des méthodes d'analyse prévisionnelle qui permettent d'identifier les causes et les conséquences potentielles d'un événement et de mettre en lumière les barrières de sécurité qui peuvent être envisagées pour garder le bon fonctionnement des installations.

Chapitre VI :

***Application de la méthode
AMDEC***

I. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, on s'intéresse à mettre en pratique ce que nous avons développé dans le chapitre II. Nous choisissons la méthode AMDEC qui est une étude de base permettant l'analyse des modes de défaillance et les traiter avant qu'elles ne surviennent, avec l'intention de les éliminer ou de minimiser les risques associés. Pour assurer la sécurité des personnes et des installations, il est nécessaire que ces matériels répondent à des règles strictes et éprouvées.

➤ **Systeme étudié :**

On a choisi d'étudier les dangers des installations électriques statiques destinées à transformer le courant alternatif donné en un autre courant alternatif de même fréquence, mais de tension en général différente dans la centrale électrique.

➤ **Les risques liés aux installations électriques :**

- Incendie / Arc
- Explosion
- Court circuit
- Sur échauffement
- Panne avec des conséquences judiciaires
- Electrocutation /Electrisation
- brulures



LA DEMARCHE AMDEC

Etude quantitative

Calcul de la criticité :

$$C = F \times D \times G$$

Fréquence d'apparition de la défaillance (F)
1 : Pas de mémoire de participant
2 : Cela est déjà arrivé 1 ou 2 fois/ 6 mois
3 : Cela est déjà arrivé plusieurs fois / mois
4 : Cela arrivera à coup sûr

La capacité de détection de la défaillance (D)
1 : Détection certaine
2 : Détectable par l'opérateur
3 : Difficilement détectable
4 : Indétectable

Gravité des effets de la défaillance (G)
1 : La défaillance n'arrête pas la production / ne dépasse pas 10 min
2 : Arrêt de production entre 10 et 30 min
3 : Arrêt de production entre 30 et 45 min
4 : La défaillance arrête la production au delà de 45 min et/ou impliquant des problèmes graves pour les hommes ou l'installation

Figure : calcul de la criticité

F : fréquence

G : Gravité

D : Probabilité

C : Criticité

VI . Les tableaux d’application de la méthode [6]:

Tableau 4.1 : Analyse de modes de défaillance et leurs effets et leur criticité

Elément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
						F	G	D	C		F	G	D	C
Sectionneur tripolaire	Ouvrir et fermer circuit	N’ouvre pas	Blocage mécanique	-Fusible non protégé lors de son changement -Le circuit Est défaillant d’un blocage ouvert.	Pendant la manœuvre	2	4	2	16	Maintenance périodique	1	4	2	8
		Ne ferme pas	L’arc Electrique	Coupure électrique.		3	4	2	24	Maintenance périodique Changement éléments isolant Par des éléments conducteur anti arc Habilitation Changement du fusible	2	4	2	16

Classification des zones de risque : Criticité (C) = F*G*D

Risque acceptable	C ≤ 12
Risque acceptable sous contrôle	12 < C ≤ 15
Risque indésirable	15 < C ≤ 27
Risque inacceptable	27 < C

Tableau 4.2 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux				
						F	G	D	C		F	G	D	C	
Disjoncteur	-Couper le circuit en cas De surcharge électrique ou d'un incident -Protection Contre surcharge, court-circuit, Surtension	Pas de réponse	Cause mécanique	Explosion	Détecteur de température	3	3	3	27	Programme d'entretien préventif standard	2	3	2	12	
			Cause magnétique	Pas de projection système incendie											
			Perturbation n d'huile	Coupure de l'électricité en cas court-circuit déclenche pas											
			Pas courant excessif												

Interprétation :

On a découvert après cette étude que les causes de défaillance sont des causes mécaniques, magnétiques, perturbation d’huile ou pas du courant excessif. Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la mise en place d’un programme d’entretien préventif standard.

Tableau 4.3: Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
						F	G	D	C		F	G	D	C
Disjoncteur	Couper le circuit en cas de surcharge électrique ou d’un incident Protection contre surcharge, court-circuit, Surtension	Pas de réponse	Pas de courant Excessif	Explosion transformateur	Détecteur température	1	5	3	15	Programme d’entretien préventif standard	1	5	2	10

Interprétation :

Il ressort après cette étude que la cause de défaillance est par du courant excessif.

Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la mise en place d'un programme d'entretien préventif standard à propos du disjoncteur.

Tableau 4.4: Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Transformateur	Transforme tension d'alimentation	Echauffement exagéré	Tension supérieure à la normale	Explosion	Détection defumée	3	4	4	48	Maintenance réfrigérant	2	4	2	16
		Fuite d'huile	Cause mécanique	Incendie		3	4	3	36	Vérification des fuites	2	4	2	16

Interprétation :

On a conclu après cette étude que les cause de défaillance sont la tension est supérieure à la tension normal et cause mécanique. Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la maintenance des réfrigérants et vérification des fuites.

Tableau 4.5: Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions Correctives	Indices finaux			
Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Transformateur	Transforme tension d'alimentation	Courant absorbé exigé en marche	Court-circuit dans le stator	Explosion	Détection defumée	2	4	3	24	Vérifier l'isolement entre phase et stator	1	4	2	16
		Ventilation défaillante	Cause mécanique	Sur échauffement	Détecteur température	3	3	2	18	Maintenance mécanique	2	3	2	12

Interprétation :

On a découvert après cette étude que les causes de défaillance sont le court-circuit dans le stator et une cause mécanique.

Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la vérification de l'isolement entre la phase et le stator et maintenance mécanique.

Tableau 4.6 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticité

Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
						F	G	D	C		F	G	D	C
Mise à la terre	Absorption charges statiques vers la terre	Rupture du câble	Absence contrôle Mauvais contact Mauvais serrage Choc mécanique	Incendie	par appareil détection ou Visuel	2	4	2	16	Vérification périodique	2	2	2	8

Interprétation :

On a conclu après cette étude que les causes de défaillance sont l'absence du contrôle, le mauvais contact, le mauvais serrage et le choc mécanique.

Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la vérification périodique de la mise à la terre.

Tableau 4.7 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur lesystème	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Groupe électrogène	l'alimentation électrique du poste	Moteur démarre pas	Le réseau n'est sous tension	Incendie	Détecteur fumée	2	4	2	16	Vérifier la tension du réseau	1	4	2	08
		Fusible fonctionne pas	Erreur humaine	Effet thermique		2	3	2	12	Changement de fusible	1	3	2	06
		Le générateur produit pas courant	Le ci inducteur coupe Cause mécanique	Incendie		2	3	2	18	Changement d'alternateur	1	3	2	06

Interprétation :

On a découvert après cette étude que les cause de défaillance sont le réseau n'est pas sous tension, erreur humaine, le circuit inducteur coupe, et cause mécanique. Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la vérification de la tension du réseau de groupe électrogène et le changement des fusibles et le changement des alternateurs.

Tableau 4.8 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Élément	Fonction	Mode défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Salle électrique	Contrôle du Post électrique	Surintensité	Cour circuit	Echauffement Lente progressif des partiesactives	Détecteur defumée température	3	3	2	18	Relais Thermique fusible déclencheur thermique du disjoncteur	2	3	2	12
		Défaut d'isolement	Dégradation de la protection câble	Incendie		2	4	3	24	Vérification périodique	1	4	2	12




Interprétation :

Il ressort de cette étude que la cause de défaillance ayant la plus grosse criticité est la dégradation de la protection du câble. Les actions correctives mises en œuvre peuvent être la vérification périodique de la salle électrique.

I. Résultat d'application de l'AMDEC [7]:

Tableau 4.9: Résultat d'application de L'AMDEC Avant l'application


Elément	Mode de défaillance	Criticité
Sectionneur tripolaire	Ne s'ouvre pas	16
	Ne ferme pas	24
Disjoncteur	Pas de réponse	27
Transformateur	Echauffement exagéré	48
	Fuit d'huile	36
	Courant absorber exigerez en marche	24
	Ventilation défaillante	18
Disjoncteur	Pas de réponse	15
Mise à la terre	Rupture du câble	16
Groupe électrogène	Moteur ne démarre pas	16
	Fusible ne fonctionne pas	12
	Le générateur ne produit pas du courant	18
Salle électrique	Surintensité	18
	Défaut d'isolement	24


	Risque indésirable
	Risque acceptable sous contrôle
	Risque inacceptable

5.1. Après l'application :

Tableau 4.10 : Résultat d'application de L'AMDEC après l'application

Elément	Mode de défaillance	Criticité
Sectionneur tripolaire	Ne s'ouvre pas	8
	Ne ferme pas	16
Disjoncteur	Pas de réponse	12
Transformateur	Echauffement exagéré	16
	Fuit d'huile	16
	Courant absorber exigerez en marche	16
	Ventilation défaillante	12
Disjoncteur	Pas de réponse	10
Mise à la terre	Rupture du câble	08
Groupe électrogène	Moteur ne démarre pas	08
	Fusible ne fonctionne pas	06
	Le générateur ne produit pas du courant	06
Salle électrique	Surintensité	12
	Défaut d'isolement	12

 Risque acceptable

 Risque acceptable sous contrôle

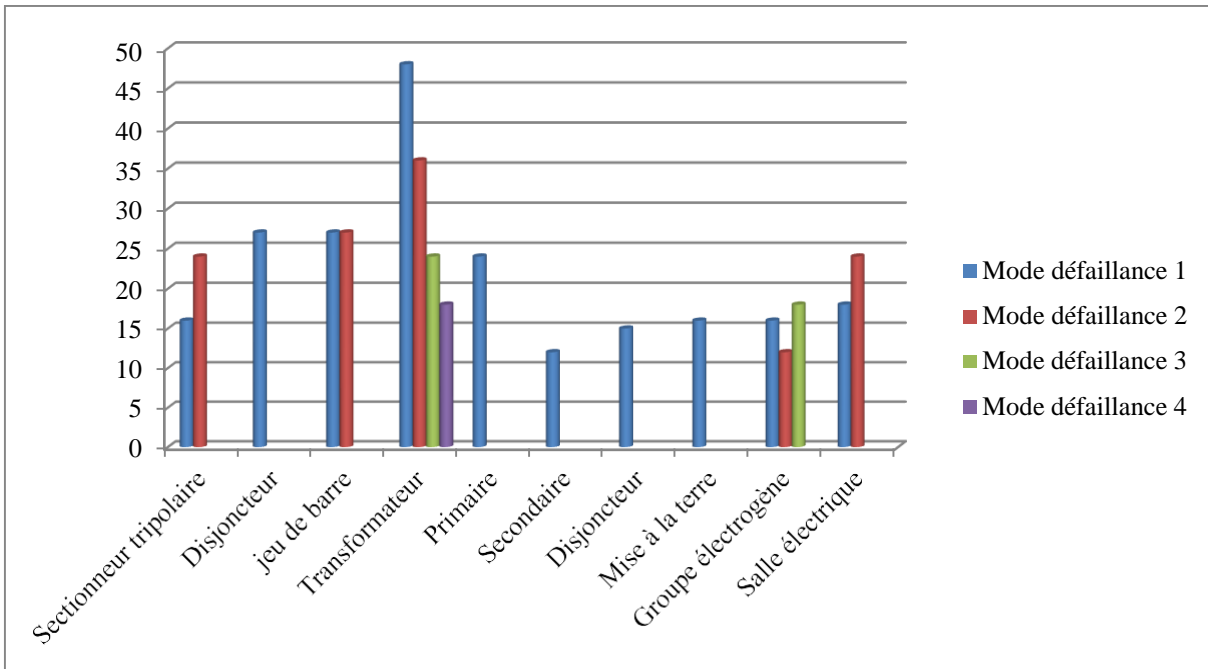
Interprétation :

D'après l'analyse des risques du système étudié à l'aide de la méthode AMDEC on peut hiérarchiser les éléments étudiés selon leur criticité. On a choisi la valeur **15** comme seuil de criticité. Les éléments dont la criticité dépasse la valeur **15** c'est sur les éléments qu'il faut agir en priorité en engageant des actions correctives appropriés.

D'après la criticité on peut distinguer les actions prioritaires pour diminuer les défaillances de ces éléments, tel que :

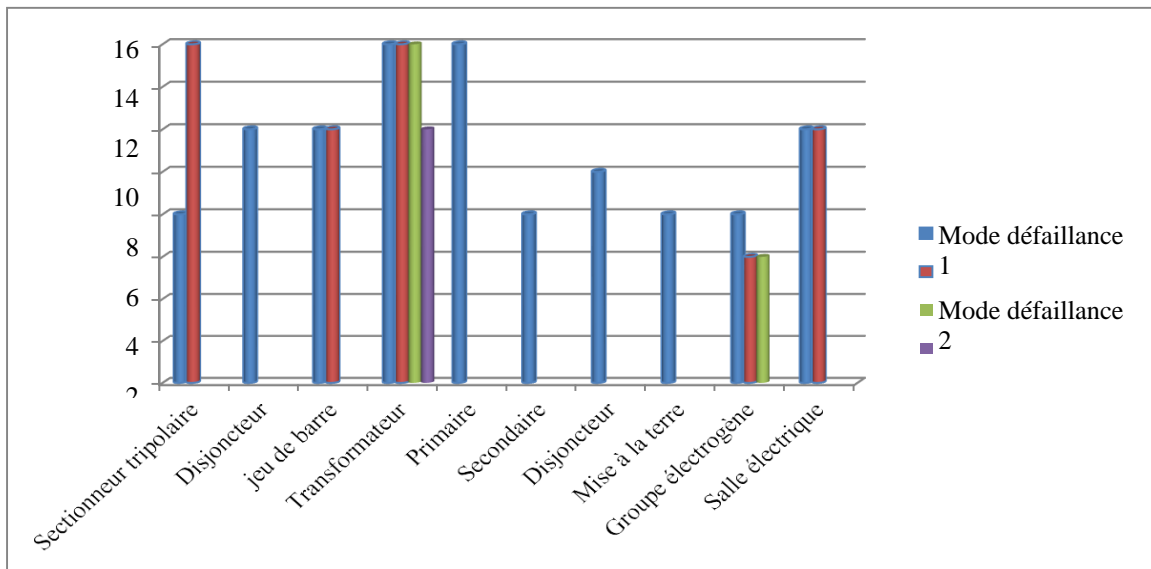
- Vérification de la liaison mise à la terre.
- Vérifier les disjoncteurs.
- Vérifier les niveaux d'huile des transformateurs.
- Vérifier l'assèchement du transformateur.
- Essayage périodique des sectionneurs.
- Test périodique des groupes électrogènes.
- Contrôle thermographique de température.
- Contrôle visuel.

7.1. Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC :



Graphique 4.1 : Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC

7.2. Histogramme des statistiques de la criticité après l'application de l'AMDEC :



Graphique 4.2 : Histogramme des statistiques de la criticité après l'application de l'AMDEC

Une fois les actions est mise en place la criticité est recalculée. Toutes ces actions permettent donc de réduire la fréquence des pannes tout en optimisant la fréquence des interventions préventives.

A la fin de cette étude, on peut sortir avec les recommandations suivantes :

Il faut respecter les instructions de la maintenance systématique telles que les remplacements des pièces défectueuses selon les périodicités recommandées par le constructeur.

- Refaire l'étude AMDEC systématiquement.
- Former le personnel de service maintenance à l'AMDEC.
- Tenir un stock de sécurité des pièces de rechange de 1^{ère} nécessité.
- Former les techniciens maintenances sur l'équipement de faciliter la détection des anomalies.

En résumé, la méthode AMDEC est un outil puissant pour l'analyse des risques et l'amélioration des processus, des produits et des systèmes. En l'utilisant de manière rigoureuse et en combinant ses résultats avec d'autres méthodes et approches, il est possible de réduire les défaillances, d'améliorer la qualité et d'optimiser les performances globales.

Conclusion
Générale

Conclusion générale

En conclusion, les risques électriques sont réels et peuvent entraîner des conséquences graves, voire mortelles, si les mesures de prévention appropriées ne sont pas prises. Il est essentiel de comprendre ces risques et de mettre en œuvre des mesures de sécurité pour prévenir les accidents électriques.

. Les risques électriques liés à une non mise en sécurité des installations électriques peuvent présenter de réels dangers pour la vie des personnes et des biens matériels, car une personne soumise à une tension électrique subit, selon l'importance de celle-ci, des effets plus ou moins graves pouvant aller jusqu'à la mort.

La prévention de ces risques s'inscrit dans une démarche globale prévention fondée sur la capacité à :

- ❖ Analyser les risques.
- ❖ Définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.

L'ensemble des risques (d'origine électrique et autres risques discernables) doit être analysé dans le cadre des opérations effectuées sur des ouvrages ou des installations électriques ou dans l'environnement de ceux-ci. Après l'analyse globale des situations à risques par l'employeur, l'analyse sur site du risque électrique est réalisée par un chargé de travaux ou par un chargé d'interventions, mais aussi par tout exécutant afin que la tâche puisse être effectuée en sécurité.

La prévention des risques électriques joue un rôle très important pour sauvegarder et garantir la sécurité des personnes, la continuité de service ou de production tout en minimisant l'influence des risques. Pour cette raison en utilise les moyens adéquats et le personnel qualifié et habilité.

Référence bibliographie

- [1] Document interne de Shariket Kahraba Terga [ANES 2015]
- [2] Introduction au risque électrique. [en ligne]. (page consultée 2003)www.inrs.fr@INRS,2003
- [3] Les effets du courant électrique
http://elearning.centre-univ-mila.dz/pluginfile.php/22157/mod_resource/content/2/co/module_CH2_11.html
- [4] atmosphère explosive([ATEX pour n\351ophites#8](#)) - Ineris
- [5] Les travaux par point chaud [Travaux par point chaud : nos conseils de prévention](#)
- [6] Les tableaux d'application de la méthode [Document interne de Shariket Kahraba Terga].
- [7] Les tableaux de Résultat d'application de l'AMDEC [Document interne de Shariket Kahraba Terga] [ANES 2015]
- [8] Histogramme des statistiques de la criticité l'application de l'AMDEC [Document interne de Shariket Kahraba Terga]
- [9] Types de risques dans l'énergie centrale Ttarga [Document interne de Shariket Kahraba Terga]
- [10] Présentation générale de la société SKT
- [11] Définition ADD
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_de_d%C3%A9faillances#:~:text=Un%20arbre%20de%20d%C3%A9faillances%20ou,de%20ses%20composants\)%2C%20ainsi%20que](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_de_d%C3%A9faillances#:~:text=Un%20arbre%20de%20d%C3%A9faillances%20ou,de%20ses%20composants)%2C%20ainsi%20que)