

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA



جامعة باجي مختار - عنابة

Année : 2017

Faculté : Sciences de L'Ingéniorat

Département : Électromécanique

MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de: MASTER

*Contrôle et diagnostic des défauts des
installations électriques au niveau de l'usine
FERTIAL.ANNABA*

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Electromécanique

Spécialité: Sécurité Industrielle

Par :Hamdaoui rym

DEVANT LE JURY

Président :	M ^r HADDOUCHE.A	U.B.M. Annaba
Directeur de mémoire :	M ^r HAMAIDL.B	U.B.M. Annaba
Examineur :	M ^r LAKEHAL.A	U.B.M. Annaba
	M ^r AMIAR.N	

REMERCIEMENTS

Avant tout remercions Dieu le plus puissant de nous avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.

Nous remercions nos chères parents, qu'ils sont la raison de l'existence, et qu'ils sont la meilleure chose dans la vie.

Je tiens à exprimer ma sympathie à mon encadreur

Monsieur HAMADI qui a dirigé ce travail. je lui témoigne toute ma gratitude pour ses conseils, ses encouragements, son indulgence, sa disponibilité.

Nous remercions tous les enseignants de notre département

Tous les collègues et les amis de leur soutien moral et encouragement.

A tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail, que ce soit de loin et de près.

Nous disons merci à tout le monde.





Dédicaces

Toi qui as marché à mes cotés avec attention, avec ton amour présent, toi qui m'as appris à aimer et à vivre heureux, à toi mon soleil qui éclaire ma vie, à toi ma mère.

Toi, qui as toujours été là, toi qui es toujours prêt à sacrifier tout cher pour me rendre heureux, à toi mon roi, à toi mon père.



Vous, qui m'avez accompagnée au cours de la vie, vous m'avez partagé les joies et les chagrins, vous m'avez donné le sourire, à vous mon frère charaf et ma sœur ranya et mon chéri adel, ma cousine zouzou

Au nom de l'amitié, un sentiment qu'on ne doit jamais oublier, au nom de tous les amis qui respirent la vie, que j'ai vécu avec eux mes plus belles histoires.

À vous tous je dédie ce mémoire

Rym

Sommaire

Résumé.

Abstract.

Résumé arabe.

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Abréviation.

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de l'entreprise et description de l'unité centrale utilité II.

I.1 Présentation de l'entreprise.....	1
I.1.1 Système technologique.....	1
I.1.2 Système géographique.....	2
I.1.3 Production de l'entreprise.....	3
I.1.4 Objectif de complexe.....	3
I.1.5 Organigramme de complexe FERTIAL.....	4
I.1.6 organigramme de plate forme du complexe FERTIAL.....	5
I.1.7 Présentation des sources d'énergie.....	5
I.1.7.1 Situation.....	5
I.2 Description de la centrale utilité II.....	7
I.2.1 les équipements électriques de la centrale utilité II.....	7
I.2.2 les parties principales de la centrale utilité II.....	8
Conclusion.....	10

Chapitre II : Problématique et causes des risques d'accidents

Introduction.....	11
II.1 But de la sécurité du travail.....	12

II.2 Normes et texte réglementaires.....	12
II.2.1 La réglementation.....	12
II.2.2 Arrêtés.....	12
II.2.3 La normalisation.....	13
II.3 Différents risques des accidents du travail d'origine électrique.....	13
II.3.1 Accidents d'origine électrique..... ;.....	13
II.3.1.1	
Définition.....	13
II.3.1.2 Causes des accidents.....	14
II.3.2 L'origine des accidents.....	15
II.3.2.1 Rôle de la tension.....	15
II.3.2.2 Impédance du corps humain.....	15
II.3.2.3 Rôle de l'intensité	15
II.4 Analyse des risques électrique au niveau de FERTIAL.....	16
II.5 Statistique des accidents au niveau de FERTIAL.....	17
II.5.1 Evaluation du nombre d'accidents au niveau de FERTIAL.....	17
II.5.2 Base de données des jours perdus.....	18
II.5.3 Les indicateurs standard de sécurité.....	19
II.5.4. Evaluation des taux TF et TG.....	20
II.5.5 Répartition selon le sexe.....	21
II.5.6 Répartition selon l'âge.....	21
II.5.7 Répartition selon la catégorie professionnelle	21
II.5.8 Répartition selon le mois, l'heure.....	22
II.5.8.1 Selon le mois.....	22
II.5.8.2 Selon l'heure.....	23
II.5.9 Répartition des accidents suivant les facteurs technique	23

Conclusion	24
------------------	----

Chapitre III : méthodes d'analyse des risques et choix de la méthode d'identification

Introduction	25
III.1 : la sureté de fonctionnement.....	26
III.2 : méthodologie de l'analyse et évaluation des risques.....	27
III.3 : l'objectif de l'analyse des risques.....	27
III.4 : panorama des méthodes d'analyse des risques.....	28
III.4.1 : la méthode HAZOP.....	28
III.4.2 : la méthode layer of protection analysis LOPA.....	31
III.4.3 : la méthode Nœud Papillon	33
III.4.4 : la méthode AMDEC.....	34
III.4.5 : la méthode what-if.....	36
III.4.5.1 : l'objectif de la méthode.....	37
III.4.5.2 : les étapes de la méthode	37
III.4.5.3 : matrice de risque	38
III.4.5.4 : Echelle de probabilité.....	39
III.4.5.5: Echelle de gravité.....	40
III.5 : choix de la méthode d'identification.....	42
Conclusion.....	44

Chapitre IV : Application de la méthode what-if

Introduction.....	45
IV.1 : Application de la méthode what-if.....	46
IV.2 : Résultats d'application de la méthode what-if.....	58
IV.2.1 : Avant l'application de la méthode what-if.....	58
IV.2.2 : Après l'application de la méthode what-if.....	59

IV.2.3 : comparaison de résultats avant et après l'application de la méthode what-if...	60
IV.3 : suggestions.....	61
IV.3.1 : stratégie d'intervention d'un incendie.....	63
IV.4 : moyens pour protéger contre le risque électrique.....	64
IV.4.1 : protection de transformateur contre les défauts interne.....	64
IV.4.2 : protection des installation électrique.....	64
IV.4.2.1 : la détection incendie dans les salles électrique.....	64
IV.4.2.2 : le contrôle et la signalisation dans les armoires électrique.....	65
IV.4.2.3 : extinction d'une armoire électrique.....	65
IV.4.2.4 : vérification périodique des installation électrique.....	66
IV.4.3 : protection contre le risque incendie.....	66
IV.4.4 : protection contre le risque d'explosion.....	67
IV.4.5 : utilisation en sécurité des matériels électrique.....	67
IV.4.5.1 : matériels électrique	67
IV.4.5.2 : précaution dans la manipulation d'outils manuels.....	67
IV.4.5.3 : précaution concernant les fils et les prises électrique.....	68
IV.4.6 : Equipement de protection et sécurité.....	68
IV.4.6.1 : Les équipements de protection collective EPC.....	68
IV.4.6.2 : Les équipements de protection individuels EPI.....	70
IV.4.6.3 : Les équipements individuels de sécurité EIS.....	73
IV.5 : les 5 règles d'or.....	76
Recommandation.....	78
Conclusion.....	79

Conclusion générale

Bibliographie

Liste des figures

Figure I.1 : L'usine FERTIAL-Annaba.....	1
Figure I.2 : Localisation de FERTIAL par rapport à la ville d'Annaba	2
Figure I.3 : vue générale du complexe FERTIAL-Annaba.....	2
Figure I.4 : Les différents produits fabriqués par l'entreprise.....	3
Figure I.5 : organigramme générale du complexe.....	4
Figure I.6 : organigramme de plate forme du complexe.....	5
Figure I.7 : le poste électrique 63KV.....	6
Figure I.8 : deux transformateur pour l'alimentation 10 MVA.....	6
Figure I.9 : schéma électrique de deux transformateur pour l'alimentation 10 MVA.....	7
Figure I.10 : réseau de la centrale utilité II.....	8
Figure I.11 : la salle électrique de la centrale utilité II.....	9
Figure II.1 : Evaluation de nombre d'accidents d'origine électrique.....	17
Figure II.2 : Evaluation des accidents d'origine électrique.....	17
Figure II.3 : Evaluation des jours perdus.....	18
Figure II.4 : Evaluation du taux de fréquence et de gravité.....	20
Figure II.5 : Répartition des accidents du travail selon le sexe.....	20
Figure II.6 : Répartition des accidents du travail selon la catégorie professionnel.....	21
Figure II.7 : Répartition des accidents du travail selon l'heure de travail.....	22
Figure II.8 : Répartition des accidents suivant les facteurs techniques.....	23
Figure II.9 : Répartition des accidents du travail selon le siège des lésions.....	23
Figure III.1 : les concepts de sureté de fonctionnement.....	26
Figure III.2 : le processus d'analyse et d'évaluation des risques.....	27
Figure III.3 : Représentation de scénario d'accident selon le modèle du Nœud Papillon.....	33

Figure IV.1 : explosions des transformateurs.....	47
Figure IV.2 : un arc électrique au niveau de poste électrique.....	49
Figure IV.3 : un incendie d'une salle électrique.....	51
Figure IV.4 : histogramme des résultats avant l'application de la méthode what-if.....	60
Figure IV.5 : histogramme des résultats après l'application de la méthode what-if.....	60
Figure IV.6 : comparaison de résultats avant et après l'application de la méthode what-if...	61
Figure IV.7 : agent extincteur CO2 avec un détecteur ionique de fumée.....	65
Figure IV.8 : nappe isolante.....	68
Figure IV.9 : pince de fixation pour les nappes isolantes.....	68
Figure IV.10 : autonome d'éclairage de sécurité multifonctionnel.....	69
Figure IV.11 : pictogramme d'avertissement du danger électrique.....	69
Figure IV.12 : balisage d'une armoire électrique ouverte.....	69
Figure IV.13 : ruban avertisseur.....	70
Figure IV.14 : grillage avertisseur.....	70
Figure IV.15 : le casque isolant et anichoc.....	70
Figure IV.16 : le casque anti bruit.....	70
Figure IV.17 : les gants isolants.....	71
Figure IV.18 : les chaussures isolants de sécurité.....	71
Figure IV.19 : les bottes isolants de sécurité.....	71
Figure IV.20 : le vêtement de protection isolant.....	72
Figure IV.21 : le harnais de sécurité.....	72
Figure IV.22 : le tapis isolant d'une salle électrique.....	73
Figure IV.23 : les tabourets isolants.....	73
Figure IV.24 : l'échelle isolant.....	74
Figure IV.25 : les perches isolantes.....	74

Figure IV.26 : les outils isolants.....	74
Figure IV.27 : vérificateur bipolaire multifonctionnel.....	75
Figure IV.28 : le piquet de terre.....	75
Figure IV.29 : déconnecter l'équipement.....	76
Figure IV.30 : la consignation et la signalisation.....	76
Figure IV.31 : vérificateur d'absence de tension.....	76
Figure IV.32 : mise a la terre.....	77
Figure IV.33 : délimitation et signalisation.....	78

Liste des tableaux

Tableau I.1 : les produits exportés.....	3
Tableau II.1 : Analyse des risques au niveau de FERTIAL.....	16
Tableau II.2 : Statistique des jours perdus.....	18
Tableau II.3 : Statistique des taux de fréquence et de gravités des accidents.....	19
Tableau II.4 : Répartition des accidents du travail selon l'âge de la victime.....	21
Tableau III .1 : exemple de tableau pour la méthode de HAZOP	29
Tableau III.2 : exemple de mot-clé pour la méthode HAZOP.....	30
Tableau III.3 : matrice de niveau de risque.....	31
Tableau III.4 : niveaux d'intégrité de la sécurité	31
Tableau III.5 : exemple de la méthode LOPA.....	32
Tableau III.6 : indice des fréquences F.....	34
Tableau III.7 : indice de gravité	35
Tableau III.8 : indice de non détection D.....	35
Tableau III.9 : exemple d'analyse fonctionnelle de la méthode AMDEC.....	36
Tableau III.10 : matrice de niveau de risque	38
Tableau III.11 :L'intervalle de la matrice.....	38
Tableau III.12 : Echelle de probabilité	39
Tableau III.13 : Echelle de gravité.....	40
Tableau III.14 : exemple de tableau de what-if.....	41
Tableau III.15 : Les points forts et limites des méthodes d'analyse des risques.....	43
Tableau IV.1 : analyse des risques d'une explosion de transformateur.....	48
Tableau IV.2 : analyse des risques d'un arc électrique au niveau de poste 63 KV.....	50
Tableau IV.3 : analyse des risques d'incendie dans un salle électrique.....	52
Tableau IV.4 : analyse des risques de scenario de contact de véhicule avec des lignes de transport d'énergie.....	54

Tableau IV.5 : analyse des risques des différents incidents d'origine électrique.....	55
Tableau IV.6 : résultats avant l'application what-if.....	58
Tableau IV.7 : résultats après l'application what-if.....	59
Tableau IV.8 : suggestions de l'application de la méthode what-if.....	60

Résumé

La protection de l'élément humain des risques du travail signifie pour protéger l'économie nationale et la société, et si on lit les données statistiques disponibles du travail et les accidents qui résultent en cas de décès ou d'invalidité totale ou d'invalidité partielle, ou d'autres effets négatifs sur différents niveaux humanitaire, social et économique, l'importance qui devrait être occupé par ce sujet semble tout à fait clair.

On a également découvert que le risque électrique l'un des plus important dangers qui menacent la sécurité à attendre.

Pour cela, nous avons divisé notre modeste travail en quatre parties comme suite :

La première partie contient une présentation générale de l'entreprise FERTIAL, et description de l'unité centrale utilité II l'endroit où nous avons fait notre stage pratique.

La deuxième partie, est une problématique de notre étude et présentation des statistiques et analyse des causes des accidents d'origine électrique.

Dans la troisième partie on a vu plusieurs méthodes existantes pour l'analyse des risques et les améliorations de la sécurité.

Enfin, la quatrième partie on a appliqué la méthode proposée pour analyser les risques d'origine électrique au niveau de l'usine FERTIAL, et contenue les résultats et les suggestions, on a aussi recommandé des solutions importantes en matière de protection et de prévention pour réduire le risque d'occurrence des accidents d'origine électrique notamment grave, et nous avons terminé à une conclusion générale de ce travail.

Abstract

Protecting the human element from the dangers of labor means protecting the national economy and the society. If we read the statistical data available on work accidents and the resulting cases of death or total disability or partial disability or other negative effects on different levels of humanity, social and economic, the importance that this issue should occupy is quite clear.

It has also been discovered that electrical hazard is one of the most important dangers that threaten the security to wait.

For this we divided our modest work into four parts as follows:

The first part contains a general presentation of the company FERTIAL, and description of the central unit utility II the place where we did our practical internship.

The second part, presentation of the statistics and analysis of the causes of accidents of electrical origin.

In the third part we have seen several existing methods for risk analysis and safety improvements.

Finally, the proposed method for analyzing electrical hazards at the FERTIAL plant, and containing the results and suggestions, was also recommended, and important solutions for protection and prevention reduce the risk of occurrence of accidents of electrical origin including serious, and we completed an overall conclusion of this work.

ملخص

إن حماية العنصر البشري من مخاطر العمل يعني حماية الاقتصاد الوطني و المجتمع' وإذا قمنا بقراءة إحصائية للبيانات المتوافرة عن حوادث العمل وما ينتج عنها من حالات الوفاة أو العجز الكلي أو العجز الجزئي أو الآثار السلبية الأخرى على مختلف الأصعدة الإنسانية و الاجتماعية و الاقتصادية' فان الأهمية التي ينبغي إن يحتلها هذا الموضوع تبدو واضحة تماما من خلال البحوث و الدراسات المتقدمة اكتشفنا أيضا أن الخطر الكهربائي واحد من اكبر الأخطار التي تهدد الأمن لهذا قمنا بتقسيم عملنا المتواضع إلى أربعة أجزاء تكون على النحو التالي:

ويقدم الجزء الأول لمحة عامة عن الشركة فيرتيال و وصف وحدة الفائدة إثنان المكان الذي قمنا فيه بالتربص العملي فيه الجزء الثاني، عرض الإحصاءات وتحليل أسباب الحوادث الكهربائية

في الجزء الثالث الذي شهد العديد من الطرق القائمة لتحليل المخاطر وتحسين السلامة

الجزء الرابع هو تطبيق الطريقة المقترحة لتحليل المخاطر الكهربائية في محطة فيرتيال وتضمن نتائج واقتراحات، أوصى أيضا بحلول مهمة لحماية ووقاية للحد من مخاطر حدوث مثل هذه المخاطر الكهربائية الخطيرة و في الأخير انهينا بخاتمة عامة لهذا العمل

Abréviation

NPk : engrais phosphatés

SSP : simple super phosphatic

CUII : centrale utilité II

BT : la basse tension

HT : la haute tension

ASA : accident sans arrêt

AAA : accident avec arrêt

AM : accident mortel

IF : indice de fréquence

TF : taux de fréquence

IG : indice de gravité

TF : taux de gravité

HAZOP : hazard and operability study

LOPA : layer of protection analysis

AMDEC : analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité

CHSCT : la comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail

L'ACFI : agent chargé de la fonction d'inspection

EPC : équipements de protection collective

EPI : équipements de protection individuelle

EPS : équipements de protection de sécurité

DGPT : détecteur de gaz, pression, température

chapitre I :
présentation de l'entreprise et description de l'unité centrale
utilité II

I.1. Présentation de l'entreprise :

FERTIAL, Fertilisants d'Algérie, est une société issue d'un partenariat signé en Août 2005 entre le Groupe algérien Asmidal et le Groupe espagnol Grupo Villar Mir.

La société FERTIAL dont le groupe VILLAR MIR détient 66% d'actions avec ASMIDAL 34%. Elle est inscrite dans le registre de commerce sous le N°036322B01 et son N° d'identification statistique 000130503906 dans le siège social et située à plate-forme ANNABA route de salines BP3088.

Il y a deux pôles industriels :

Plate forme ANNABA : complexe fabriquant des engrais phosphatés, azotés et de l'ammoniac.

Plate forme ARZEW : complexe fabriquant des engrais phosphatés et de l'ammoniac avec des capacités installés de 2000T/J d' NH_3 , 1500T/J de nitrate d'ammonium. [1]



Figure I.1: usine FERTIAL-ANNABA

I.1.1. Système technologique :

Elle utilise des technologies modernes et sophistiquées avec des processus de fabrication complexes propres à chaque produit. (Exemple : unité d'ammoniaque – procédé américain KELLOGG). Ces processus assurent un rôle fonctionnel de haut niveau. [1]

I.1.2. Système géographique :

La zone d'étude est située à l'extrême Nord-est de l'Algérie, dans la wilaya d'Annaba. L'ensemble des unités de FERTIAL se trouve sur la plate forme chimique, située au Sud-est de la ville d'ANNABA vers la route des salines sur les berges de la mer Méditerranée.

L'usine FERTIAL d'Annaba est située sur un terrain vague de forme trapézoïdale et d'une surface de 184,817 m².



Figure. I.2 : Localisation de FERTIAL par rapport à la ville d'Annaba

Les unités de productions des engrais azotés et la centrale utilité II sont implantées dans la partie Nord et les unités de productions d'engrais phosphatés et centrale utilité I dans la partie Sud. Le site du complexe occupe une superficie de l'ordre de 108 hectares délimité :

- Nord-est par la méditerranée,
- Sud-est par l'Oued Seybouse et la cite Sidi Salem,
- Sud-ouest par la route RN 44 et par la Cite et El Bouni
- Nord-Ouest par l'Oued Boudjlina et la cite Seybouse.



Figure I.3 : vue générale du complexe FERTIAL-Annaba

Elle utilise des technologies modernes et sophistiquées avec des processus de fabrication complexes propres à chaque produit. Ces processus assurent un rôle fonctionnel de haut niveau.

Dans le cadre de son domaine d'activités, la société des fertilisants d'Algérie FERTIAL SPA ANNABA produit et commercialise:

- L'ammoniac anhydre liquide (-33° C).
- Nitrate d'Ammonium granule a usage agricole et Technique.
- Le Calcium Ammonium Nitrate 27% Azote (CAN 27).
- Différentes types d'engrais NPK (Azote, Nitrate, Phosphate). [1]

I.1.3. Production de l'entreprise :

Les capacités de production des différentes unités sont reprises ci-dessous:

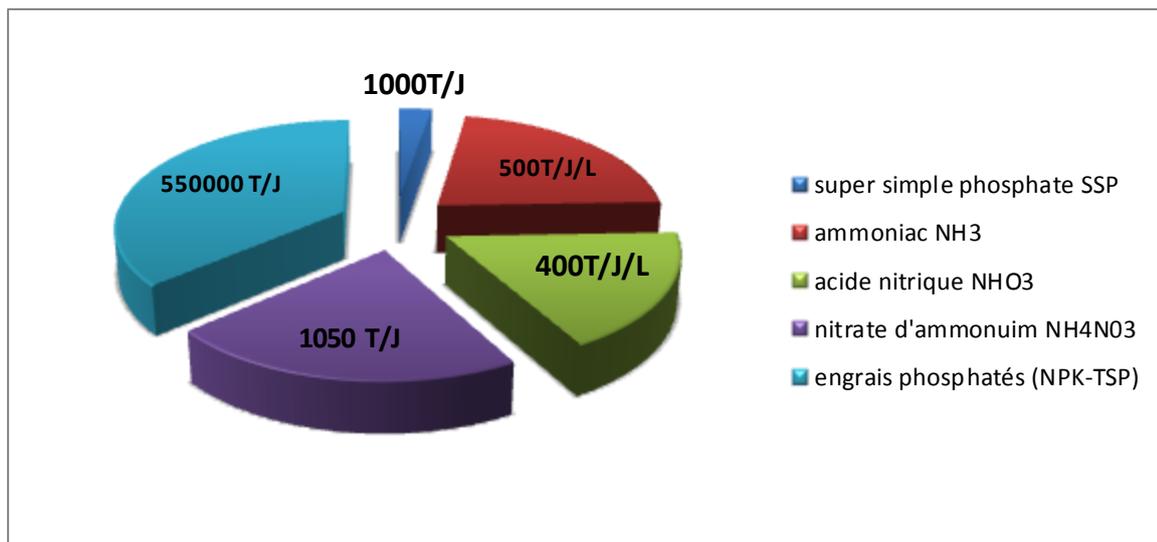


Figure I.4 : Les différents produits fabriqués par l'entreprise.

Comme toutes les entreprises, FERTIAL exporté les produits chimiques vers différentes régions du monde, voici le tableau ci-dessous ; [2]

produits	pays
NH ₃	Espagne, France, Italie, Grèce, Belgique...
Nitrate	Tunisie, Maroc...
UAN	France, Espagne...
SSP	Maroc, Grèce, France, Italie et le Brésil

Tableau I.1 : les produits exportés

I.1.4. l'Objectif du complexe :

Dans le cadre national du développement économique et social du pays, l'entreprise est chargée de :

Promouvoir et développer l'industrie des engrais et produits phytosanitaires ;

Exploiter, gérer et rentabiliser les moyens humains, matériels et financiers dont elle dispose ;

Satisfaire les besoins du marché national et international ;

Favoriser l'épanouissement de l'esprit d'imagination et l'initiation et faire appel aux moyens locaux ;

Développer la coopération dans le cadre de la politique nationale en la matière.

I.1.5 organigramme du complexe FERTIAL :

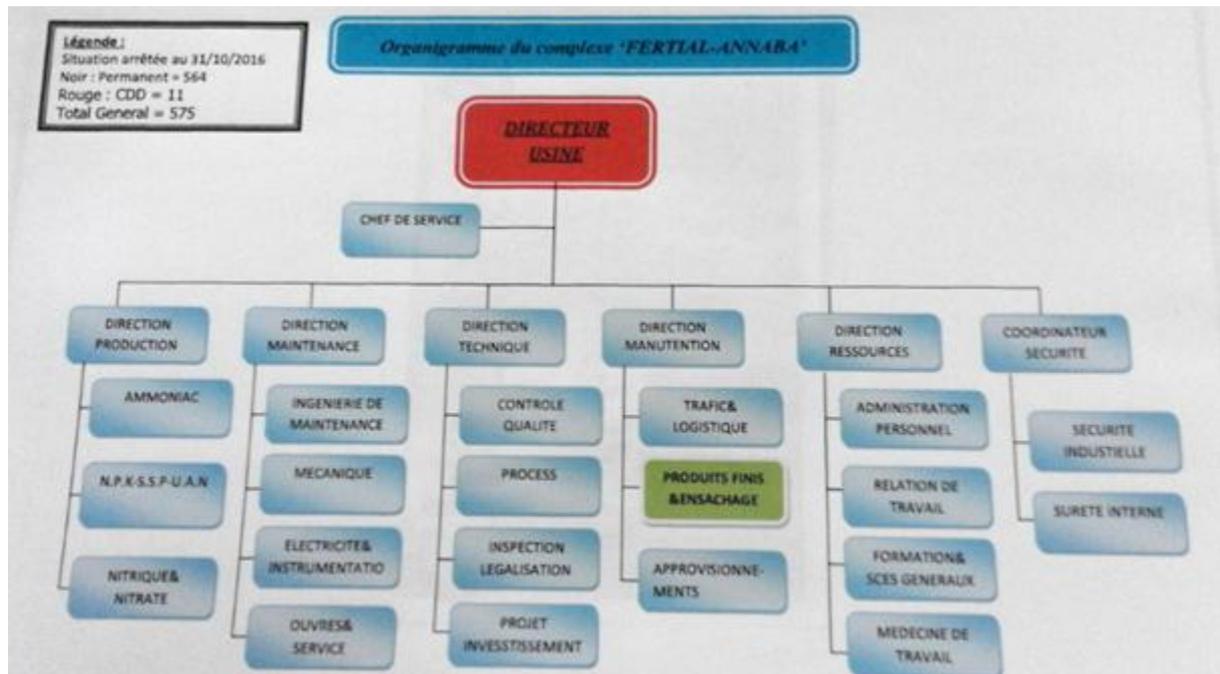


Figure I.5 : organigramme générale du complexe

I.1.6 : organigramme de plate forme du complexe FERTIAL :

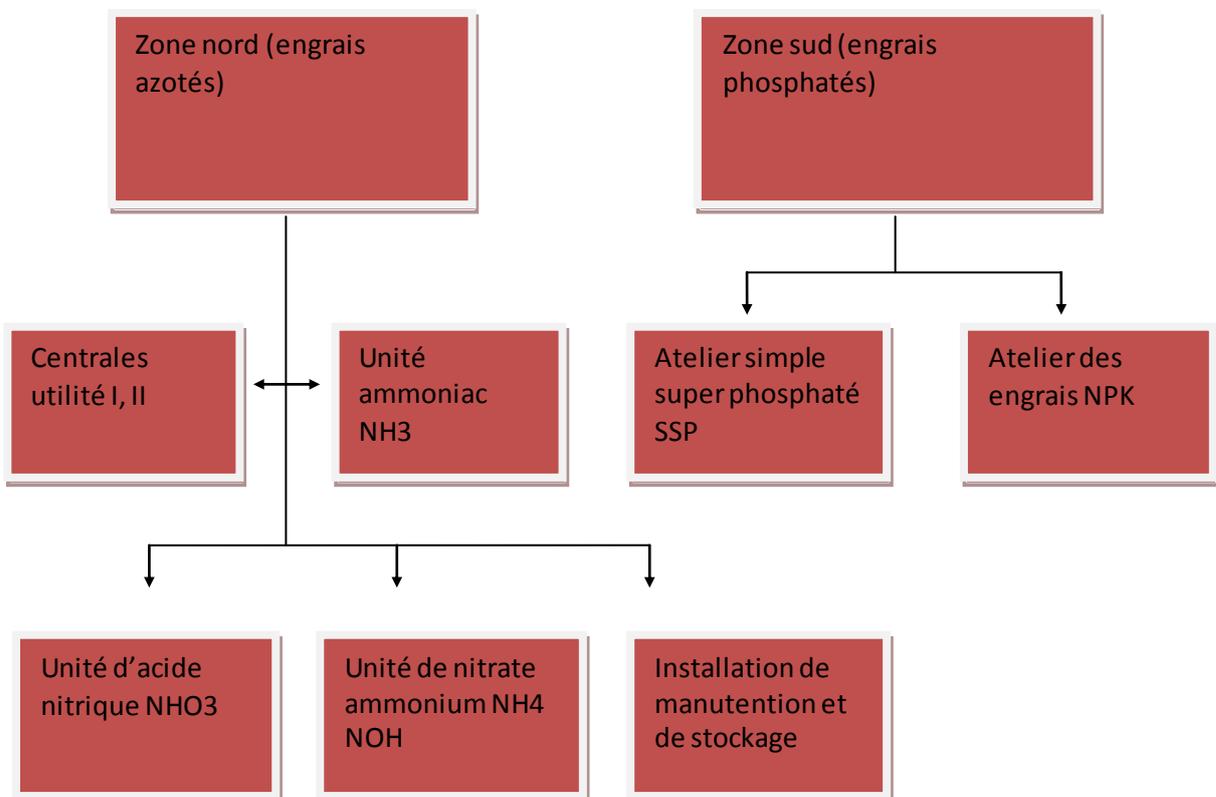


Figure I.6 : organigramme de plate forme du complexe FERTIAL

I.1.7 : présentation des sources d'énergie :

I.1.7.1 : Situation :

Le poste électrique 63 KV de liaison se trouve en bordure du complexe à proximité de l'intersection des routes nationales allant vers El-Hadjar et la cité Sybouse.

Les images ci-dessous représentent le poste 63 KV ;



Figure I.7 : le poste électrique 63KV

Cette implantation a été imposée par SONALGAZ afin de pouvoir adjoindre ultérieurement à ce poste deux traverses de transformateur supplémentaires pour l'alimentation d'alternateurs 10 MVA. [2]



Figure I.8 : deux transformateur pour l'alimentation 10 MVA

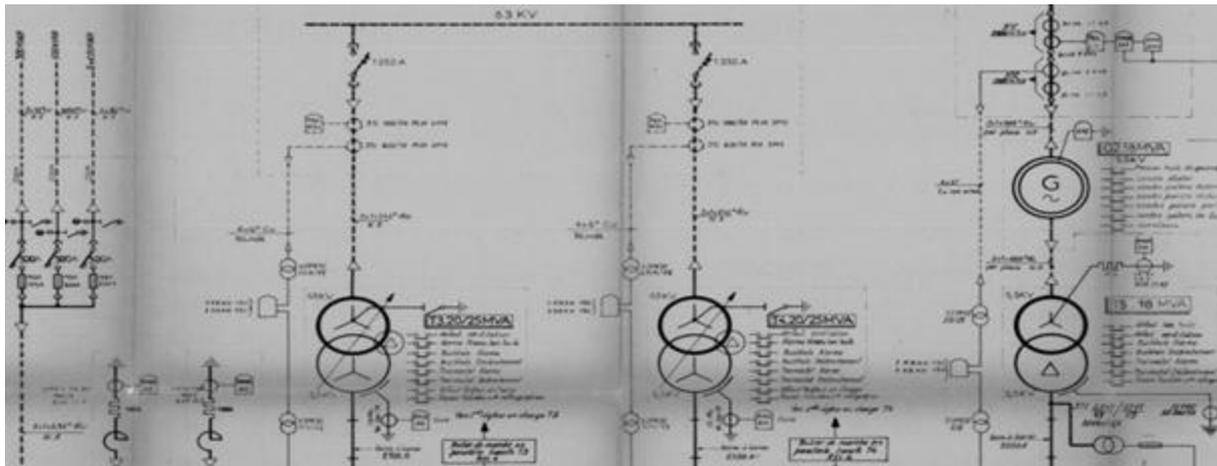


Figure I.9 : schéma électrique de deux transformateur pour l'alimentation 10 MVA

I.2. Description de la centrale utilités II :

La centrale utilité est une unité motrice et primordiale pour toutes les unités du complexe. Elle a pour but de satisfaire les besoins du complexe en matières d'utilités, telles que :

eau de mer

eau dessalée

eau déminéralisée

vapeur (haute pression, moyenne pression, basse pression)

Énergie électrique

air (instruments et services).

I.2.1. Equipements électrique de la centrale utilité II :

La centrale II est située au cœur du complexe, elle contient deux turbo- alternateurs de 10 et 18 MVA 5,5 KV, deux transformateurs de 25 MVA 63 KV 5,5 KV raccordés sur le réseau SONEL-GAZ ainsi qu'un groupe de secours de 75 KVA.

La distribution de l'énergie électrique vers les différentes unités est assurée par un tableau jeu de barres. [3]

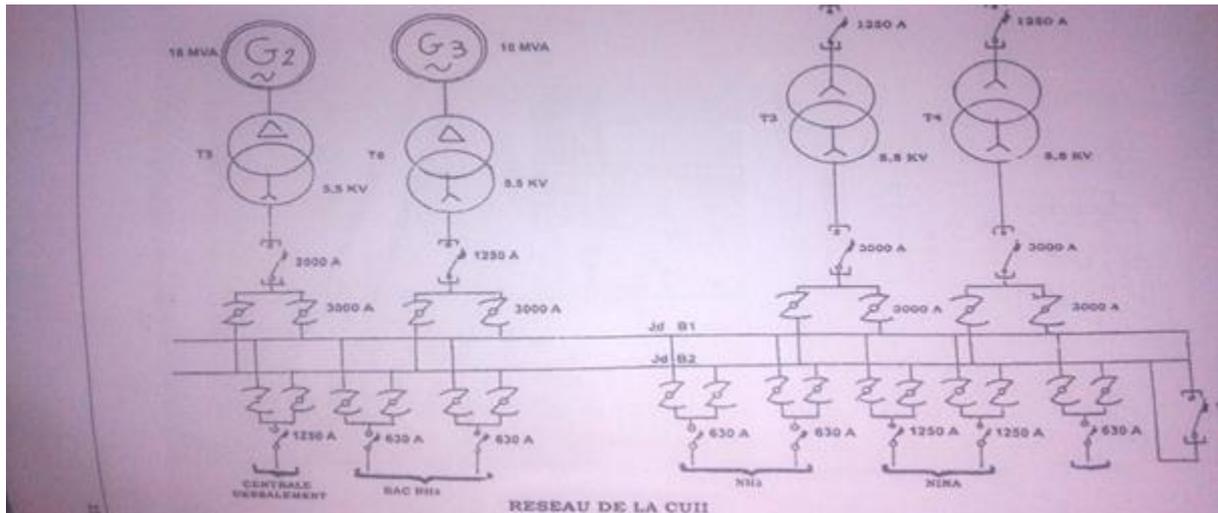


Figure I.10 : réseau de la centrale utilité II

I.2.2. les parties principales de la centrale utilité II :

La centrale est constituée d'un bâtiment comprenant cinq parties principales. On trouve :

le bâtiment « A »

le bâtiment « B »

le bâtiment « C »

le bâtiment « D »

le bâtiment « E »

par exemple Lorsqu'on prend le bâtiment « A » nous constatons qu'il est composé comme suit :

D'un sous-sol : il contient les chemins de câbles nécessaire aux liaisons entre les différents équipement électrique.

D'un rez- de- chaussée : il comprend une salle électrique et une salle contenant les compresseurs destinés à l'alimentation des réseaux du complexe.

La sella électrique contient :

le tableau bas tension, les condensateurs bas tension et les armoires servomoteur du dessalement eau de mer.

L'ensemble des armoires d'alarmes du dessalement et la centrale.

La salle des compresseurs contient trois compresseurs, leur sécheur d'aire et leur armoire de commande.

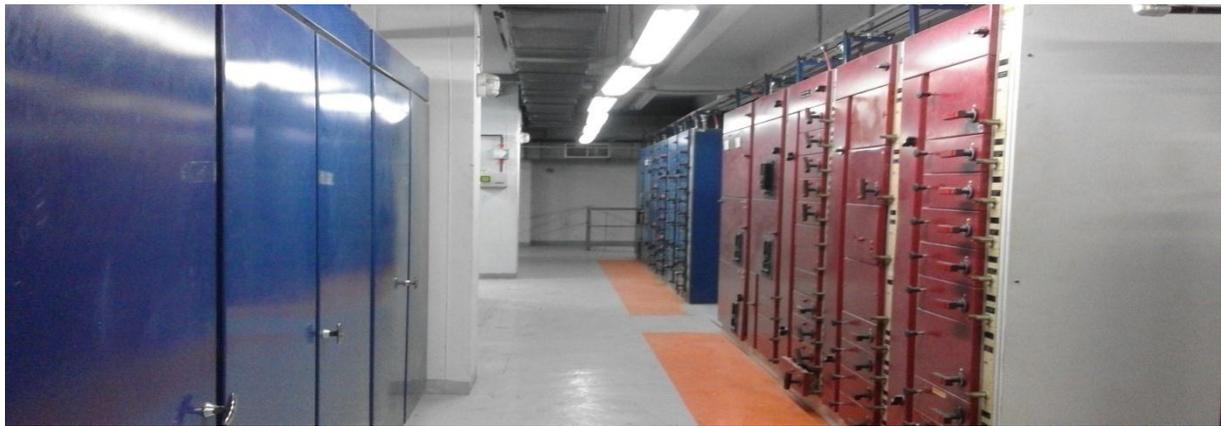


Figure I.11: la salle électrique de centrale utilité II

D'un étage contient essentiellement des bureaux. [3]

Conclusion :

Au niveau du complexe FERTIAL ANNABA, la sécurité et la santé de travail sont gérées comme dans les grandes entreprises en suivant les principes pratiqués de la prévention des risques.

Malheureusement, certains employeurs n'assument guère leurs responsabilités s'agissant de protéger la santé et la sécurité des travailleurs. En fait, certains employeurs ne savent même pas qu'ils ont une responsabilité morale et souvent légale à cet égard. En raison des nombreux risques qui existent et du fait que les problèmes de santé et de sécurité sont souvent négligés, les accidents sont fréquents dans toutes les régions du monde.

chapitre II :
Problématique, et cause des risques d'accidents

Introduction :

Les mauvaises conditions de travail, en dehors des répercussions sur la santé physique (accidents de travail et maladies professionnelles) peuvent, également, agir sur le mental du travailleur par le développement des pathologies psychiques. Les travailleurs, dans plusieurs branches d'activité, sont exposés à des problèmes psychosociaux tels que le stress ;

L'électricité est, de nos jours, la principale source d'énergie utilisée en milieu de travail.

Malgré les efforts consentis pour la maîtrise du risque électrique, on enregistre encore de nombreux accidents de travail d'origine électrique et des cas mortels. L'électricité est soit statique ou alternative. Les effets sur le corps humain sont multiples et certaines complications peuvent survenir longtemps après l'accident.

Notre objectif, en établissant cette étude statistique n'est pas seulement de faire connaître cette triste réalité en nombre et l'origine de risque électrique et leur cause, mais aussi et surtout de fournir aux gestionnaires, aux travailleurs, aux préventeurs, un outil leur permettant une meilleure connaissance de la fréquence, de la nature, de la gravité des accidents dans chaque branche d'activité économique, les catégories de travailleurs qui ont été victimes, les machines et matériels avec lesquels ils se sont produits, ainsi que d'autres facteurs influant sur le risque auquel sont exposés les travailleurs.

Le risque d'accident du travail d'origine électrique reste toujours présent, il est statiquement plus grave que les autres accidents (chaque année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés.

D'ailleurs, L'usine de FERTIAL est exposé a ces risques, au niveau de toute ces unités.

D'après ça, Nous pouvons poser la problématique suivante :

Comment le risque des accidents du travail D'origine électrique doivent-ils être abordé ?

II.1. But de la sécurité du travail :

L'étude de la sécurité des travailleurs est une discipline très large qui recouvre des nombreux domaines spécialisés. Dans son sens le plus général, elle doit viser à:

promouvoir et maintenir le plus haut degré possible de bien-être physique, mental et social des travailleurs dans tous les métiers;

prévenir les effets néfastes sur la santé des travailleurs dus à leurs conditions de travail;

protéger les travailleurs contre les dangers qui menacent leur santé;

placer et maintenir les travailleurs dans un environnement de travail adapté à leurs besoins physiques et mentaux;

adapter le travail aux hommes.

En d'autres termes, la santé et la sécurité des travailleurs visent tous les aspects du bien-être social, psychique et physique des travailleurs. [4]

II.2. Normes et textes réglementaires :

II.2.1. La réglementation :

Le code du travail permet au Ministre du travail de prendre des décrets portant règlement d'administration publique en vue d'assurer l'hygiène et la sécurité des travailleurs.

Il existe une véritable hiérarchie des différents textes : la loi ; le décret ; l'arrête ;

la circulaire ; la note technique.

II.2.2. Arrêtés :

De nombreux arrêtés d'application ont été publiés. Certains renvoient à des normes d'installation et plus particulièrement à la NF C 15-100 « Installations électriques à basse tension ».

Ces arrêtés couvrent plusieurs domaines comme par exemple :

la protection des installations électriques

les circuits et les installations de sécurité ;

la vérification des installations, etc.

II.2.3. La normalisation :

La norme est donc un ensemble de textes d'application volontiers et contractuelle. Elle n'est pas obligatoire et correspondant à des critères momentanés qui peuvent évoluer dans le temps. Dans certains cas, elle peut être rendue obligatoire par arrêté :

c'est le cas pour la norme NFC15-100, norme de réalisations portant sur les installations électrique basse tension.

Elle existe différentes familles de norme :

Norme de réalisation

Elles définissent les règles de réalisation des installations électriques :

NFC 15 100 : installations électriques à basse tension;

NF C 13 100 : poste de livraison/BT;

NF C 13 200 : installations électriques en haute tension.

Norme de conception

Pour les normes de conception : elles définissent les règles de construction du matériel électrique

NF C20-010 : classification des degrés de protection procurés par enveloppes (boitier, Carcasses de machine...) ;

NF C20-030 : règles de sécurité relatives a la protection contre les chocs électriques ;

NF C71-008 : règles particuliers concernant les baladeuses (éclairage portail). [4]

II.3. Différents risque d'accidents du travail d'origine électrique :

Il existe deux sortes de courant électrique :

- le courant continu (comme celui que génère la pile électrique).
- le courant alternatif (comme celui dont on dispose à la maison).

II.3.1. Accidents d'origine électrique :

Accident de travail

II.3.1.1. Définition :

Est considéré comme accident de travail, tout accident ayant entraîné une lésion corporelle imputable à une cause soudaine, extérieure, et survenue dans le cadre de la relation de travail.

Ainsi, même l'accident survenu pendant le trajet effectué par l'assuré pour se rendre à son travail ou en revenir, est considéré comme accident de travail (et ce, quelque soit le moyen de transport utilisé).

Selon le Code de la sécurité sociale (article L411-1), l'accident de travail doit être survenu par le fait ou à l'occasion du travail. Il peut concerner toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. Plusieurs critères découlent de cette définition légale.

Les accidents d'origine électrique ont pour principaux effets sur les personnes :

l'électrisation ;

les brûlures de contact et internes ;

les brûlures thermiques (arcs électriques, projections...)

l'électricité peut être aussi à l'origine d'incendie ou d'explosion.

Dans les accidents d'origine électrique touchant les personnes, il faut distinguer

L'électrisation et l'électrocution et des arcs électriques :

l'électrisation : peut se produire par contact direct (avec une partie active) ou indirect (avec une masse mise accidentellement sous tension). Le courant ne passe que si le circuit fermé c'est-à-dire s'il y a :

Soit deux points de contact avec des pièces nues sous tension de potentiel différent.

Soit un point de contact avec une pièce nue sous tension et un autre avec la terre.

l'électrocution : c'est l'électrisation qui débouche sur une issue fatale, On parle d'électrocution lorsque ce courant provoque la mort de la personne.

II.3.1.2. Causes d'accident :

L'origine de l'accident dépend des types de contact entre la personne et l'élément sous tension.

Ces types de contact sont de deux sortes : les contacts directs et les contacts indirects.

- Contact direct : contact de personne avec une partie active d'un circuit.
- Contact indirect : contact de personnes avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

Décret n° 88-1056

Partie active : toute partie conductrice destinée à être sous tension en service normal.

Masse : partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée par une personne, qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir en cas de défaut d'isolement des parties actives de ce matériel.

Défaut d'isolement : défaillance de l'isolement d'une partie active d'un circuit électrique entraînant une perte d'isolement de cette partie active pouvant aller jusqu'à une liaison accidentelle entre deux points de potentiels différents.

II.3.2. Origine des risques :

II. 3.2.1. Rôle de la tension :

Le début du processus d'électrisation n'est perceptible qu'à partir d'une certaine valeur de tension. Un contact entre deux bornes d'une batterie de voiture (12 ou 24 V) n'occasionne aucune sensation au niveau du corps humain. Par contre, un même contact aux bornes d'une prise de courant (240 V) se traduira par une sensation douloureuse, voire un coma.

En fait, notre corps est protégé par la peau, qui représente une barrière physiologique s'opposant aux sensations de l'électricité. L'augmentation de la tension appliquée au niveau de la peau entraîne la perforation de celle-ci.

II.3.2.2. Impédance du corps humain :

Les tissus du corps humain peuvent être représentés par une succession de résistances R et de réactances X (inductances et capacités), le tout constituant une impédance Z :

L'impédance : $Z^2 = R^2 + X^2$

La résistance totale du corps humain décroît rapidement lorsque le courant augmente.

L'impédance de la peau varie pour chaque individu en fonction, essentiellement, des paramètres suivants :

- la température de la peau ;
- la surface et la pression de contact ;
- la tension de contact ;
- l'état d'humidité et de sudation de la peau ;
- le temps de passage du courant ;
- l'état physiologique de la personne ;
- la morphologie de l'individu ;
- le trajet du courant dans le corps humain.

II.3.2.3. Rôle de l'intensité :

L'intensité est déterminée par la tension et l'impédance du corps humain. Pour ce qui nous concerne, on distingue, au niveau du corps humain :

les muscles moteurs commandés par le cerveau (cas des muscles des membres)

les muscles auto réflexes qui fonctionnent automatiquement, tels la cage thoracique et le cœur. [5]

II.4. Analyse des risques électrique au niveau de FERTIAL :

Activité	Risque	Mesure préventive
Intervention sur disjoncteurs T ₄ et T ₃ au niveau de poste 63KV	électrocution	.La personne devant intervenir doit être habilité dans 1éré caractère (H.T). .établissement d'un permis de travail. .Coupure générale d'énergie électrique. .Balisage autour du champ d'intervention. .EPI spécifiques (perche de sauvetage). .Disposition d'une bonne tresse de mise a la terre. .Mise en place d'un panneau d'avertissement
Branchement de postes à souder (380V) au niveau de l'unité NPK.	électrocution	.EPI spécifique (les gants de caoutchouc et les protecteurs en cuir). .Utilisation des multimètre.et branchement conforme du poste a souder.
Intervention au niveau de coffret de l'éclairage et prise de courant.	Electrisation (court-circuit)	.Formation des agents. .standard d'isolation d'énergie avec vérification de défaut de l'alimentation électrique. .EPI spécifiques
Intervention sur l'équipement électrique au niveau d'unité NH3	Electrisation (coup d'arc)	.EPI spécifique (vêtements de protection anti-arc, protecteurs en cuir, pare-feu facial) .mise en place la fiche signalant l'arrêt de l'arrivée électrique et cadenas condamnant .l'utilisation de l'appareil lors de sa maintenance. .Formation des agents.
Intervention au niveau des armoires électrique (centrale utilité I)	électrocution	.La personne devant intervenir doit être habilité. .Port des gants, lunette, vêtement ignifuges. .Utilisation d'un multimètre. .mise en place les tapis isolant et les fiche signalant l'arrêt de l'arrivée électrique.

Tableau. II.1 : Analyse des risques au niveau de FERTIAL

II.5. Statistiques des accidents au niveau de FERTIAL :

II.5.1. Évaluation du nombre d'accidents d'origine électrique en FERTIAL :

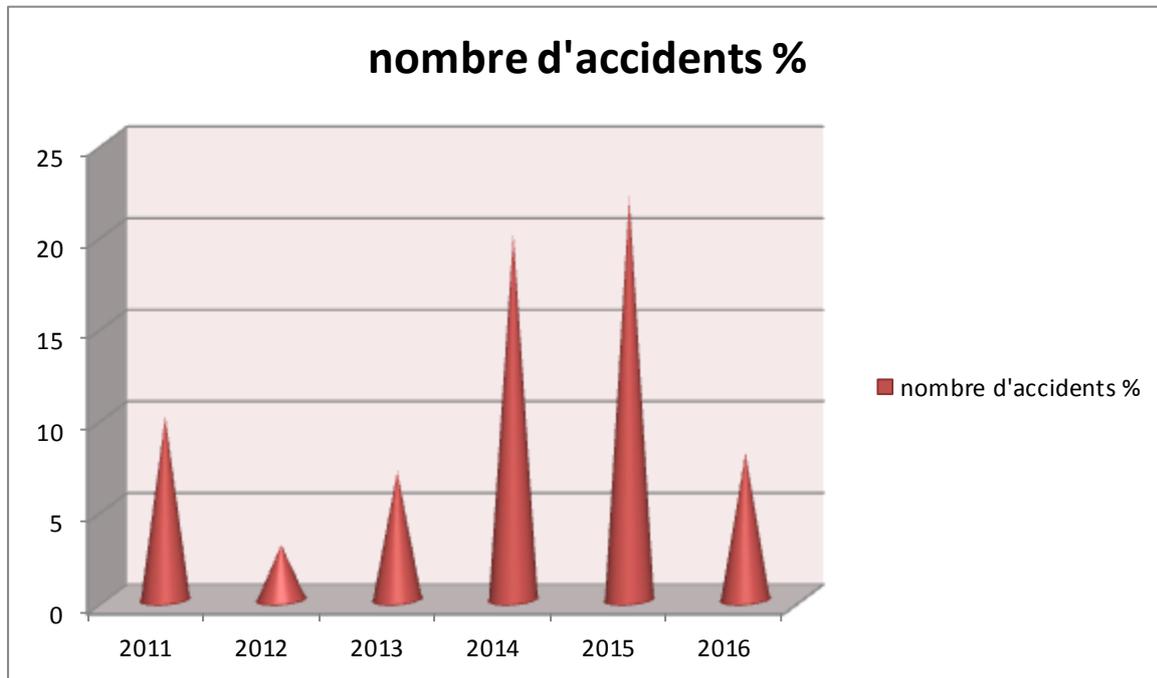


Figure II.1 : Evaluation de nombre d'accidents d'origine électrique

Grâce à l'évaluation donnée, On peut dire que le nombre d'accidents est à un seuil élevé en 2014-2015, mais qui chute progressivement en 2016. [6]

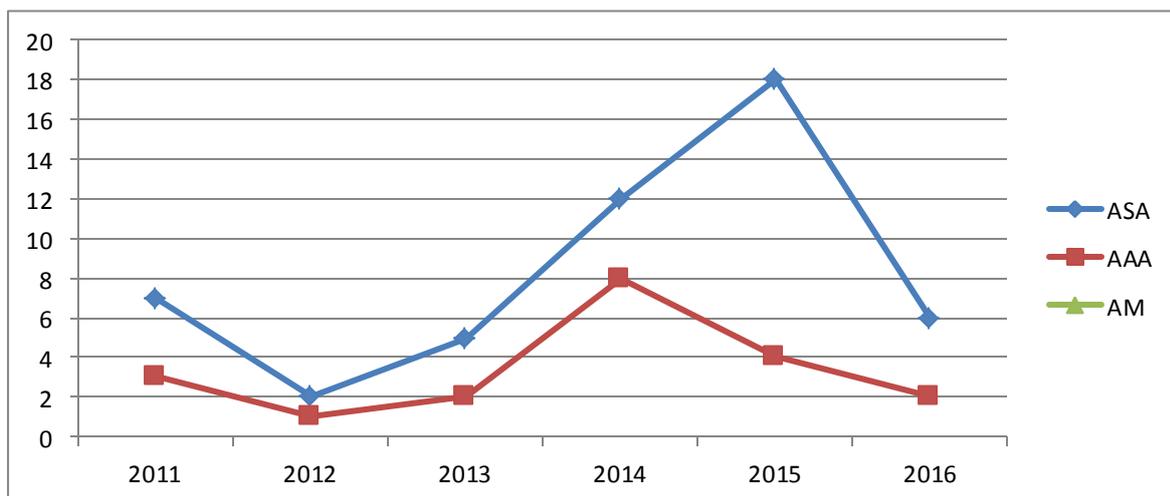


Figure II.2 : Evaluation des accidents d'origine électrique au FERTIAL.

D'après les statistiques, nous remarquons que les accidents d'origine électrique sont forts en 2014-2015, mais elles sont diminuées en 2016.

II.5.2. Base de données des jours perdus :

Le tableau suivant représente le nombre de jours perdus de 2005 à 2015.

L'année	Nombre de jours perdus
2011	26
2012	10
2013	16
2014	87
2015	48
2016	24

Tableau II.2 : statistiques des jours perdus.

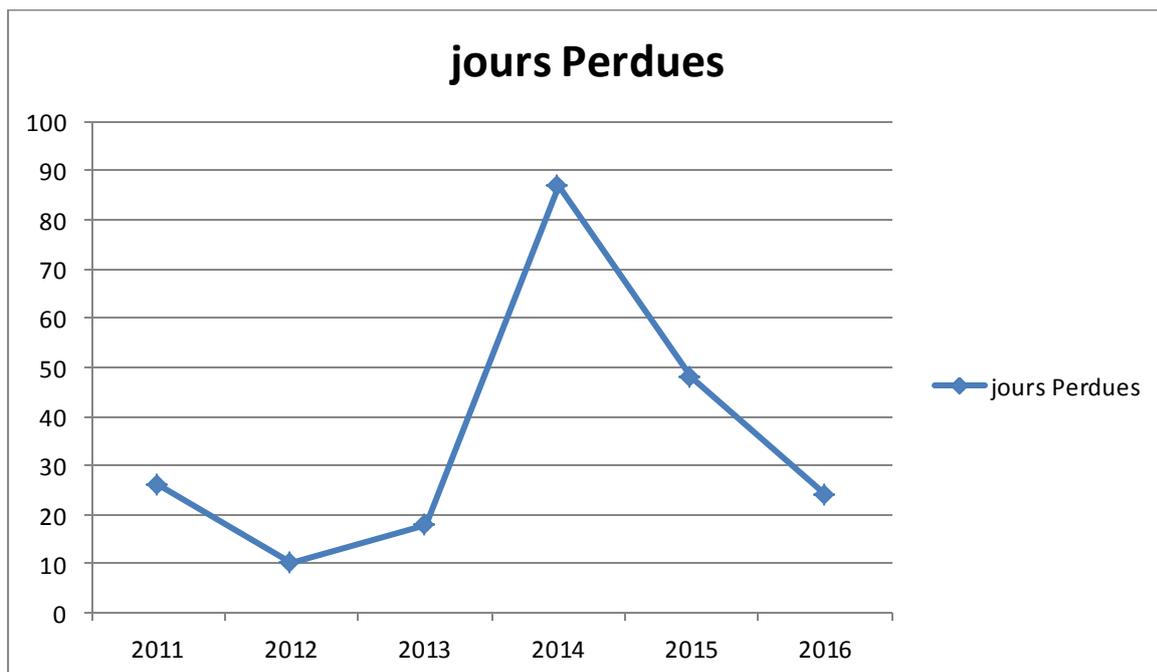


Figure II.3. : Évaluation des jours perdus.

Pour le nombre de jours perdus on s'aperçoit que de 2011 à 2013 le taux des jours perdus est entre 26-28. Par contre en 2014 le nombre des jours perdus est très élevé, Mais il commence à chuter à partir de 2015, et enfin elle redescend à 24 jours perdus en 2016. [6]

II.5.3. Les indicateurs standards de sécurité :

Pour les accidents du travail, en plus des données générales, des indicateurs sont calculés, permettant de suivre l'évolution du niveau du risque pour l'activité ou le secteur. L'entreprise peut ainsi, par comparaison, se situer dans sa branche d'activité ou son secteur.

Indice de fréquences :

Les indices des fréquences (IF) mesurent le rapport entre l'accident du travail et l'effectif salarié.

$$IF = (\text{nb des accidents en premier règlement/effectif salarié}) \times 10^3$$

Taux de fréquences :

Les taux de fréquences (TF) mesurent le rapport entre l'accident di travail et le nombre d'heures travaillées.

$$TF = (\text{nb des accidents en premier règlement/heures travaillées}) \times 10^6$$

Taux de gravité :

Le taux de gravité (TG) exprime la perte subie, en incapacité des accidents de travail.

$$TG = (\text{nb des journées perdues par incapacité temporaire/heures travaillées}) \times 10^3$$

Indice de gravité :

$$IG = (\text{somme des taux d'incapacité permanente/heures travaillées}) \times 10^6$$

II.5.4. Evaluation des TF et TG :

Année	TF	TG
2011	1,92	0 ,17
2012	0,7	0,108
2013	1,39	0,01
2014	5,85	0,18
2015	3,01	0,05
2016	1,84	0,33

Tableau II.3. : statistiques des taux de fréquences et de gravités des accidents.

Les graphes ci-dessous présentent variation des TF et TG des accidents d'origine électriques au niveau de FERTIAL.

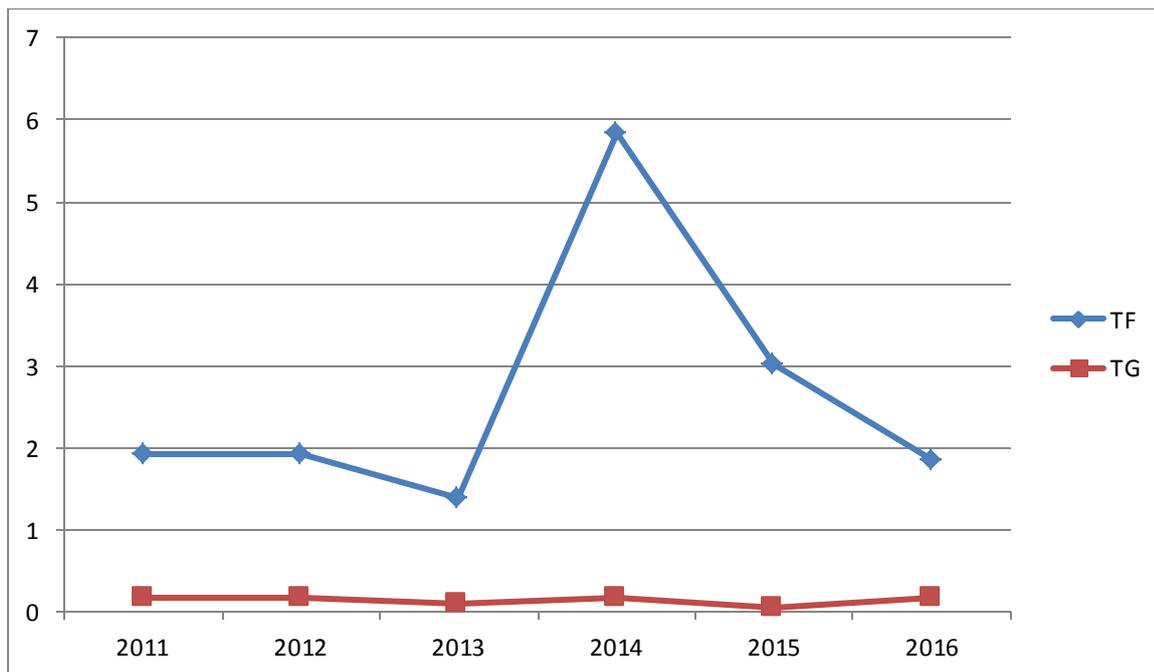


Figure II.4. : Evaluation du taux de fréquences et de gravités.

II.5.5. Répartition selon le sexe :

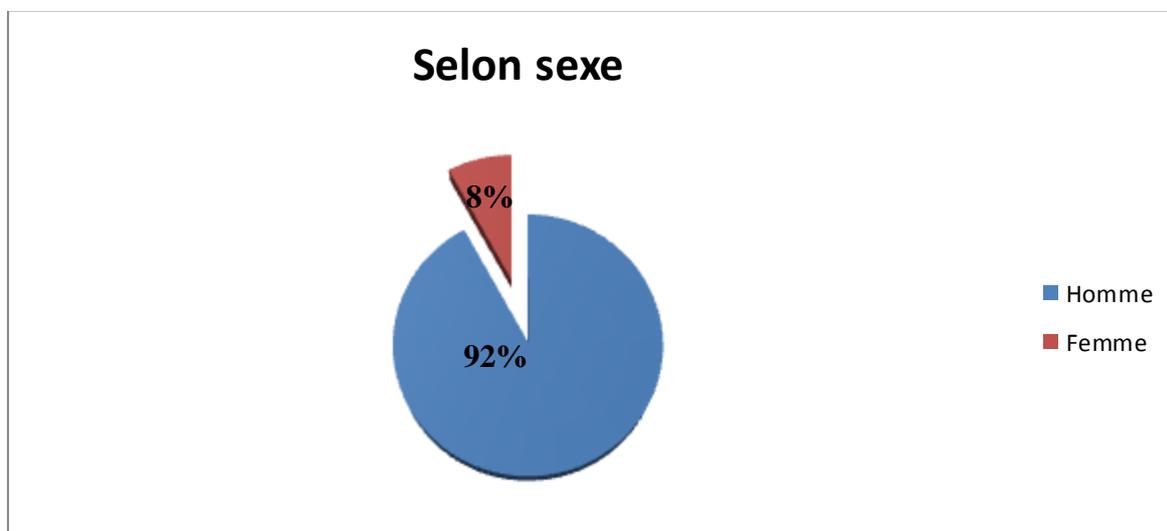


Figure II.5. : Répartition des accidents du travail selon le sexe.

Le risque d'accident de travail est plus élevé chez les hommes (car plus soumis au risque Par leurs activités très variées et plus dures, telles que le secteur du bâtiment et travaux Public,...). Les 8% de femmes de notre échantillon sont des enseignantes, secrétaires et Beaucoup plus des femmes de ménage. [5]

II.5.6. Répartition selon l'âge :

L'âge de la victime	Nombre	Pourcentage %
20 à 25]	04	2,4
] 25 à 30]	12	7,4
] 30 à 35]	19	11,8
] 35 à 40]	18	11,1
] 40 à 45]	33	20,4
] 45 à 50]	51	31,6
] 50 à 55]	20	12,4
Plus de 55	04	2,4
Total	161	100

Tableau II.4. : Répartition des accidents du travail selon l'âge de la victime.

50 % des accidentés de travail sont âgés de 40 à 50 ans. Les 2/3 des accidents surviennent Chez les assurés âgés de 30 à 50 ans. Selon l'inspection du travail, c'est la tranche d'âge la plus dominante, précisément dans le domaine du bâtiment et travaux publics.

Les moins de 25 ans sont des jeunes apprentis affectés des Centres de formation Professionnelle vers les entreprises. [5]

II.5.7. Répartition Selon la catégorie professionnelle :



Figure II.6. : Répartition des accidents du travail selon la catégorie professionnel.

Les catégories les plus touchées sont celles des ouvriers spécialisés (34%) et ouvriers Professionnels (30%), qui effectuent les opérations les plus délicates, suivi des manœuvres (18%).Le (3%) Concernant les apprentis, ils ne sont pas nombreux à être recrutés.

II.5.8. Répartition selon le mois, l'heure :

II.5.8.1. Selon le mois :

Le nombre d'accidents de travail ne varie pas tellement selon les mois de l'année, à part une baisse durant les mois de congé (Juillet – Août).

II.5.8.2. Selon l'heure :

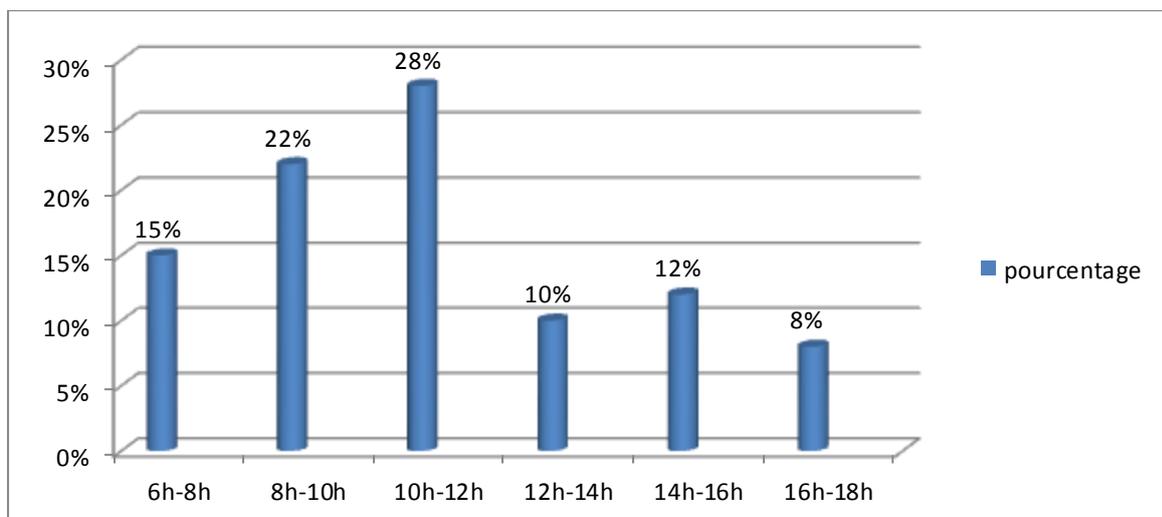


Figure II.7. : Répartition des accidents du travail selon l'heure de travail.

Le plus grand nombre d'accidents de travail (45%) survient pendant les trois premières heures de travail, avec un pic vers 11 heures (28,5%) ; nous pensons en premier lieu à une Hypoglycémie et ses effets secondaires (baisse de la concentration et maladresse).

II.5.9. Répartition des accidents suivant les facteurs techniques :

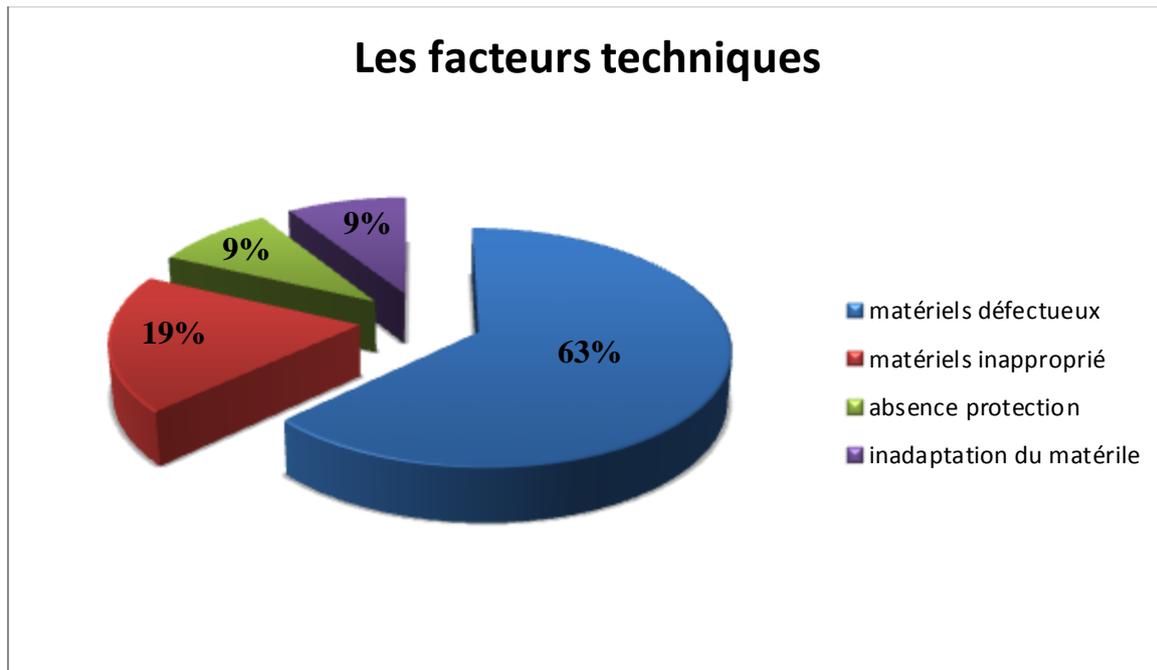


Figure II.8. : Répartition des accidents suivant les facteurs techniques.

II.5.10 : Répartition selon le siège des lésions :

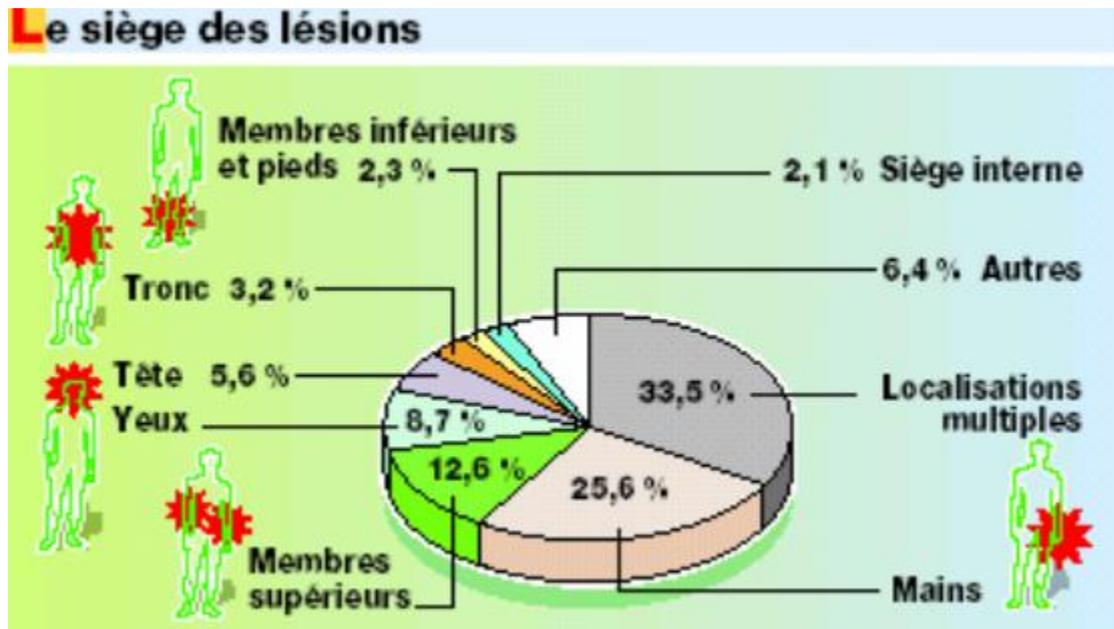


Figure II.9 : Répartition selon le siège des lésions

Un plus de tiers des lésions sont de localisation multiple, les yeux, les membres supérieurs, les mains restent des zones à risque important.

Conclusion :

Le risque d'accident/incident du travail d'origine électrique est resté toujours présent, il est statistiquement plus grave que les autres accidents (chaque année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés)

Les accidents/incidents d'origine électrique à cause des conséquences graves même catastrophiques humaines (la mort des travailleurs) et matérielles (dégât de matérielles).

Toutes ces conséquences et ces effets entraînent des pertes économiques par le remplacement des éléments endommagés et le coût indirect de l'interruption des processus de production. Donc pour y remédier à tous ces problèmes, l'analyse des accidents du travail doit permettre de mettre en place des actions de prévention ou de protection, son objectif est de déterminer les causes d'accident/incident et de décider des mesures à adopter pour réduire ou supprimer les conséquences des accidents.

chapitre III :
Méthodes d'analyse des risques
et choix de la méthode d'identification

Introduction :

Durant ces dernières décennies, le monde a connu un accroissement technologique qui a modifié profondément les exigences en termes de sûreté de fonctionnement des systèmes qui sont devenus de plus en plus complexes.

La sûreté de fonctionnement est une des composantes fondamentales de la réussite d'une entreprise, que ce soit en terme économique ou environnemental. Gérer un risque est un processus itératif fondé sur l'analyse des risques, Le but de La sûreté de fonctionnement est d'évaluer les risques potentiels, prévoir l'occurrence des défaillances et tenter de minimiser les conséquences des situations catastrophiques lorsqu'elles se présentent.

Les systèmes industriels ont connu une augmentation notable du nombre des accidents et des catastrophes telles que les explosions occasionnant des impacts et des effets graves sur les personnes, pour cela, des efforts considérables sont fournis pour maîtriser la sécurité des installations industrielles. la maîtrise de ces phénomènes est obtenue grâce à des analyses qualitatives, et quantitatives des risques, reposant sur à un certain nombre de données et d'informations sur le système analysé et son environnement ainsi que sur le phénomène étudié.

Dans cette partie, nous commençons d'abord par présenter quelque concept lié à la démarche d'analyse des risques industriels puis en décrivant les différentes étapes constituant cette démarche. Nous abordons ensuite les différentes méthodes d'analyse de risque couramment utilisées,

Enfin, Nous examinons la méthodologie de l'analyse des risques qui se basent sur deux étapes essentielles dans le processus d'analyse des risques puisqu'elles permettent ensuite la mise en place d'outils de prévention et de protection en cas de détection de graves problèmes.

III.1. La sûreté de fonctionnement :

La sûreté de fonctionnement est l'aptitude d'une entité à satisfaire à une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données. [7]

Elle peut être caractérisée par les concepts suivants :

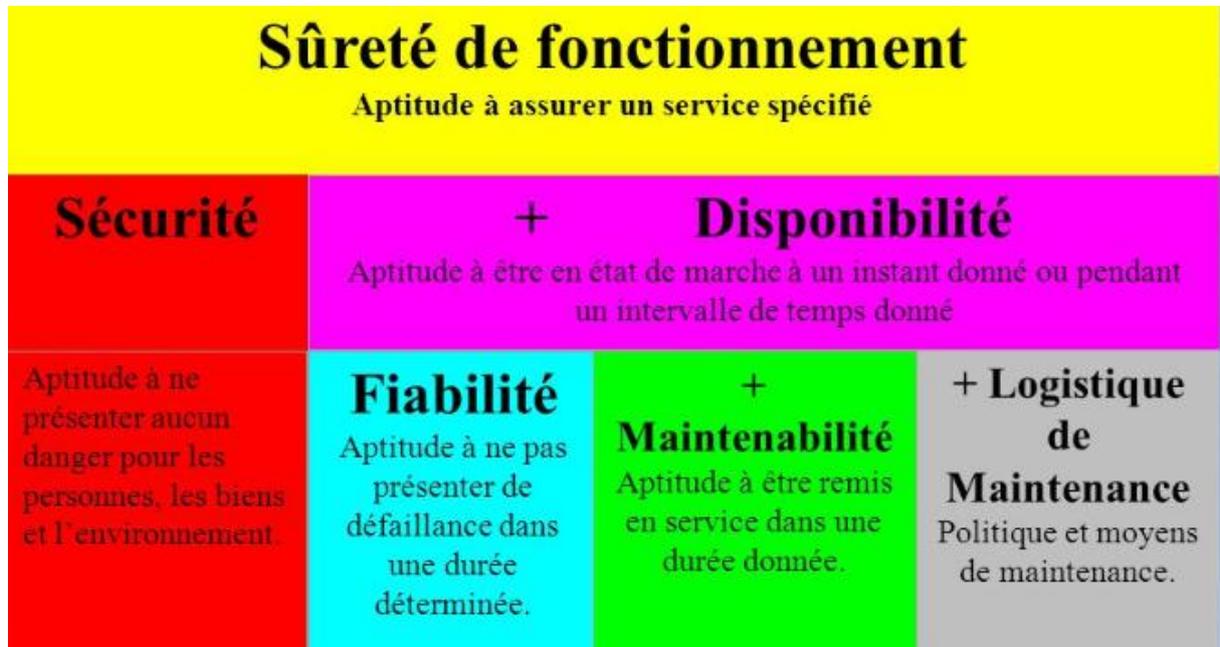


Figure III.1: Les concepts de sûreté de fonctionnement

III.2. Méthodologie de l'analyse et évaluation des risques :

Une analyse des risques comprend un plan par étapes suivantes :

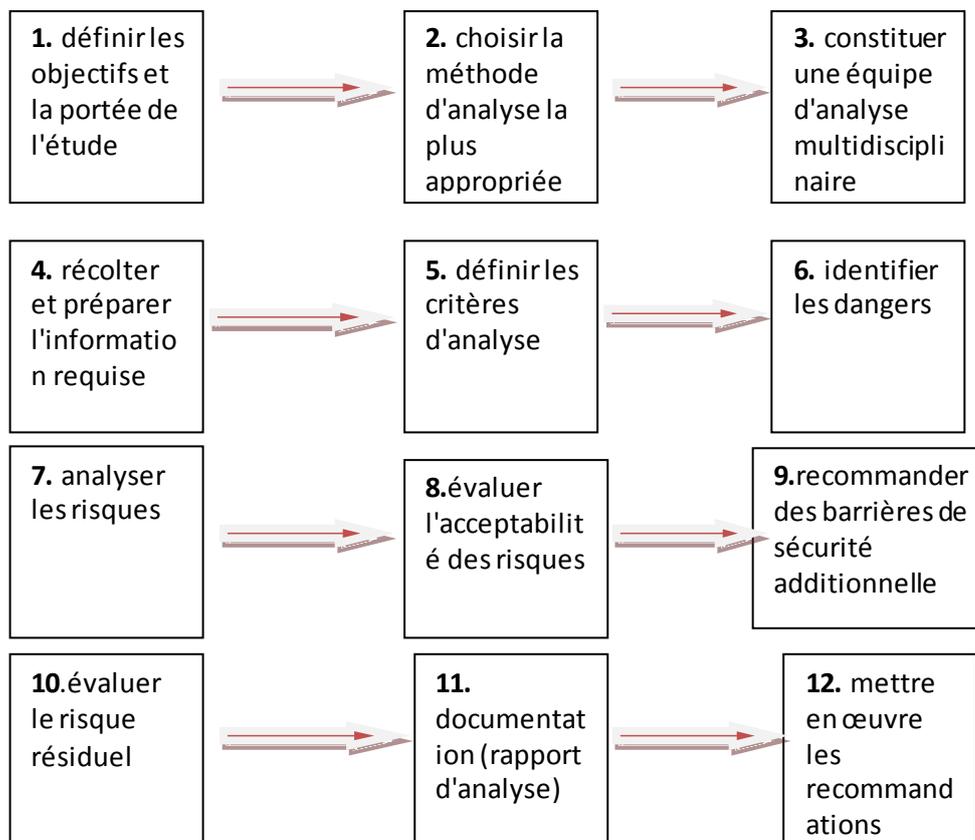


Figure .III.2 : le processus d'analyse et d'évaluation des risques

III.3. L'objectif de l'analyse des risques :

Mettre en place un catalogue des risques identifiant les risques par poste de travail ;
sécurisé l'activité et les tâches courantes des opérateurs ;
sécurisé les interfaces et les éventuelles interventions au poste de travail et son environnement ;
corriger les écarts sources d'accidents ;
réduire les accidents de travail ;
mesures la performance de la sécurité ;
mettre en place des mesures de correction et de prévention. [7]

III.4. panorama des méthodes d'analyse des risques :

Il existe un grand nombre d'outils ou méthodes dédiés à l'identification des dangers et des risques associés à un procédé ou une installation.

Quelques-unes des méthodes les plus fréquemment utilisées sont :

L'analyse préliminaire des risques (APR).

L'analyse des modes de défaillances, de leurs Effets et de leur criticité (AMDEC).

L'analyse des risques sur schémas type HAZOP.

La méthode « what-if ? ».

L'analyse par arbre des défaillances.

L'analyse par arbre d'événements.

L'analyse par Nœud papillon.

La méthode LOPA (the Layer Of Protection Analysis).

La méthode MOSAR (méthode organisée systémique d'analyse des risques).

Ces différentes méthodes prises individuellement ou de façon combinée permettent le plus souvent de répondre aux objectifs attendus de l'étude en cours.

En définitive, il n'y a pas de « bonne » ou « mauvaise » méthode d'analyse des risques. Ces méthodes ne sont que des aides guidant la réflexion et il convient donc retenir celles qui sont les mieux adaptées aux cas à traiter.

Nous allons présenter dans cette section un échantillonnage de l'ensemble des méthodes d'analyse de risque. Chacune d'entre elle sera présentée brièvement.

III.4.1. La méthode HAZOP :

C'est une méthode de revue systématique en groupe de travail permettant d'identifier et d'analyser les dysfonctionnements d'une installation de procédés et la mise en place de mesures compensatoires. Cette méthode d'analyse de risques est la plus utilisée mondialement dans les industries chimiques, pharmaceutiques, oil & gas, notamment lors de la conception d'une nouvelle installation, la modification ou revue d'une installation existante.

L'intérêt de la méthode HAZOP son :

Méthode accessible et facile à mettre en œuvre.

Méthode rigoureuse et logique.

Elle est effective pour les fautes techniques et les erreurs humaines.

Elle utilise l'expérience des occupants lors du processus d'analyse.

Elle reconnaît l'existence des systèmes de protection existants et développe des recommandations pour de nouveaux.

La méthode HAZOP présente également des limites :

Son succès dépend de la composition de l'équipe d'analyse et de leurs connaissances,

C'est une méthode optimisée pour les dangers dans les processus, et nécessitant certaines modifications pour être adaptée à d'autres types de dangers,

Cela requiert un développement des descriptions procéduriales qui ne sont pas souvent disponibles en détail,

Ligne ou équipement :								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observation

Tableau III.1: Exemple de tableau pour la méthode HAZOP

La norme CEI : 61882 propose des exemples de mot-clé dont l'usage est particulièrement courant. Ces mots-clés sont repris dans le tableau ci-dessous,

type de déviation	Mot-guide	Exemples d'interprétation
Négative	Ne pas faire	Aucune partie de l'intention n'est remplie
Modification quantitative	Plus	Augmentation quantitative
	Moins	Diminution quantitative
Modification qualitative	En plus de	Présence d'impuretés – Exécution simultanée d'une autre opération / étape
	Partie de	Une partie seulement de l'intention est réalisée
Substitution	Inverse	S'applique à l'inversion de l'écoulement dans les canalisations ou à l'inversion des réactions chimiques
	Autre que	Un résultat différent de l'intention originale est obtenu
Temps	Plus tôt	Un événement se produit avant l'heure prévue
	Plus tard	Un événement se produit après l'heure prévue

Tableau III.2 : Exemples de mot-clé pour l'HAZOP (norme CEI : 61882)

III.4.2. La méthode Layer of Protection Analysis (LOPA) :

La méthode (LOPA) est un outil d'analyse des risques de processus. La méthode Utilise les événements dangereux, la gravité de l'événement, les causes initiales et l'initiation des données de vraisemblance développées Pendant l'analyse des risques et de l'opération (HAZOP).

En utilisant les normes de risque de l'entreprise, l'utilisateur peut déterminer le montant total de La réduction des risques requise et analyse la réduction des risques qui peut être obtenue à partir de différentes couches de protection.

Gravité de l'événement	extensif	Moyen 2	Majeur 3	Majeur 3
	Sérieux	Minimal 1	Moyen 2	Majeur 3
	mineur	Minimal 1	Minimal 1	Moyen 2
		faible	modérer	haute
Probabilité d'événement				

Tableau III.3 : Matrice de niveau de risque

	(Problème d'échec à la demande)
1	= 0,01 à 0,1
2	= 0,001 à .01
3	= 0,0001 à .001

Tableau III.4 : Niveaux d'intégrité de la sécurité

La couche d'analyse de protection (LOPA) est effectuée à l'aide d'un tableau standard pour la saisie des données.ci-dessous :

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Couche de protection									
	Description de l'événement initial	Cause initiale	Cause vraisemblable	processus de conception	BPCS	al	SI	Atténuation supplémentaire (les soupapes de	Probabilité d'événement mitigé	Remarques

Tableau III.5 : exemple de Tableau de LOPA.

Intérêt, limites de la méthode LOPA conventionnelle :

La méthode LOPA présente plusieurs avantages :

C'est un outil performant et efficace d'évaluation des risques et de prise de décision quant aux mesures de protection et de réduction.

C'est un outil simple et flexible permettant de déterminer la réduction apportée par chaque mesure de réduction (IPL) en lui attribuant des probabilités de défaillance.

Elle permet de déterminer le SIL associé au SIS.

C'est un outil d'estimation des conséquences limites.

La méthode LOPA exige moins du temps et moins de coûts pour sa réalisation. Cette caractéristique lui confère la possibilité d'être appliquée à un grand nombre de scénarios qui sont quantitativement difficiles à évaluer.

Cependant, la méthode LOPA présente également des limites :

La limitation relative à la prise en compte d'un scénario résultant d'un simple couple cause-conséquence.

LOPA est un outil qui ne peut pas être appliqué pour étudier tous les scénarios d'accidents surtout ceux qui présentent des combinaisons des défaillances.

L'objectivité et l'efficacité des résultats de LOPA dépendent de la disponibilité des données, alors qu'en réalité on ne peut pas se passer des jugements d'experts et des bases de données.

III.4.3. La méthode Nœud Papillon :

Le Nœud Papillon est une approche de type arborescente largement utilisée dans les pays européens comme les Pays-Bas qui possèdent une approche probabiliste de la gestion des risques. Le Nœud Papillon est utilisé dans différents secteurs industriels par des entreprises comme SHELL qui a été à l'origine du développement de ce type d'outils

Le nœud papillon est une connexion d'un Arbre de Défaillances et d'un Arbre d'Evènements, généralement établie lorsqu'il s'agit d'étudier des évènements hautement critiques.

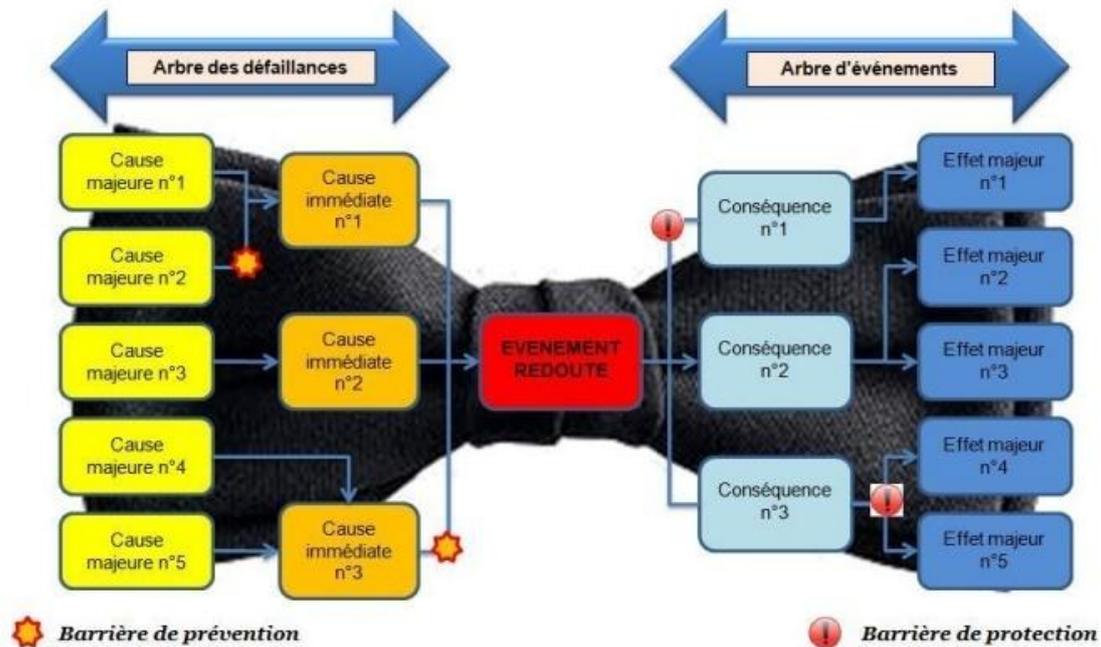


Figure III. 3 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon

Intérêt, limite de la méthode Nœud Papillon :

Le Nœud Papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des éléments vulnérables identifiés.

De ce fait, cet outil met clairement en valeur l'action des barrières de sécurité s'opposant à ces scénarios d'accidents et permet d'apporter une démonstration renforcée de la maîtrise des risques.

En revanche, il s'agit d'un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps, son utilisation doit donc être décidée pour des cas justifiant effectivement un tel niveau de détail.

III.4.4. La méthode AMDC :

L'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité qui permet de recenser systématiquement les défaillances potentielles d'un dispositif puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, afin d'engager les actions correctives à apporter au dispositif.

Pour chaque défaillance, trois critères de définition :

- la fréquence d'apparition de la défaillance (indice F) ;
- la gravité des conséquences que la défaillance génère (indice G) ;
- la non-détection de l'apparition de la défaillance, avant que cette dernière ne produise les conséquences non désirées (indice D).

Valeurs de F	Fréquence d'apparition de la défaillance
1	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation, au plus un défaut sur la durée de vie de l'installation.
2	Défaillance rarement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par an) ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance
3	Défaillance occasionnellement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation
4	Défaillance fréquemment apparue sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par mois) ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions ne sont pas réunies pour prévenir la défaillance,

Tableau III.6. : Indice de fréquence F

Tableau 2 – Indice de gravité G	
Valeurs de G	Gravité de la défaillance
1	Défaillance mineure : aucune dégradation notable du matériel (exemple : TI 10 min).
2	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état de courte durée (exemple 10 min < TI 30 min).
3	Défaillance majeure nécessitant une intervention de longue durée (exemple 30 min < TI 90 min) ou Non-conformité du produit, constatée et corrigée par l'utilisateur du moyen de production.
4	Défaillance catastrophique très critique nécessitant une grande intervention (exemple TI > 90 min) ou Non-conformité du produit, constatée par un client aval (interne à l'entreprise) ou Dommage matériel important (sécurité des biens)
5	Sécurité/Qualité : accident pouvant provoquer des problèmes de sécurité des personnes, lors du dysfonctionnement ou lors de l'intervention

Tableau III.7 : Indice de gravité

Tableau 3 – Indice de non-détection D	
Valeurs de D	Non-détection de la défaillance
1	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production.
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La détection est exploitable.
3	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La détection est faible.
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise

Tableau III.8 : Indice de non-détection D

L'indice de criticité est calculé pour chaque défaillance, à partir de la combinaison des trois critères précédents, par la multiplication de leurs notes respectives : $C = F \cdot G \cdot D$

Composant	Fonctions	Modes de défaillance	Causes	Effets	Détection	F	G	D	C	Actions correctives

Tableau III.9 : exemple d'analyse fonctionnelle de la méthode AMDEC

Intérêt et limite de la méthode AMDEC :

- analyse qualitative et quantitative rigoureuse et précise
- intègre différentes notions liées à la sécurité : maintenance, opérabilité, fiabilité
- méthode longue et fastidieuse pour systèmes complexes. Toutefois la méthode peut être arrêtée à l'analyse qualitative et porte le nom d'AMDE
- inadaptée pour système très informatisé
- ne permet pas de détecter les défaillances multiples
- difficultés pour déterminer "à quel niveau ?" doit s'arrêter l'analyse
- démarche inverse de l'arbre des défaillances. [7]

III.4.5. la méthode what-if (que se passe-t-il si ?) :

What-if en anglais.

Que se passe t'il si en français.

Cette procédure s'applique à l'ensemble du site et des activités de FERTIAL ANNABA. Afin d'assurer la couverture de l'ensemble du site.

C'est une méthode qualitative bien établie et largement utilisée pour identifier et analyser les dangers, les scénarios de risque et les contrôles existants et nécessaires.

Bien que développé à l'origine pour les études sur différents risques, l'analyse des dangers et les variations sont largement utilisées dans de nombreuses autres industries, y compris l'énergie telle que l'énergie électrique, la fabrication, la haute technologie, la transformation des aliments, le transport et les soins de santé, en mentionnant quelques-uns.

La méthode peut être appliquée à un système, à un processus ou à une opération ou à une focalisation plus spécifique, comme un équipement, une procédure ou une activité.

La méthode what-if est une méthode dérivée de l'HAZOP. Elle suit donc globalement la même procédure, La principale différence concerne la génération des dérives des paramètres defonctionnement.

Ces dérives ne sont plus envisagées en tant que combinaison d'un mot clé et d'un paramètre, mais fondées sur une succession de questions de type : « QUE (what) se passe-t-il SI (IF) tel paramètre ou tel comportement est différent de celui normalement attendu ? ».

La méthode consiste à subdiviser l'installation, à examiner en sections et à poser, pour chaque section, une série de questions qui concernent toujours les mêmes aspects. De cette façon, la méthode acquiert plus de structure.

III.4.5.1. Objectif de la méthode what-if :

S'assurer en dernier recours que le plus grand nombre de risques a été pris en compte.

Examiner les aspects sécurité d'une installation en marche normale, en phases de démarrage-arrêt, en situations anormales.

Donner des conseils sur l'utilisation de What-if les techniques d'analyse

III.4.5.2. les étapes de la méthode what-if :

La méthode what-if est une méthode dérivée de l'HAZOP. Elle suit donc globalement la même procédure, La principale différence concerne la génération des dérives des paramètres de fonctionnement. Donc la méthode what-if se déploie en les étapes suivantes :

Préparation des processus.

Identification des causes et des conséquences, à partir des scénarios.

évaluations des risques (les risques identifiés doivent être cotés en probabilité P et gravité G afin de définir le niveau de risque $R=P \times G$, en déduire une priorisation en commençant par les risques qui dépassent le seuil d'acceptabilité).

examinant des barrières de sécurité existant.

Proposition des améliorations et recommandations.

Le suivi des plans d'actions correctives contre le risque.

III.4.5.3. Matrice de risque :

Matrice de risque							
Probabilité P	probable	5	5	10	15	20	25
	improbable	4	4	8	12	16	20
	Très improbable	3	3	6	9	12	15
	Extrêmement improbable	2	2	4	6	8	10
	Extrêmement rare	1	1	2	3	4	5
Niveau de risque	15-25	Inacceptable	1	2	3	4	5
	8-12	Alarp	Modéré	Sérieux	majeur	catastrophique	désastreux
	1-6	acceptable	Gravité G				

Tableau III.10 : matrice de niveau de risque

D'après la matrice de risque, on doit noter :

La gravité (on parle donc de facteur G).

La probabilité (on parle donc de facteur P).

Le niveau de risque R se définit alors comme le produit des deux facteurs :

$$R = G \times P$$

Les valeurs données par la matrice sont classés en trois intervalles avec un code couleurs :

Niveau de risque R	inacceptable	20-15
	Alarp(tolérable)	8-12
	acceptable	1-6

Tableau III.11 : L'intervalle de la matrice

III.4.5.4. Echelle de probabilité (P) :

Probabilité (P)	description	fréquence
P5	Probable pourrait se produire plusieurs fois pendant la vie d'une installation.	$>10^{-2}$
P4	Improbable Pourrait se produire une fois sur un ensemble de 10 à 20 unités similaires sur une période de 20 à 30 ans	10^{-2} à 10^{-3}
P3	Très improbable une fois par an sur un ensemble de plus de 1000 unités pourrait se produire une fois sur un ensemble de 100 à 200 unités similaires sur une période de 20 à 30 est déjà survenu dans la société, mais des mesures corrective ont été prises	10^{-3} à 10^{-4}
P2	Extrêmement improbable est déjà survenu dans l'industrie, mais des mesures correctives ont été prises	10^{-4} à 10^{-5}
P1	Extrêmement rare événement physiquement possible mais n'a jamais ou rarement en lieu sur une période de 20 à 30 ans pour un grand nombre de sites	$< 10^{-5}$

Tableau III.12 : Echelle de probabilité

III.4.5.5. Echelle des gravités :

gravité	Personnel	public	environnement	Production/bien
G5	Décès multiples, hospitalisation multiples avec effets irréversibles	Un décès incapacité permanente multiple hospitalisation ou effet majeur de santé publique	Pollution majeur externe au site et /ou une perte importante de la vie aquatique	Plus de 180 jours de perte de production
G4	Un à trois décès, incapacité permanente multiple hospitalisation ou effet majeur de santé public	Blessure grave ou effet sur la santé Blessure grave ou effet sur la santé avec une ou plusieurs journées d'arrêt de travail ou des effets importants sur la santé	Pollution importante avec des conséquences environnementales externes au site	De 30 à 80 jours de perte de production
G3	Blessure grave ou effet sur la santé avec une ou plusieurs journées d'arrêt de travail ou des effets importants sur la santé	Blessure mineures ou effet sur la santé traitement médical avec travail restreint ou effet sur la santé à moyen terme	Une importante pollution interne au site	De 5 à 29 jours de perte de production
G2	Blessure mineures ou effet sur la santé traitement médical avec travail restreint ou effet sur la santé à moyen terme	Blessé léger ou effet sur la santé traitement médical, effets sur la santé mineur, premiers secours	Déversement modéré dans la limite du site	De 1 à 4 jours de perte de production

G1	Blessé léger ou effet sur la santé traitement médical, effets sur la santé mineur, premiers secours	Pas d'effet à l'extérieur du site	Léger effet, déversement dans les limites du site sans conséquences sur l'environnement	Moins de 1 jour de perte de production
----	--	-----------------------------------	---	--

Tableau III .13 : Echelle de gravité

Intérêts et limite de la méthode what-if :

méthode simple et rapide qui permet d'avoir une vue d'ensemble des installations.

méthode non systématique et non rigoureuse mais qui permet de traiter toutes les questions spontanées que peuvent se poser les participants.

émergence d'idées sans aucun a priori.

peu consommatrice de temps.

repose uniquement sur la compétence des gens autour de la table et sur leur volonté de jouer le jeu.

exige un suivi minutieux des réunions pour s'assurer que tous les problèmes soulevés sont résolus.

Intérêt pour l'exploitant :

La méthode permet d'analyser en commun (par exemple : équipe de quart, équipe de maintenance) les conséquences et les actions à prendre en cas d'incident.

“Que ferions-nous / feriez-vous si ?”

Avant mise en place des propositions d'amélioration								Après mise en place des propositions d'amélioration				
N°	Scenario what-if	cause	conséquences	Barrières de sécurité	G	P	R	Propositions d'amélioration	responsabilité	G	p	R

Tableau III.14 : exemple de tableau de la méthode what-if

III.5. Choix de la méthode d'identification des risques :

Nous avons retenu l'essentiel des critères pesant dans la mise en œuvre d'une méthode plutôt qu'une autre dans l'étude d'un système donné:

Domaine de l'étude.

Stade de l'étude (spécification, conception, ..., démantèlement).

Perception du risque dans ce domaine.

Culture de la Sûreté de Fonctionnement de l'organisation.

Caractéristiques du problème à analyser.

Niveau envisagé de la démonstration de la sécurité.

Savoir-faire des intervenants.

Nature des informations disponibles (spécifications du système et de ses interfaces, contraintes, etc.).

Retour d'expérience et base de données disponibles.

Moyens humains, logistiques et autres.

Délais et autres contraintes de management de projet.

Toutefois, l'utilisation séparée d'une seule méthode d'analyse de risque peut ne pas apporter une démonstration définitive de la réalisation des objectifs de sécurité. En effet, il est nécessaire de combiner plusieurs méthodes pour une meilleure complétude et une bonne cohérence en termes de résultats.

Il n'existe pas de règle claire et nette justifiant pour chaque cas particulier, en fonction de critères clairs, une méthode plutôt qu'une autre. [8]

III.5.1. avantages et inconvénients des méthodes d'analyse des risques:

Méthodes	Avantages	Inconvénients
HAZOP Hazard and Operability Study	Groupe pluridisciplinaire. Adaptée à des procédés continus dans chacune de leur phase (fonctionnement normal, démarrage, arrêt). Systématique et utilisable pour gérer les modifications. Transposable à un système de	Lourd - Divergence facile. Limitée aux dérives de fonctionnement d'un système mettant en œuvre des fluides. Ne permet pas la représentation des combinaisons d'événements ou leur enchaînement.

	pensée	
WHAT IF	Simple et efficace Adaptée aux études préliminaires Utilisable en exploitation courant Méthode rapide Plus détaillée	Non systématique/non rigoureuse Non adaptée à la fiabilité humaine Repose sur la connaissance et l'expérience de l'analyste
Nœud papillon	Synthèse efficace des Evénements. Lecture aisée et claire	Long et lourd à mettre en place Nécessite un haut niveau de connaissance du système et des composants en lien avec la sécurité Nécessite de la Pratique.
AMDEC	Adapté à des systèmes avec composants Prise en compte de la probabilité de défaillance Évaluation aisée des améliorations	Adaptée à la fiabilité humaine (opérateur = composant) Ne traite pas les interactions, défaillances multiples, combinaisons d'événements Méthode inadaptée pour systèmes très informatisés
LOPA	valoriser toutes les couches de protection. outil performant et efficace.	ne peut pas être appliqué pour étudier tous les scénarios d'accidents. résultats de LOPA dépendent de la disponibilité des données.

Tableau III.15 : Les points forts et limites des méthodes d'analyse des risques

Conclusion:

L'objectif final d'une analyse des risques est de maîtriser les risques présentés par une activité de façon à ce que seuls des «risques acceptables» soient pris.

Après avoir essayé de déceler les points forts et points faibles de ces méthodes d'analyse de risque, nous avons trouvé intéressant de pouvoir les comparer les unes aux autres, et proposer ensuite des critères de choix de la méthode la plus convenable à une étude donnée, et enfin nous avons proposé un certain nombre de critères d'évaluation de la qualité d'une analyse de risque.

Il est donc plus indiqué de parler de la sûreté de fonctionnement et ainsi que la précision et le choix de la méthode what-if.

Nous avons choisi la méthode d'analyse des risques parce que c'est une méthode relativement simple et flexible d'identification et d'analyse des dangers dans un processus, une activité ou un système.

Il peut être appliqué à un large éventail de circonstances dans presque toutes les industries tel 'que l'usine FERTIAL.

Comme l'une des méthodes d'analyse des risques de processus énumérées dans la norme OSHA de gestion de la sécurité des procédés, la méthode What-If est devenue une technique couramment utilisée, tant dans les opérations réglementées que non réglementées.

chapitre IV :
Application de la méthode what-if

Introduction :

dans ce dernière chapitre, on s'intéresse à mettre en pratique ce que nous avons développé dans le chapitre précédent (chapitre III),

l'objet de la présente cette partie est de dégager les défaillances, minimiser les conséquences ,et de éviter le risque d'origine électrique, afin de connaître les causes et conséquences et d'élaborer les actions correctives pour y remédier, dans cette vision, nous choisissons à l'intérêt de l'application de la méthode d'analyse des risques what-if qui est une méthode a été déjà appliquée dans différents domaines et elle a donné des résultats efficace ;

D'ailleurs, les postes de travail de l'usine FERTIAL utilise aussi la méthode what-if pour l'analyse des risques.

la méthode what-if est une étude de base permettant de recenser les différents dangers et les risques dans les postes de travail.

La méthode what-if est pour une analyse de risque plus détaillée.

A l'issue de l'application what-if on a pu aboutir à des informations nécessaires sur les mesures de prévention et protection existantes dans les postes de travail de FERTIAL et proposer quelques mesures de prévention et protection pour assurer la sécurité et la santé des travailleurs.

IV.1. application de la méthode what-if :

Cette étude sur des scénarios des incidents d'origines électrique (les installations électriques) a été réalisé pour déterminer les causes et conséquences et d'élaborer les actions correctives pour estimer le risque ;

d'après le stage que nous avons effectué nous a permis de conclure que l'analyse des risques au niveau de l'usine FERTIAL se fait par un groupe de travail pluridisciplinaire constitué obligatoirement de la manière suivante :

- ✚ des membres du CHSCT (représentant du personnel et un représentant de la collectivité)
- ✚ le responsable de service
- ✚ l'ACFI (agent chargé de la fonction d'inspection)
- ✚ l'assistant ou conseiller de prévention
- ✚ le médecin de prévention

il existe différents type des risques d'origine électrique dans l'usine FERTIAL, mais les risques les plus importants de mon point de vue sont les phénomènes suivants :

- Les explosions des transformateurs
- l'arc électrique au niveau de poste 63 KV
- les incendies dans les salles électrique
- contacte de véhicule avec les lignes de transport d'énergie électrique.[6]

Nous avons fait l'analyse des risques de ces incidents à l'aide de l'application de la méthode what-if ;

A. Explosion de transformateur :

Chaque jour, des transformateurs explosent dans le monde, entraînant l'interruption de la transmission d'électricité, la destruction d'infrastructures très coûteuses, la pollution de sites protégés et parfois même la mort de techniciens, électricien, mécanicien travaillant près des transformateurs au moment de l'explosion. Les figures ci-dessous sont des images réelles d'une explosion de transformateur ;



Figure IV.1 : explosions de transformateur

Pour protéger les transformateurs nous avons fait une analyse des risques à l'aide de l'application de la méthode what-if sur un incident de explosion d'un transformateur , voir le tableau **IV.1**

B. Arc électrique :

Un arc électrique est un flux de courant électrique qui traverse l'air. Il est donc évidemment dangereux et peut provoquer des accidents. On peut observer ce phénomène sur des circuits électriques obsolètes, avec des câbles en mauvais état et des fils électriques dénudés (c'est-à-dire que la gaine protectrice et isolante qui entoure le fil s'est dégradée). Dans ce cas, le phénomène d'arc électrique peut être très dangereux car, selon l'endroit où se trouve le circuit, il peut enflammer très rapidement les matériaux qui l'entourent.

Il présente également un risque d'accident pour l'homme, en particulier dans les milieux industriels et métallurgiques où des arcs électriques sont utilisés pour souder ou pour fusionner les métaux. Attention donc aux brûlures et aux risques d'électrisation.

La figure ci-dessous c'est un exemple d'un arc électrique au niveau de poste électrique ;



Figure IV.2 : arc électrique au niveau de poste

Le phénomène d'arc électrique peut être très dangereux soit pour l'homme (les blessures et peuvent causer la mort) soit pour les équipements,

À ces raisons nous avons fait une analyse des risques à partir de l'application de la méthode what-if sur un incident de arc électrique, voir le tableau **IV.2**

C. Les incendies dans les salles électriques :

Le risque d'incendie d'origine électrique dans les salles électriques est toujours présent est invisible, les figures ci-dessous présentées un exemple d'un incendie dans une salle électrique,



Figure IV. 3 : incendie d'un salle électrique

La protection incendie d'origine électrique cherche d'abord à supprimer les causes de déclenchement puis à assurer la sécurité des individus ;

À partir de ces raison nous avons fais une analyse des risque à l'aide de l'application de la méthode what-if sur le scenario d'un incendie de salle électrique, voire le tableau **IV**.

D. Contact de véhicule avec des lignes de transport d'énergie :

Les lignes électriques aériennes à haute tension ne sont pas isolées. La violation des distances minimales des fils électriques aériens pourrait occasionner des blessures graves ou la mort.

A ces raisons nous avons fait une analyse des risques sur les incidents de contact de véhicule avec les lignes de transport d'énergie à partir de l'application de la méthode what-if , pour un objectif de faire une amélioration possible et minimisée les conséquences de ce risque, voire le tableau **IV.4**

IV.2. Résultats d'application de la méthode what-if :

IV.2.1. Avant l'application de la méthode d'analyse des risques what-if :

Nous avons choisi le poste de travail le plus sensible au risque électrique comme les électriciens,

Ces résultats sont avant l'application de la méthode what-if :

Conséquence	Niveau de risque	Sécurité existants
Explosion	25	Standard d'isolation d'énergie
Electrocution	20	EPI et EPC
Electrisation	16	Standard d'isolation d'énergie
Arc électrique	16	Standard d'isolation d'énergie EPI intégrée
Brulure grave	16	Standard d'isolation d'énergie EPI intégrée
Court-circuit	12	Standard d'isolation d'énergie EPI et EPC
Incendie	12	Détection automatique
Blessure grave	12	EPI intégrée et EPC
Chute d'objet	6	EPI intégrée

Niveau de risque	15-25	Inacceptable
	8-12	Alarp/ tolérable
	1-6	Acceptable

Tableau IV.6 : résultats avant l'application de la méthode d'analyse des risques.

IV.2.2. Après l'application de la méthode d'analyse des risques what-if :

Nous avons déjà appliqué la méthode d'analyse des risques la méthode what-if sur différentes conséquences des risques électriques, le tableau ci-dessous présent les résultats suivants :

Conséquence	Niveau de risque	Propositions d'amélioration
Explosion	6	Vérification de la mesure thermographique. Inspection d'une maintenance préventive Les relais de protection
Electrocution	6	Habilitation ; EPI, EPC, EPS ; Sensibilisation et Formation des électriciens sur le risque, audit LVR
Electrisation	6	Inspection d'une maintenance préventive afin d'assurer la bonne application des normes de sécurité
Arc électrique	4	Un blindage fermé sécurité. et appareillage conventionnel. Les relais de détection d'arc.
Brulure grave	6	Renforcer l'inspection et la maintenance préventive
Court-circuit	6	Elaboration d'une procédure de sécurité Vérification et contrôle périodique
Incendie	4	Habilitation des personelles, et formation des personnels sur la lutte contre l'incendie. et Mettre les détecteurs en parallèles.
Blessure grave	2	Renforcer l'inspection et la maintenance préventive
Chute d'objet	2	Sensibilisation et formation des électriciens sur le risque

Tableau IV.7 : résultats après l'application de la méthode d'analyse des risques what-if.

IV.2.3. Comparaison de résultats avant et après l'application de la méthode d'analyse des risques what-if :

D'après les résultats avant et après l'application de la méthode d'analyse des risques what-if nous avons fait une comparaison simple sur l'efficacité et l'influence de la méthode sur les risques d'origine électrique, voire les graphes suivants ;

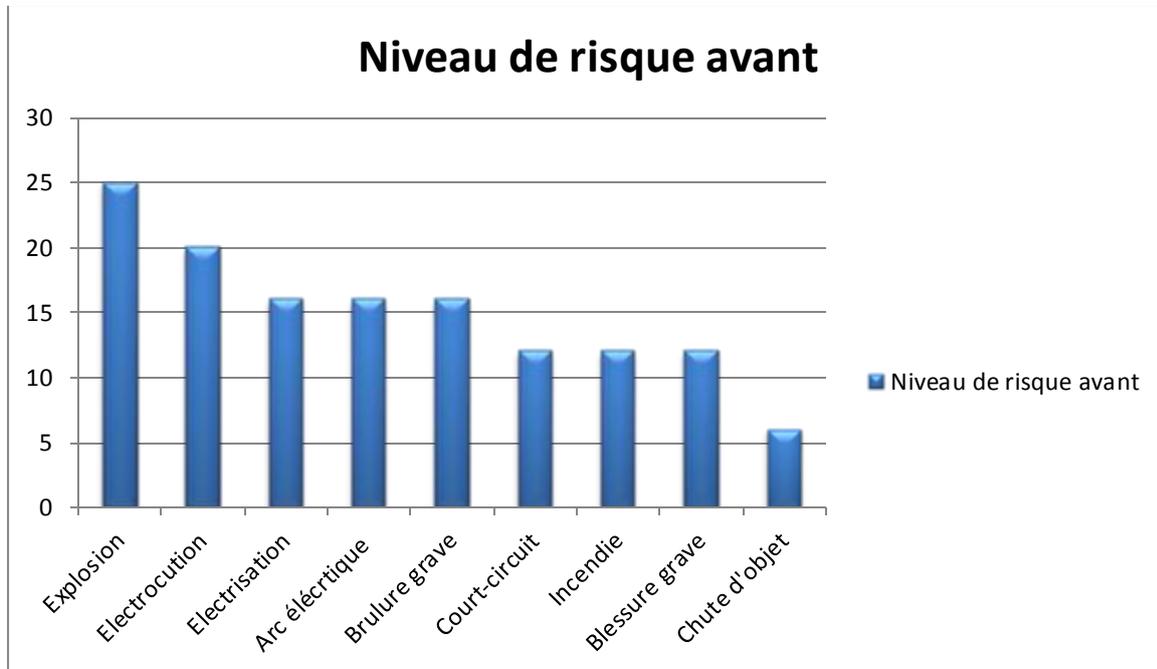


Figure IV.4 : histogramme des résultats avant l'application de la méthode what-if.

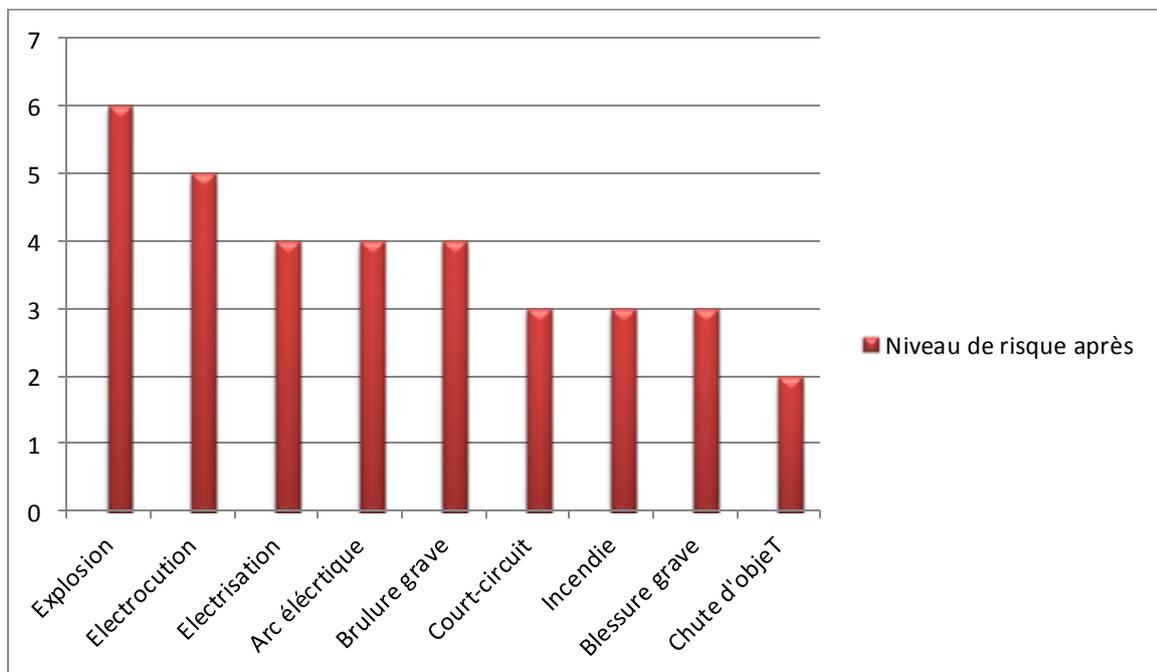


Figure IV.5 : histogramme des résultats après l'application de la méthode what-if

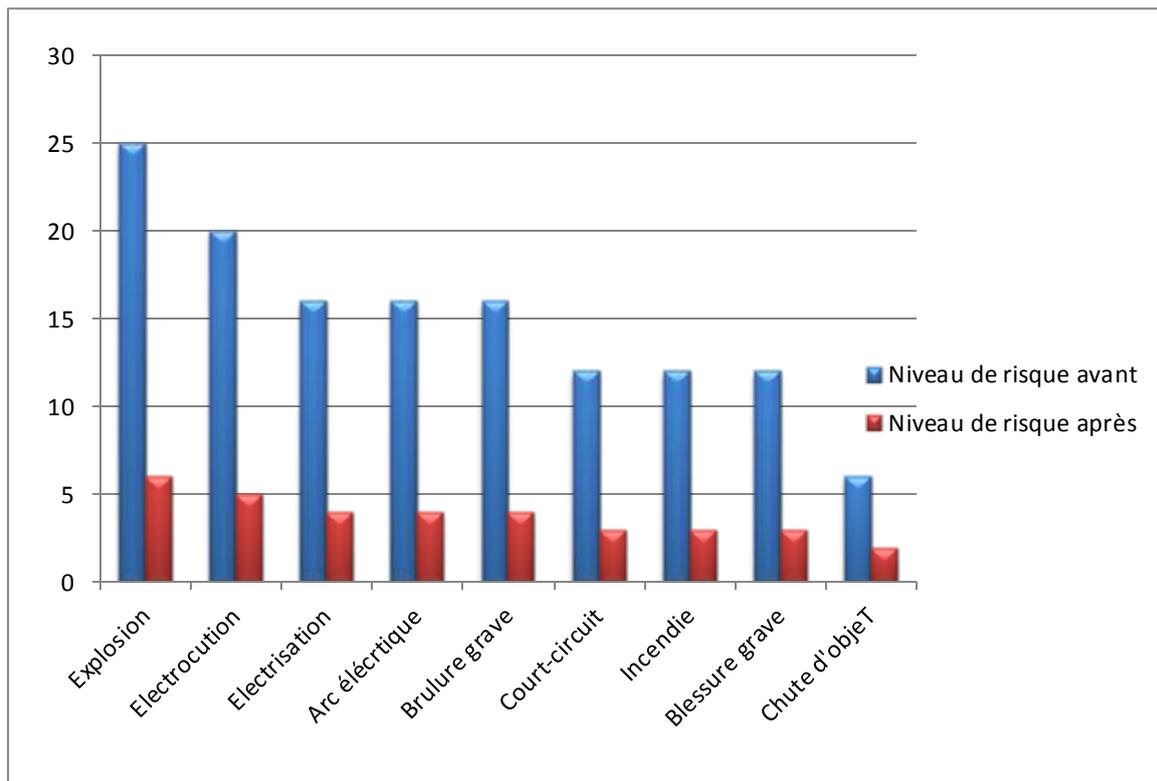


Figure IV.6 : Comparaison de résultats avant et après l'application de la méthode d'analyse des risques what-if

On peut voir que le niveau de risque diminue après l'application proposée ;

La méthode d'analyse des risques what-if est une méthode très efficace parce qu'elle a donné des résultats pour éviter les conséquences des accidents/incidents d'origine électrique.

IV.3. Suggestions :

Le tableau ci-dessous présente les causes et les barrières de sécurité pour éviter et minimiser les risques d'origine électrique qui provoquent les installations électriques :

Risque	Causes	Les barrières de sécurité
Incendie	Défaut d'isolement	.Détection automatique, .protection intégrée, .formation des électriciens sur le risque électrique, .utilisation des outils manuelle,
Explosion	Echauffement manque de maintenance préventive, .manque des relais,	.Respecter les normes de l'installation, .vérification périodique, .nettoyage par un liquide propre à libérer les imputés, .Eliminer les infiltrations d'eau, . respectez la distance de sécurité, . Mise en place des tapis isolants au niveau des salles électrique, .implantez de DGPT ou relais buchholz, .Elaborer et respecter un planning de maintenance préventive.
Electrisation	Court-circuit	.Mise en place des tapis isolants, .obstacles par séparation de circuit, .EPI adapte,
Electrocution	Arc électrique	.Remplacer des éléments isolants par des éléments conducteurs anti-arc, .habilitation.

Tableau IV.8 : suggestions de l'application de la méthode what-if

IV.3.1. stratégie d'intervention d'un incendie :

Pour une intervention complète et efficace, sans erreur humaine, il faut respecter les étapes suivants,

Confirmation de l'incendie ;

Isolation de l'équipement ;

Déploiement de moyen de l'intervention ;

Enclencher la sirène d'alarme ;

S'assurer que tout le personnel non essentiel est évacué ;

Vérifier la direction et la vitesse du vent ;

Dresser la liste du personnel et vérifier si personne manquantes ;

Evaluation situation et décider s'il faut évacuer le lieu ;

Décider s'il est nécessaire et sur de mettre en place les rideaux d'eau pour prévenir l'ignition du nuage de gaz ;

Baliser et isoler la zone de danger

IV. 4. Moyens pour protéger contre le risque électrique :

IV. 4.1. Protection de transformateur contre les défauts interne :

Pour une meilleur protection de transformateurs contre les défauts interne tel 'que surcharge, court-circuit en utilisant les appareillages suivants :

Le DGPT : détecteur de gaz, pression, température est un relais de protection de transformateur immergé, Son nom signifie Détection Gaz Pression Température.

Le relais buchholz : c'est un appareille de protection spéciale pour les gros transformateur.

Fonctionnement :

Le premier (DGPT) est utilisé en signalisation tel 'que l'alerte du personnel quelque soit le dégagement gazeux ou de pression ou bien dégagement de température, le deuxième pour la mise hors tension. [7]

IV. 4.2. Protection des installations électrique :

Un électricien intervenant sur une armoire électrique peut par un geste malencontreux et son faire l'attention provoquer un court-circuit.

Pour prévenir ce type d'accidents et ses conséquences, il faut respecter :

IV. 4.2 .1. La Détection incendie dans les armoires électriques :

Vous devez disposer d'un type de détecteur adapté pour reconnaître à temps les aérosols de combustion. Nous utilisons deux principaux types de détecteurs :

Le détecteur ionique de fumée : la présence de particules de fumée modifie le courant de veille dans une chambre d'ionisation, vous pouvez dès lors détecter la fumée avant qu'elle ne

soit visible ;

Le détecteur optique de fumée : il fonctionne sur le principe de la réflexion des particules de fumée, appelé « effet Tyndall ». Un déclencheur manuel est généralement disponible.

IV. 4. 2 .2. Le Contrôle et la signalisation dans les armoires électriques :

Nous plaçons un tableau de contrôle et de signalisation à proximité de l'armoire. Il gère les signaux provenant des différents détecteurs, commande l'extinction automatique et les éléments de signalisation (sirène, lampe flash) et délivre les contacts nécessaires à la sortie de l'armoire.

IV. 4. 2 .3. Extinction d'une armoire électrique :

Pratiquement tous les agents extincteurs disponibles peuvent être utilisés sur ce type de feu, Le CO2 est facile à mettre en œuvre et il peut être utilisé sous deux formes :

Liquide, vapeur dans ce cas, le CO2 s'évapore en amont de l'armoire électrique et il n'y a plus de risque de choc thermique.

L'azote ou l'argon peuvent être utilisés sous forme gazeuse et stockés dans des réservoirs pressurisés à 200 bars. Les fumées sont détectées en partie haute par les détecteurs qui transmettent le signal au tableau de signalisation. Les étapes suivantes sont immédiatement réalisées :

- la sirène et la lampe flash se mettent en marche ;
- les contacts de commande interrompent l'arrivée d'énergie vers l'armoire protégée et, le cas échéant, le ventilateur ;
- le réservoir d'agent extincteur s'ouvre et se décharge entièrement à l'intérieur de l'armoire.



Figure IV.7: Agent extincteur co2 avec détecteur ionique de fumée

IV. 4.2 .4. Vérification périodique des installations électrique :

La vérification périodique est une opération destinée à contrôler la conformité d'une installation électrique aux exigences réglementaires et normatives en vigueur. Elle doit avoir lieu :

A.au moment de la mise en service,

B.sur mise en demeure l'inspection du travail,

ces vérification sont réalisées par des organismes accrédités, pour certaines ; l'employeur peut faire appel à une personne compétente de l'entreprise remplissant critères.

Les résultats des vérifications sont consignés dans un registre, avec en annexe les rapports des organismes accrédités. [7]

IV. 4.3. Protection contre les risques incendie :

Dans l'entreprise FERTIAL, l'incendie fait beaucoup de victimes, a cause de plusieurs millions d'euros de dégâts matériels et a souvent pour conséquence de priver le personnel de son travail ;

La température atteinte par le matériel électrique en service normal ne doit pas compromettre son isolation. Toutes dispositions doivent être prises pour éviter que le matériel électrique, du fait de l'élévation normale de sa température,

Les matériels doivent être capables de supporter, sans dommage pour les personnes et sans perte de son aptitude à la fonction de sécurité, les effets mécaniques et thermiques produits par toute surintensité,

Les raccordements des canalisations entre elles et avec les appareils doivent être établis de manière à ne provoquer aucun excès d'échauffement local et doivent être facilement vérifiables.

-Les circuits internes de machines et appareils exposés à des surcharges doivent être protégés contre les effets d'une surintensité nuisible par sa valeur ou sa durée. Cette protection n'est pas exigée pour les matériels d'utilisation portatifs à main.

-Les appareils ne doivent pas être utilisés dans des conditions de service plus sévères que celles pour lesquelles ils ont été construits.

-Les dispositions s'opposant à la dissipation normale de la chaleur dégagée par un appareil ou une canalisation sont interdites.

-Des extincteurs appropriés quant à leur nombre, à leur capacité et à la nature des produits qu'ils renferment et le cas échéant, des installations fixes d'extinction doivent être placés dans ou à proximité des locaux où il existe des installations. Ils doivent être révisés périodiquement et maintenus en bon état de fonctionnement.

-En cas de présence de poussières inflammables risquant de provoquer un incendie si elles pénétraient dans les enveloppes du matériel électrique, ces enveloppes doivent être conçues de manière à s'opposer à cette pénétration par construction ou par installation.

-Les parties actives non isolées doivent être suffisamment éloignées des matières combustibles ou protégées par des enveloppes s'opposant à la propagation d'un incendie. [10]

IV. 4.4. La protection contre les risques d'explosion :

Les installations doivent:

-être réduites à ce qui est strictement nécessaire aux besoins de l'exploitation.

-être conçues et réalisées de façon à ne pas être une cause possible d'inflammation des atmosphères explosives présentes.

-et se conformer aux dispositions des risques d'incendie. [10]

IV. 4.5. Utilisation en sécurité des matériels électriques :

IV. 4.5. 1. Matérielles électriques :

le matériel électrique doit toujours être utilisé avec soin, en veillant à ne pas le détériorer par des chocs, une immersion, un échauffement excessif... le salarié utilisant ce matériel doit respecter les consignes par son employeur. Il est tenu d'en vérifier et de signaler toute détérioration à son encadrement.

IV. 4.5.2. Précaution dans la manipulation d'outils manuels :

Les outils doivent être en parfait état d'utilisation, donc il faut :

Eviter l'eau ou humidité importante dans les alentours des installations électriques.

On ne doit pas improviser des prises avec des câbles jetés pèle mèle, prêter de l'attention au chauffage excessif des moteurs, de câble, etc.

Si tu observes des étincelles dans la machine, déconnecte-la du réseau.

Les bases des prises doivent être pourvues de mise à la terre.

Les câbles usés et/ou dénudés supposent un grand danger.

IV. 4.5.3. Précaution concernant les fils et les prises électriques :

Protéger les fils conducteurs du risque d'écrasement en ne les déroulant pas en travers du passage d'un véhicule.

Débrancher les appareils en tirant sur la fiche et non sur le fil.

Ne jamais laisser une rallonge branchée à une prise sans qu'elle soit reliée à un appareil électrique.

Ne jamais utiliser un fils pour tirer ou déplacer un appareil électrique.

Ne jamais toucher un fils dénudé dont on ne perçoit qu'une extrémité.

Ne jamais toucher une prise avec les mains mouillées.

IV. 4.6. Equipements de protection et de sécurité :

Les opérations sur les ouvrages électriques nécessitent l'emploi d'équipements de protection, de matériels et d'outillages, définis par les textes réglementaires ou les prescriptions de sécurité. L'utilisateur est tenu de vérifier son matériel de sécurité avant et après chaque emploi, il est nécessaire que ce matériel fasse l'objet de vérification périodique par une personne qualifiée, ces vérifications doivent être consignées sur un registre.

Ces différents équipements entrent dans trois catégories :

IV. 4.6 .1. Les équipements de protection collective (EPC) :

Les équipements de protection collectifs (EPC) sont des équipements qui permettent d'éloigner, de mettre un obstacle ou de s'isoler d'un risque électrique. Dans les équipements de protection collectifs, il y a :

1. Les nappes isolantes électriques : sont utilisé pour la protection des travailleurs contre un contact accidentel avec des conducteurs électriques sous tension ou mis à la terre, des appareils ou des circuits, et contre les courts-circuits dans des installations électriques.



Figure IV.8: nappe isolante



figure IV.9 : Pince de fixation pour nappe isolante

2. L'utilisation d'éclairages autonomes ou de baladeuses spécialement conçues ;



Figure IV. 10: autonomes d'éclairage de sécurité multifonctionnel

3. Le balisage, la signalétique :

Les locaux ou emplacements présentant un risque de choc électrique doivent être délimités aux moyens d'obstacles et signalés au moyen d'un panneau d'avertissement réglementaire du danger électrique,



Figure IV. 11: pictogramme d'avertissement du danger électrique

Le balisage de sécurité est obligatoire et ne doit pas pouvoir être franchi par inadvertance ;

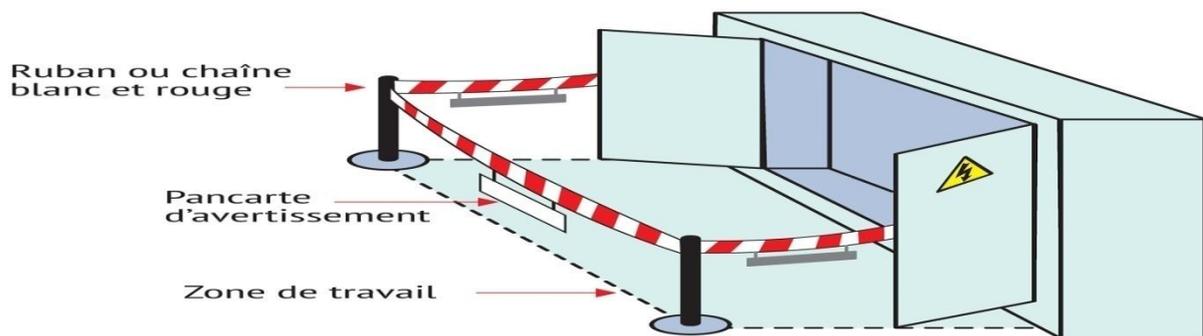


Figure IV.12: balisage autour d'une armoire électrique ouverte



Figure IV.13: ruban avertisseurs

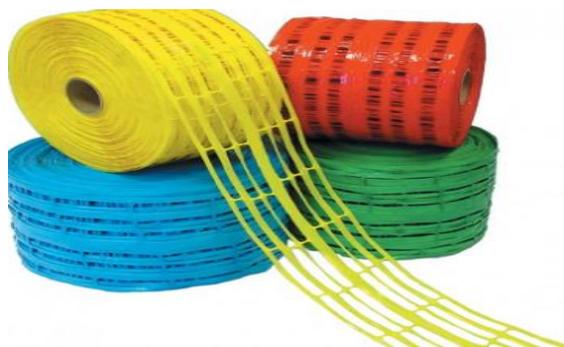


figure IV.14: grillage avertisseurs

IV. 4.6.2. Les équipements de protection individuels (EPI) :

Les équipements de protection individuels (EPI) font partie de la sécurité électrique, Les (EPI) doivent être portés lorsqu'il y a un risque de contact avec des pièces nues sous tension, au voisinage renforcé et ils doivent être adaptés à la tension.

Les (EPI) doivent être vérifiés avant chaque utilisation et ils doivent être conformes aux normes en vigueur et comporter le marquage CE. Si un (EPI) est défectueux, il doit être retiré immédiatement et changé.

Les (EPI) peuvent recouvrir l'ensemble du corps :

La tête et le visage (Casque avec écran faciale) :



Figure IV.15: le casque isolant et antichoc



figure IV.16: le casque anti bruit

Les mains (gants isolants) :

Nous utilisons des gants isolants qui sont adaptés à la tension des installations ;



Figure IV.17 : les gants isolants

Les pieds (chaussures et bottes de sécurité) :

Le port des chaussures de sécurité est obligatoire pour toutes personnes exécutant un travail présentant un risque pour les pieds ; pour travail en milieu de gravats, ascension des supports électriques, chute d'objet, en présence de liquide (eau, huile).



Figure IV.18: les chaussures isolats de sécurité



Figure IV.19: les bottes isolantes de sécurité

Le corps (vêtement) :

Les vêtements de travail en coton, avec manches longues, fermeture éclair en plastique, fermeture totale jusqu'au haut du cou, harnais de protection ;



Figure IV.20: le vêtement de protection isolant

Le harnais de sécurité :

Le harnais de sécurité, constitue un équipe destiné plus particulièrement au monteur de ligne, tout harnais ayant subi un choc suite à une chute son utilisateur doit être mis au rebut quel que soit l'état apparent ;



Figure IV.21 : le harnais de sécurité

IV .4.6.3. Les équipements individuels de sécurité (EIS) :

Le tapis isolant : complément indispensable aux chaussures isolantes lorsqu'il faut s'isoler de la terre.



Figure IV.22 : le tapis isolant d'une salle électrique

Le tabouret isolant :

Les tabourets isolant est utilisé pour isoler l'opérateur du sol lors des opérations de vérification d'absence de tension et de mise à la terre et en court-circuit ;



Figure IV.23 : les tabourets isolants

L'échelle isolant :

L'échelle isolant est utilisé pour isoler l'opérateur du sol ;



Figure IV.24 : l'échelle isolant

La perche isolante :

Les perches isolantes doivent avoir une isolation et une longueur appropriées à la tension de service de l'installation sur lesquelles elles sont utilisées, elles ne doivent être ni humides, ni sales et ne présentent aucun défaut extérieur.

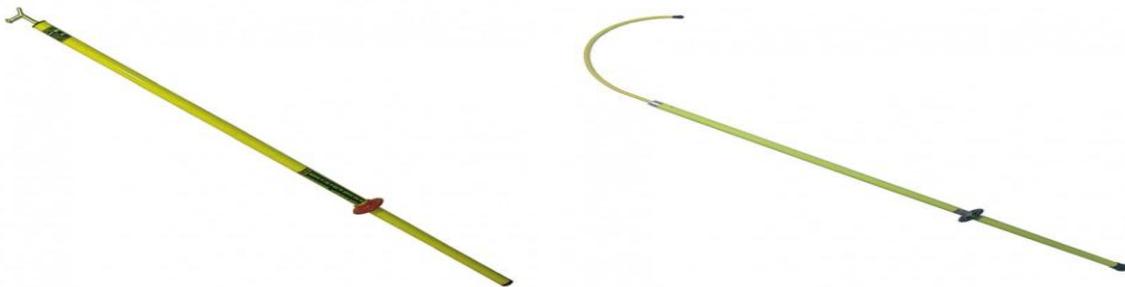


Figure IV.25: les perches isolantes

Les outils isolés à main :

Conçu pour ne pas mettre son utilisateur en contact avec une partie conductrice ;



Figure IV.26 : les outils isolants

Les vérificateurs d'absence de tension :

Les vérificateurs de tension ou détecteurs unipolaires doivent répondre aux prescriptions des normes en vigueur, l'utilisation de ces appareils nécessite le port obligatoire de gants isolants et le tabouret ou le tapis isolants ;



Figure IV.27 : vérificateur bipolaire multifonctionnel

L'équipement de mise à la terre et en court-circuit :

Ces équipements qui protègent l'opérateur contre un éventuel retour de tension. [9]



Figure. IV 28: le piquet de terre

IV .5. Les 5 Règles d'or :

Coupe toujours la tension électrique pour effectuer tout travail en suivant les 5 règles d'or :

1. Déconnecte : déconnecte l'équipement ou l'installation de toute source d'alimentation ;



Figure IV.29 : déconnecte l'équipement

2. Consigne : assure les éléments de coupe de tension au moyen de consignation et de signalisation, pour éviter tout possible réalimentation accidentelle ;



Figure IV.30 : la consignation et la signalisation

3. Vérifie : vérifie avec des équipements adéquats et vérifie, qu'il n'existe pas de tension dans l'installation ;



Figure IV.31 : vérification d'absence de tension

4. Mise à la terre : mise à la terre et court-circuit les conducteurs de la partie isolée ;

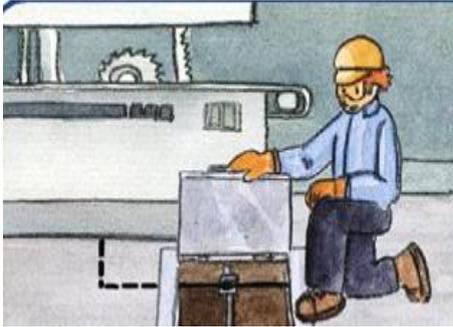


Figure IV. 32 : mise à la terre

5. Signalisation : protège la zone de travail d'autre zone qui est sous tension au moyen de signalisations limitatives

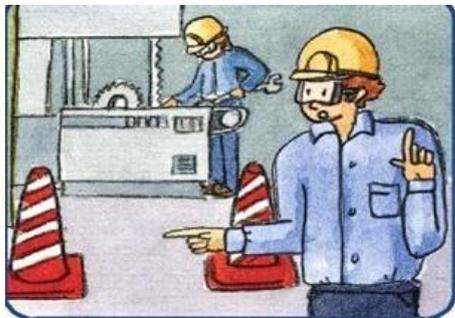


Figure IV.33 : délimitation et signalisation

Tant que tu ne proueras pas le contraire, considère toujours que toute l'installation électrique est tension ;

Tu peux effectuer des travaux sous tension, seulement si tu es qualifié et autorisé.

Recommandation :

Dans notre étude nous avons sorti avec quelques recommandations générales qui sont les suivantes :

- Les installations électriques doivent être conçues et projetées selon les normes internationales.
- L'accès aux lieux avec risque électrique est restreint à des travailleurs formés et dument autorisés.
- Tu ne dois pas travailler avec des équipements ou des installations qui présentent des défauts dans les câbles ou prise.
- Continue de faire des tests et vérifications périodiques de tous les équipements par des vérificateurs ou des organismes vérificateurs qualifiés.
- Continue de fournir au personnel toutes les informations concernant l'existence et la délimitation des emplacements, zones ou locaux présentant des dangers particuliers d'incendie ou d'explosion.
- Prendre connaissance du rapport annuel de vérification et de la déclaration d'installation afin de remédier aux défauts signalés notamment lorsqu'ils sont susceptibles d'engendrer un incendie ou une explosion.
- Utilisation d'un câblage répondant aux normes afin de garantir la sûreté de fonctionnement du système
- Mettre les détecteurs en parallèle pour améliorer la redondance de la boucle de détection de fumée.
- Quand tu effectueras des travaux électriques, tu ne dois pas employer des éléments conducteurs.
- Les armoires électriques doivent rester fermées et avec la signalisation de danger.

Conclusion :

L'objectif final d'une analyse des risques est de maîtriser les risques présentés par une activité de façon à ce que seuls des «risques acceptables» soient pris. Il est donc plus indiqué de parler de la sûreté de fonctionnement et ainsi que la précision et le choix de what-if.

Ce stage pratique a été bénéfique pour cette étude, Dans ce chapitre nous avons présenté les différents risques d'origine électrique au niveau de l'usine FERTIAL, et on a déterminé le risque le plus important dans l'usine.

A l'issue de l'application de la méthode what-if nous avons pu aboutir à des informations sur les barrières de sécurité existantes dans la société FERTIAL, nous avons proposé des améliorations possibles pour assurer la sécurité et la santé des travailleurs.

En résumé, retenons donc que l'utilisation de l'outil d'analyse des risques tel qu'il est présenté dans cette étude constitue une aide précieuse pour l'identification des risques mais ne garantit pas à zéro accidents.

Conclusion générale

Toute personne qui exerce un travail surtout dans le secteur industriel, n'est jamais à l'abri des dangers ou des risques, c'est pourquoi les spécialistes dans ce domaine ne laissent rien au hasard, en se basant sur le retour d'expérience, ils étudient toutes les difficultés qui peuvent être la cause principale de la survenance de l'évènement indésirable essayant d'adapter la relation travailleur /risque sans oublier de prendre en considération la réduction de tout type d'anomalies qui peuvent nuire à l'environnement interne et externe du site.

Nous avons vu que toutes activités aux entreprise causant les accidents au travail et des conséquences humaines, matérielles ou même environnementales, le risque électrique en milieu de travail, s'il est mieux maîtrisé reste toujours présent et invisible.

Notre modeste travail va dans ce sens, on a contribué à la réalisation d'une étude générale sur le risque électrique en analysant le couple gravité et probabilité des risques à l'aide d'une méthode d'analyse des risque la méthode what-if qui nous a permis d'évaluer et également d'estimer le risque électrique et à partir de ce constat on a recommandé des solution important et efficace en matière de protection et de prévention contre le risque électrique et pour réduire la probabilité d'occurrence des accidents grave.

Enfin, d'après toutes les recherches et les études qui ont déjà faites, on peut le conclure que le zéro risque n'existe pas encore, on doit seulement prévenir avant de commencer notre travail pour une gestion de risques adéquate qui permet une réduction efficace de niveau de risque d'occurrence des accidents et qui permet également de protéger les travailleurs et l'équipements et l'environnements.

ANNEXES

POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

FERTIAL est consciente de sa responsabilité dans la réussite d'un développement durable auprès de la société et le milieu dans le quel elle réalise ses activités et pour cela, elle décide d'établir et de certifier dans ses usines un système de Gestion Environnementale, conformément à la Norme ISO 14001 : 2004.

- La Direction Générale de FERTIAL, définit les principes de sa Politique Environnementale, en assumant les engagements définis dans la Charte Sécurité, Qualité, Environnement et ceux indiqués ci-après :
- Garantir l'accomplissement de la législation applicable et d'autres exigences souscrites par FERTIAL.
- Promouvoir l'amélioration continue du comportement environnemental et la prévention de la pollution.
- Optimiser la consommation de ressources naturelles, énergétiques et de matières premières et auxiliaires nécessaires pour ses processus et réduire dans la mesure du possible la production des déchets.
- Réviser et améliorer constamment le fonctionnement du Système de Gestion Environnementale.
- Former et y sensibiliser tous les travailleurs sur l'importance de leur participation et leur responsabilité dans la conservation de l'environnement dans leur domaine d'action.

L'Administrateur Directeur Général
Jorge REQUENA





FERTIAL

Les Fertilisants d'Algérie

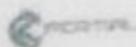
Au Capital Social de 17.697.000.000 DA
RC 0363222 B 01 - NIF 000123036322209

POLITIQUE SANTE, SECURITE AU TRAVAIL

La Direction de Ferial estime que la prévention des risques de travail et risques industriels associés à son activité est un élément clé de la gestion de l'entreprise auquel tous ses membres doivent accorder un intérêt maximal et accentuer les efforts dans le but d'obtenir un milieu de travail sûr et salubre pour tous ceux qui réalisent une prestation de services dans nos installations et en évitant d'éventuelles répercussions négatives à la communauté environnante.

Afin d'orienter l'activité de tous ceux qui ont des responsabilités de gestion dans la compagnie, qu'ils soient membres de la direction ou des chefs directs, Ferial adopte la présente politique de prévention qui se traduit par les principes suivants:

- * La sécurité et santé des travailleurs doit être gérée avec la même rigueur professionnelle que tout autre domaine clé de l'entreprise et tous les chefs devront la considérer expressément dans toutes les activités qu'ils réalisent ou ordonnent et dans toutes les décisions qu'ils adoptent.
- * Les procédures appliquées pour l'évaluation de l'exercice et la promotion du personnel comporteront des aspects relatifs à la gestion de la sécurité et santé au travail.
- * Les actions pertinentes seront encouragées pour que toutes les personnes qui travaillent dans les installations de Ferial aient le même niveau de sécurité et santé au travail, qu'il s'agisse du personnel propre ou de personnel appartenant à des entreprises de sous-traitances, raison pour laquelle les procédures de coordination et contrôle nécessaires seront établies et des aspects préventifs seront inclus dans les processus de sélection et évaluation des entreprises.
- * Travailler en sécurité en adoptant les mesures préventives opportunes doit être inhérent à l'activité développée et pour rendre cela possible des mesures seront adoptées pour que la formation et motivation en sécurité et santé au travail fasse partie de la formation professionnelle de tous les employés.
- * Des mécanismes seront maintenus pour qu'une communication fluide soit possible avec les travailleurs en matière de prévention et pour encourager leur participation active et celle de leurs représentants dans les processus d'évaluation des risques et dans la conception et l'application des programmes de prévention.



SPA au capital social de 17 697 000 000 DA - RC 0363222 B 01 - NIF 000123036322209
Tel : 036 530 310 à 14 / 036 530 317 Fax : 036 530 342
Email : contact@ferial-qa.dz Site : www.ferial-qa.dz
Route des Salines - BP 2086 Annaba



FERTIAL

Les Fertilisants d'Algérie

- * Dans tous les centres, il sera maintenu des systèmes rendant possibles l'identification continue de dangers et l'évaluation des risques de travail et risques industriels y compris ceux associés à la prévention d'accidents graves, comme base pour l'établissement de mesures et programmes de contrôle appropriés.
- * Dans tous les centres de direction, on maintiendra opérationnels et on réalisera le suivi des plans et programmes de prévention nécessaires permettant, outre l'application de la législation en vigueur et autres exigences souscrites par la compagnie, l'amélioration continue des agissements dans notre parcours vers l'objectif "zéro lésions".

Cette politique sera amplement diffusée pour qu'elle soit connue de toutes les personnes de Fertial et sera gardée à la disposition des autres parties intéressées.

L'Administrateur Directeur Général

Jorge REQUENA LAVERGNE



SPA au capital social de 17 697 000 000 DA - RC 0363223 9 01 - NIF 006 123906322209
Tel : 038 538 310 à 14 / 038 538 317 Fax : 038 538 342
Email : contact@fertial-dz.com / Site : www.fertial-dz.com
Route des Saines - BP 3055 Annaba

Bibliographe

- [1] Historique d'usine FERTIAL.ANNABA. pdf
- [2] présentation générale d'usine FERTIAL.ANNABA. pdf
- [3] description d'usine centrale utilité II.pdf
- [4] séminaire. formation industrie sur le risque électrique. institut supérieur algérien du pétrole. SKIKDA
- [5] [http://www.techniques-ingenieur-fr /accident du travail d'origine électrique](http://www.techniques-ingenieur-fr/accident-du-travail-d'origine-electrique)
- [6] étude de danger d'usine FERTIAL.ANNABA .pdf
- [7] [http :www.inerus.fr](http://www.inerus.fr)
- [8] risk assesemnt :a practical guide to assessing operationail risk: chapter 6: WHA-TIF method
- [9] <http://www.beswic.be/equipement> de protection collective et individuelle
- [10] mémoire de fin étude2015.évaluation du système de détection et extinction

