REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET PUPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE DE MASTER

Filière : Hygiène et sécurité industriel

Spécialité : Hygiène et sécurité industriel

Etude de risques électriques et choix des appareils de protection

---

Préparé et présenté par :

- **ZIOUCHE Ibrahim**
- **MALLAT Hafid**

proposé et dirigé par :

Mr. RAHMANI Ahmed Cherif

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Avant tout nous remercions <<Allah>> tout puissant qui nous a donné le courage la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, Mr **RAHMANI Ahmed Cherif**. Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs, pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie mes amis Ilyas, Abdelkader, Ayoub, Sid Ali Lakhdar, Raouf et Younes Belahcen et Hana qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

A ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos Innombrables sacrifices. Puisse dieu, le très haut vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A mon très cher père

Le premier et le dernier homme de ma vie, source d'amour, d'affection de générosité et de sacrifices.

Tu étais toujours la près de moi pour mes soutenir, m'encourager et me guider avec tes Précieux conseils.

Que ce travail soit le témoignage des sacrifices que vous n'avez cessé de déployer pour mon éducation et mon instruction.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et l'admiration que je porte au grand homme que vous êtes. Puisse Dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

Aucune dédicace ne serait exprimée à leur juste valeur, mon profond respect et ma gratitude pour tous les efforts que vous avez fournis pour moi. Aussi à toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A mes sœurs

A ma famille

A mes amis…….

Table des matières

Introduction générale……1

Chapitre I: statistiques des accidents électriques

I-1/ Evolution des accidents d'origine électrique……4

I-2/ Secteurs les plus touchés……6

I-3/ Principaux facteurs……6

I-4/ Type de contact :……7

Les principales causes d'accidents électriques ……..7

Chapitre II : analyse des accidents électriques

Introduction ……14

II.1 Définition du risque électrique……14

II.2 Nature des accidents électriques ……14

II.3 Les effets du courant électrique……15

A-L' électrisation ……16

Types de contact ……...18

•Contact indirect……19

b-L 'électrocution ……..……20

II.3.2 Effets sur l'environnement ……21

II.4 Effets des accidents d'origine électrique sur le corps humain ……22

II.5 Les effets d'accidents électriques selon le domaine de tension ……23

II.6 Analyse d'accidents d'origine électriques ……..24

II.6.1 Par contact direct ……24

II.6.2 Par contact indirect ……26

II.6.3 Brûlure, incendie ou explosion d'origine électrique ……29

Conclusion ……34

Chapitre III : Méthodes d'analyse des risques électriques

Introduction ……36

III.1 Objectif des méthodes d'analyse des risques ……36

III.2 Méthodologie de l'analyse des risques ……..37

III.3 Classification des méthodes d'analyse des risques ……38

a- Méthodes quantitatives ……38

b- Méthode qualitatives ……39

c- Méthode semi-quantitatives ……40

III.4 Différentes méthodes d'analyse des risques ……40

1- Analyse préliminaire des risques : (APR)……...41

Objectif ……41

2- HAZOP (hazard and operability study) ……42

Objectif ……42

3- Méthode " WHAT IF? " (Que se passe-t-il si ?) ……44

Objectifs……..44

4- Arbre de défaillances (fault tree analysis) ……..45

Objectifs ……45

5- Arbre des événements (event tree) ……46

Objectifs ……46

III.5 Comparaison entre les méthodes d'analyse des risques ……..47

III.6 AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) Failure modes and effects analysis (FMEA) ……..50

III.6.1 Historique et domaine d'application ……50

Définition……50

Les objectifs de L'AMDEC ……51

Types de L'AMDEC ……51

- L'AMDEC produit ……51

- L'AMDEC processus ……51

- L'AMDEC moyen ……51

-L'AMDEC service ……52

Les aspects de la méthode……..52

-L'aspect qualitatif ……52

Intérêts ……52

Limites ……52

L'indice de non-détectabilité……56

L'indice de fréquence ……57

L'indice de gravité ……58

Conclusion ……60

Chapitre IV: application de l'AMDEC, résultats et discussion (application sur appareil électrique)

IV.1 Introduction……62

IV.2 Implantation et présentation du poste électrique 63/5.5 KV ……62

IV.2.1 Situation géographique ……..62

IV.2.2 Présentation du poste T3 63/5.5 KV ……..63

IV.2.3 Les risques liés au poste ……..63

IV.3 Application de la méthode AMDEC ……65

IV.4 Résultats d'application de L'AMDEC ……74

IV.5 Statistiques avant et après l'application de l'AMDEC ……..77

IV.6 Choix des appareils de protection électrique ……..78

IV.6.1 Sectionneurs ……79

IV.6.2 Interrupteurs ……79

IV.7 Les moyens de protection contre les risques électriques ……80

IV.7.1 Protection contre les contacts directs …….80

IV.7.2 Protection contre les contacts indirects …….81

IV.7.3 Protection contre les risques de brulures …….82

IV.7.4 Équipements individuels de protection et outillage de sécurité ……..82

IV.7.5 Equipements de protection collective (EPC) ……85

IV.7.6 Consignation électrique ……..86

IV.8 Conclusion……88

Conclusion générale…….90

Bibliographie……...91

Résumé

Les mesures de prévention des risques électriques sont soumises à des exigences réglementaires codifiées aux normes associées. Enfin, l'électricité statique, même si elle ne représente pas un danger physiologie important pour les personnes, peut être à l'origine d'accidents graves (incendies, explosions, chutes.)

L’objectif de ce travail est de comprendre les risques encourus et leurs implications pour les personnes concernées et, d'autre part, d'analyser les moyens, méthodes et situations qu'il faut acquérir pour évite dangers d'origine électrique et les meilleurs moyens de prévention.

Mots clés : risque électrique, danger électrique, protection électrique

Abstract :

The electrical risk prevention measures are subject to regulatory requirements codified in the associated standards. Finally, static electricity, even if it does not represent a significant physiological danger for people, can be the cause of serious accidents (fires, explosions, and falls.) The objective of this work is to understand the risks incurred and their implications for the people concerned and, on the other hand, to analyze the means, methods and situations that must be acquired to avoid dangers of electrical origin and the best means of prevention.

Keywords: electrical risk, electrical hazard, electrical protection

ملخص

تخضع تدابير الوقاية من المخاطر الكهربائية للمتطلبات التنظيمية المقننة في المعايير ذات الصلة. أخيرًا ، يمكن للكهرباء الساكنة ، حتى لو لم تمثل خطرًا فسيولوجيًا كبيرًا على الأشخاص ، أن تسبب حوادث خطيرة (حرائق ، انفجارات ، سقوط)

الهدف من هذا العمل هو فهم المخاطر المتكبدة وآثارها على الأشخاص المعنيين، ومن ناحية أخرى، تحليل الوسائل والأساليب والمواقف التي يجب اكتسابها لتجنب مخاطر الأصل الكهربائي وأفضل وسائل الوقاية.

الكلمات المفتاحية: المخاطر الكهربائية ، المخاطر الكهربائية ، الحماية الكهربائية

Glossaire

•**HSE** : H (healty), S (sécurity), E (environment) : Santé, Sécurité, Environnement

•**Danger :** Situation susceptible d'engendrer des évènements indésirables.

•**Risque :** Mesure du niveau de danger, fonction de la probabilité d'occurrence de l'évènement indésirable et des conséquences (gravité) de cet évènement…

•**Sécurité :** - Absence de circonstances susceptibles de conduire à des dégâts humains ou matériels.

-Ensemble des actions destinées à assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers, nuisances ou gênes susceptibles d'être provoquées par les installations ou lors du transport de matières dangereuses (UE).

•**Sûreté** : L'ensemble des mesures à prendre dans les installations ou lors du transport de matières dangereuse en vue d'éviter les accidents et de minimiser leurs effets (UE)

• **Risque industriel majeur** : conséquence d'un aléa d'origine technologique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionnent des dégâts importants et dépassent les capacités de réaction des instances directement concernées.

• **Accident du travail :** tout accident ayant entraîné une lésion corporelle, imputable à une cause soudaine, extérieure, et survenu dans le cadre de la relation de travail.

• **Taux de fréquence** : représente le nombre d'accidents avec arrêt de travail par un million d'heures de travail.

• **Taux de gravité** : représente le nombre de journées perdues par 1000 heures de travail.

• **Analyse des risques** : Emploi systématique des informations disponibles pour déterminer les dangers et évaluer les risques. C'est l'objet des méthodes qui cherchent à établir une prévision sur la probabilité de survenance d'un événement potentiellement dommageable. En ce sens l'analyse des risques poursuit l'analyse du travail.

• **Étude de faisabilité :** Étude destinée à établir la faisabilité d'une tâche ou d'une production en termes de technologie, de coût et de temps.

• **Impact environnemental** : Toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des activités, produits ou services de l'entreprise. La relation entre l'aspect environnemental et l'impact environnemental est une relation de cause à effet.

Liste des figures:

Figure I-1: nombre d'accidents d'origine électrique depuis (par L'INRS)…….4

Figure II-1: mécanisme d'électrisation……17

Figure II-2 : mécanisme d'accident avec contact direct……..18

Figure II-3: Les différentes façons d'électrisation avec des contacts directs……..19

Figure II-4 : mécanisme d'accident avec contact indirect……...20

Figure II-5 : Les différentes façons d'électrisation avec des contacts indirects……..20

Figure II-6 : Electrocution mortelle…….21

Figure II-7: Explosion d'origine électrique…….22

Figure II-8: Electrocution par ligne de contact alimentant un pont roulant…….25

Figure II-9 : travail sous tension dans un sous-sol……...26

Figure II-10: Electrocution dans une filature……...28

Figure III-1 : processus d'analyse des risques……..37

Figure III-2: Typologie des méthodes d'analyse de risque……..38

Figure III-3: Processus de l'AMDEC……..54

Figure IV.1 Situation géographique du poste électrique T3 63/5.5 KV……..62

Figure IV.2 Transformateur T3 63/5.5 KV…….63

Figure IV.3 Analyse fonctionnelle de l'installation électrique……65

Figure IV.4 Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC…77

Figure IV.5 : Histogramme de comparaison de criticité avant et après l'application..77

Figure IV.6 Sectionneur haute tension……79

Figure IV.7 Interrupteur haute tension……79

Figure IV.8 Protection par éloignement…….80

Figure IV.9 Manchons et panneaux isolants sur câbles sous tension …….81

Figure IV.10 Casque isolant……82

Figure IV.11 Lunette et visière anti UV……..83

Figure IV.12 Chaussures à semelle isolante…….83

Figure IV.13Vêtement de protection isolant……84

Figure IV.14 Vérificateur d'absence de tension (V.A.T)…….85

Figure IV.15 Equipements de protection collective…….85

Figure IV.16Etapes d'une consignation électrique……...87

Liste des tableaux :

Tableau I-1: les accidents dus à l'électricité en France de 1975 à 2008…….5
TableauI-2 : les secteurs les plus touchés dans les accidents électriques……6
TableauI-3 : Les principaux facteurs d'accidents électriques…….6
Tableau II-1: Effets des accidents électriques selon le domaine de tension……23
Tableau III-1 : les intérêts et limites d'Analyse préliminaire des risques (APR)…….42
Tableau III-2 : les intérêts et limites de HAZOP (hazard and operability study)…….43
Tableau III-3 : les intérêts et limites de méthode " WHAT IF?.....45
Tableau III-4 : les intérêts et limites de méthode arbre de défaillances……...46
Tableau III-5 : les intérêts et limites de méthode arbre des événements……...47
Tableau III-6: comparaison entres les méthodes d'analyse des risques……47
Tableau III-7: Evaluation de la criticité……56
Tableau III-8: évaluation de la non-détection……...57
Tableau III-9: Evaluation de la fréquence…….58
Tableau III-10: Evaluation de la gravité……59
Tableau IV.1 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…66
Tableau IV.2 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…67
Tableau IV.3 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…68
Tableau IV.4 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…69
Tableau IV.5 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…70
Tableau IV.6 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…71
Tableau IV.7 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…72
Tableau IV.8 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités…73
Tableau IV.9 Résultats avant l'application de l'AMDEC……....74
Tableau IV.10 Résultats après l'application de l'AMDEC……..75

Acronymes et abréviations

TF : taux de fréquence

TG : taux de gravité

TBT : très basse tension

BT : basse tension

HT : Haute tension

TBTS : Très basse tension de sécurité

TBTP : Très basse tension de protection

TP : Transformateur du potentiel

NINA : Unité commune Acide nitrate et Ammoniac

APR : Analyse préliminaire des risques

HAZOP : Hazard and operability study

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

UV : ultraviolet

TE : Travaux électriques

EPI : Équipement de protection individuelle

EPC : Équipement de protection collective

VAT: vérificateur d’absence de tension

Introduction générale

Introduction générale

1- Problématique

L'emploi généralisé de l'énergie électrique dans tous les domaines (depuis le foyer domestique jusqu'à la grande industrie, en passant par l'artisanat, de l'agriculture et le tertiaire) fait que le risque d'accidents électriques se trouve également partout présent. Présent et invisible comme tous les risques inhérents aux formes supérieures de l'énergie, il a en revanche le mérite d'être bien connu, facile à maîtriser, ce qui, tout compte fait, le rend presque familier et en tout cas moins redouté que, par exemple, le danger des rayonnements ionisants.

Si le poids relatif des accidents électriques ne paraît pas très élevé par rapport à ceux dus aux autres risques tels que la circulation et le milieu domestique, la prévention n'en demeure pas moins indispensable, notamment dans certains secteurs d'activité, plus particulièrement exposés aux risques, tels le bâtiment et les travaux publics, l'industrie, l'exploitation et les travaux sur réseau et installations électriques.

Les améliorations techniques apportées au matériel et aux installations ont toujours été liées à une élévation du niveau de sécurité.

Il faut reconnaître que la prévention des accidents électriques est simple et ne nécessite pas la mise en œuvre de moyens très onéreux. Dans sa conception rationnelle, elle assure à la fois la protection du personnel et des installations de toute nature, en particulier la protection contre les dangers d'incendie, d'où son importance et son impérieuse nécessité. Comme par ailleurs le processus de l'accident électrique est bien connu et qu'il tient à très peu de chose qu'un accident bénin ne devienne mortel, la pratique de la réanimation fait partie de la prévention et complète les mesures techniques. L'entraînement du personnel à cette pratique est donc essentiel.

La prévention des accidents électriques dans les pays en voie de développement ne se présente pas de la même manière que dans les pays industrialisés. Si les principes et les techniques de base restent les mêmes, les conditions d'application sont différentes. D'abord, la nature générale des risques est souvent soumise à des facteurs locaux, notamment à l'influence aggravante des facteurs climatiques.

La résistance élevée des circuits de terre à certaines périodes de l'année constitue une difficulté pour assurer la protection du personnel.
Afin de fiabiliser les méthodes d'exploitation et de maintenance industrielles, la Sécurité des personnes et des biens est primordiale.

2- Objectif de la recherche :

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

3- Organisation de la mémoire :

Pour atteindre l'objectif de cette mémoire qui est l'amélioration de la prévention contre les risques électriques et le choix des appareils de protection, notre mémoire, développée en quatre chapitres, s'organise de la façon suivante :

- **Chapitre 1** : intitulé «**statistiques des accidents électriques** »
- **Chapitre 2** : intitulé « **Analyse des accidents d'origine électrique** »
- **Chapitre 3** : intitulé « **Méthodes d'analyse des risques** »
- **Chapitre 4**: intitulé « **Application de la méthode AMDEC, résultats et suggestions** »

CHAPITRE I: Statistiques des accidents électriques

CHAPITRE I:Statistiques des accidents électriques

I-1/ Evolution des accidents d'origine électrique

Le nombre d'accidents du travail d'origine électrique est passé de 2793 en 1975 à 771 en 2008 en France. Il en va de même pour les accidents graves dont le nombre recule de 360 en 1975 à 82 en 2008.

Cette tendance traduit une plus large maîtrise du risque, mais les analyses de sévérité nous rappelle la particulière gravité: les accidents d'origine électrique sont 15 fois plus souvent mortels que les accidents ordinaires.

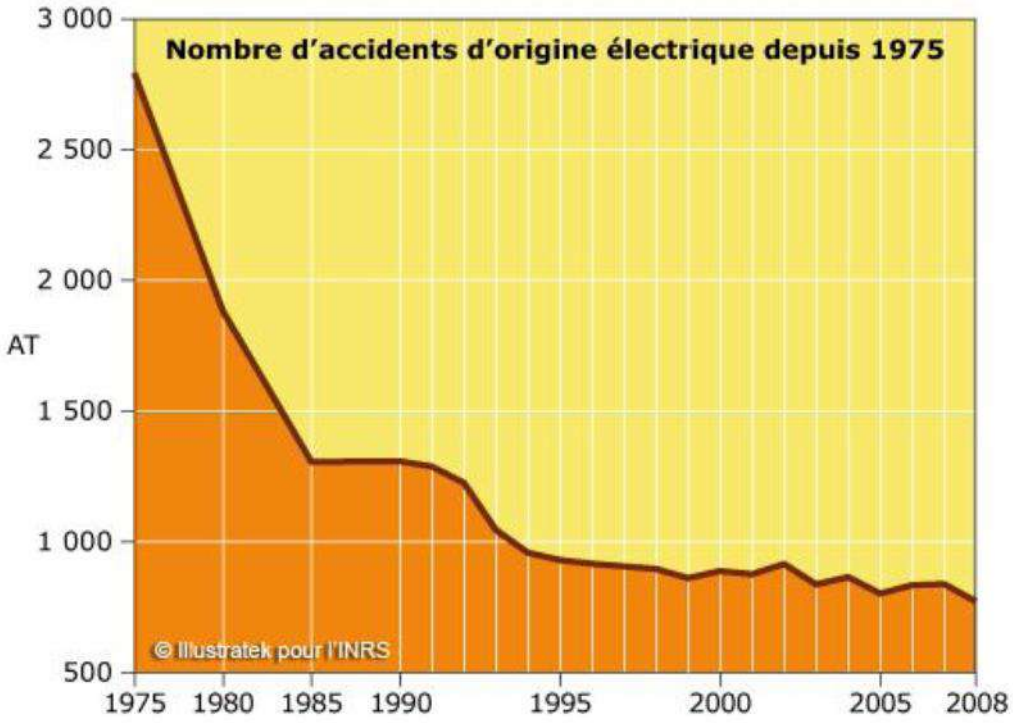


Figure I.1: Nombre d'accidents d'origine électrique depuis 1975

TableauI-1: les accidents dus à l'électricité en France de 1975 à 2008 (par inrs)

Accidents dus à l'électricité			
Année	**AT - arrêt**	**AT - IP**	**Décès**
2008	771	82	9
2007	838	86	11
2006	834	74	11
2005	802	90	5
2004	865	79	22
2003	837	87	6
2002	917	97	8
2001	876	69	16
2000	888	84	12
1999	861	81	11
1998	896	89	9
1997	906	86	17
1996	916	99	19
1995	930	122	12
1990	1308	177	35
1985	1306	185	42
1980	1883	247	50
1975	2793	360	67

AT – arrêt : accidents du travail avec arrêt
AT – IP : accidents ayant entraîné une incapacité permanente

I-2/ Secteurs les plus touchés

En 2008, on comptait 771 accidents d'origine électrique. Les salariés les plus touchés

TableauI-2 : les secteurs les plus touchés dans les accidents électriques

Secteurs les plus touchés	Pourcentage
le secteur du bâtiment et des travaux publics	30 %
la métallurgie	17 %
les activités de service et du travail temporaire	16 %
l'alimentation	11 %

I-3/ Principaux facteurs

Les principaux facteurs ayant entraîné l'accident sont :

TableauI-3 : Les principaux facteurs d'accidents électriques

Les principaux facteurs	Pourcentage
un mode opératoire inapproprié ou dangereux	31 %
la méconnaissance des risques	30 %
l'application incomplète des procédures	15 %
une formation insuffisante	12 %
l'état du matériel	12 %
l'état du sol	11 %

Les facteurs d'accidents électriques peuvent être d'origine matérielle ou humaine. Le mauvais état du matériel et des isolants détériorés ou coupés peut entraîner un accident électrique. Le plus souvent, ce sont les comportements humains qui sont à l'origine des accidents électriques par :

Le non-respect des consignes de sécurité lors d'une intervention sur une installation électrique le non-respect des distances de sécurité par rapport à des éléments sous tension une utilisation inappropriée du matériel électrique une habilitation électrique inadéquate par rapport à l'opération à réaliser

I-4/ Type de contact :

75 % des accidents d'origine électrique sont dus à des contacts directs.

20 % sont dus à des contacts indirects.

5 % non précisés.

Les statistiques de plusieurs années montrent que les pourcentages sont relativement constants. On note que :

- plus du tiers des lésions sont de localisations multiples,
- les yeux, les membres supérieurs, les mains sont les plus touchés,
- 60 % des lésions sont des brûlures,
- 6 % des lésions sont internes.

Les principales causes d'accidents électriques :

Dans un monde où nous utilisons des appareils électroménagers, des appareils électroménagers et des équipements électriques pour presque tout dans la vie quotidienne, les accidents électriques sont courants et pourtant ils peuvent être évités en comprenant les risques. Que ce soit à la maison ou au travail, il existe de nombreuses situations où vous pourriez courir un risque potentiel de choc électrique, de brûlure ou d'incendie. Les accidents électriques sont généralement causés par l'eau, un câblage défectueux, une tentative de réparation de l'électricité par vous-même, des fils dénudés ou des prises endommagées. Alors, examinons de plus près chacun d'eux et comment ils se produisent. [1]

L’eau :

Que vous prépariez une tasse de thé et que vous en renversiez accidentellement ou que vous nettoyiez une zone à proximité de fils électriques, la possibilité d'un choc électrique est une préoccupation quotidienne. L'eau est conductrice d'électricité et peut donc être très dangereuse au contact d'un courant électrique. Les appareils électriques peuvent entrer assez facilement en contact avec l'eau dans la vie de tous les jours, par exemple en versant un verre d'eau sur votre bureau au travail ou en mettant des fers à lisser et des sèche-cheveux dans la salle de bain. Il est très important de réduire le risque de choc électrique en éloignant les appareils électriques de l'eau et en s'assurant que toutes les boissons sont sûres, afin de minimiser les déversements.

Pour certains, il n'y a peut-être pas d'autre choix que d'installer l'électricité près de la source d'eau. Dans ce cas, pour maîtriser les courants électriques et réduire les risques d'électrocution, pensez à installer un dispositif de courant tel qu'un disjoncteur de défaut. Le dispositif actuel rendra les pièces de votre maison ou de votre lieu de travail où l'eau est utilisée beaucoup plus sûres. Comme toute autre installation, n'installez pas l'un d'entre eux à moins d'avoir été formé à la manipulation d'appareils électriques. Nos électriciens renommés de Milton Keynes sont toujours heureux d'aider à l'installation des dispositifs de sécurité et peuvent faire fonctionner les différents produits disponibles pour assurer une sécurité maximale. N'hésitez pas à nous contacter pour en discuter avec un membre de notre équipe.

Câblage défectueux

Un câblage défectueux peut survenir pour de nombreuses raisons, notamment des composants électriques de mauvaise qualité, un câblage mal installé ou un câble sur utilisé qui s'est fendu, ce qui rend les fils visibles. En particulier sur le lieu de travail, les fils et les câbles doivent être régulièrement inspectés par un électricien professionnel pour s'assurer que les normes de santé et de sécurité sont respectées.

Un câblage défectueux peut entraîner des décharges électriques, des brûlures ou des blessures graves, il est donc essentiel que vous soyez sûr que votre câblage est sécurisé et sécurisé. La surcharge d'un circuit électrique avec trop d'appareils peut également provoquer une haute tension, entraînant un risque d'accident électrique. Ceci est plus courant dans les environnements de travail où les ordinateurs, les téléphones et les imprimantes utilisent tous le même circuit électrique.

Tentative de réparation électrique

Beaucoup de gens croient que l'utilisation de méthodes de bricolage sur le câblage électrique et le câblage est aussi simple que d'enfoncer un clou dans le mur, mais ce n'est certainement pas le cas. En fait, en tentant de réparer un équipement électrique sans aucune formation, vous pouvez vous exposer à un risque sérieux de choc électrique et mettre d'autres personnes en danger d'incendie électrique.

Il existe toute une série de risques graves pour la sécurité lorsqu'ils sont en contact avec des courants électriques, c'est pourquoi les électriciens sont toujours bien formés pour remplir leur rôle en toute sécurité. Les électriciens suivent une formation intense, à la fois théorique et sur le tas, qui leur fournit les connaissances et les compétences nécessaires pour atténuer tout danger potentiel.

Néanmoins, de nombreuses personnes sous-estiment encore la complexité du travail avec l'électricité et tentent de réparer elles-mêmes les appareils sans en comprendre pleinement le danger. Le manque de connaissances et l'excès de confiance sont étonnamment l'une des causes les plus courantes d'accidents et de blessures électriques. Non seulement vous causez des risques pour vous-même et pour les autres, mais vous pouvez également affecter le système électrique de votre maison ou de votre lieu de travail, ce qui sera un problème coûteux à résoudre. Nous vous conseillons fortement d'appeler un professionnel chaque fois que vous avez affaire à des appareils électriques pour assurer votre sécurité.

Cordons nus et fiches endommagées

Des cordons endommagés peuvent se produire lorsqu'un appareil électrique est sur utilisé et que le cordon se divise, exposant les fils à l'intérieur. Cela peut être extrêmement dangereux car le revêtement en caoutchouc sur le fil est conçu pour protéger le courant électrique de l'eau et d'autres risques potentiels, ce qui signifie qu'un cordon nu risque de produire des étincelles, de provoquer des blessures ou même un incendie.

Ne manipulez jamais les fils et câbles endommagés et remplacez les prises dès que le cordon commence à se fendre. Comme indiqué précédemment, vous ne devez pas tenter de réparer vous-même ces appareils et le cordon. Cela signifie que si le dommage concerne quelque chose que vous ne pouvez pas simplement retirer et remplacer, comme un appareil de cuisine, il sera essentiel de contacter un électricien pour gérer l'installation.

Les prises, en revanche, sont conçues pour que les courants électriques puissent passer en toute sécurité à travers le câble et dans votre appareil. Si l'une des tiges métalliques qui entrent dans la prise de courant se détache de la fiche, arrêtez immédiatement d'utiliser l'appareil car il constitue désormais un danger pour votre sécurité. Les trois tiges de la fiche doivent être fixées en toute sécurité à la fiche afin d'assurer votre sécurité et de permettre au courant électrique de passer à travers le cordon.

Statistiques des accidents électriques maintenant que nous avons expliqué ce que sont les accidents électriques, ainsi que les différents types et causes courantes, vous demandez peut-être à quelle fréquence ils se produisent réellement. Nous avons fourni ici quelques

Combien d'accidents électriques surviennent chaque année ?

Les accidents électriques domestiques blessent 1,2 million de personnes chaque année.

Combien d'accidents mortels sont causés par l'électricité chaque année ?

On estime que 70 personnes au Royaume-Uni meurent d'électrocution chaque année.

Combien d'accidents électriques surviennent chaque année sur le lieu de travail ?

Environ 1000 accidents impliquant l'électricité sont signalés au HSE chaque année, dont environ 30 mortels. [1]

Après avoir connu l'importance de la présence de l'électricité dans notre quotidien et qu'il faut être prudent lors de son utilisation pour éviter la survenue de risques potentiellement graves, vient le temps de savoir quelles sont les causes qui conduisent à la survenue de ce type de panne électrique incendie, qui seront examinés dans les paragraphes suivants : [1]

Les mauvaises installations électriques, dont plusieurs éléments en découlent, dont le non-respect du suivi et de l'inspection périodique des appareils électriques, ainsi que l'extension des fils sous les tapis ou à travers les fenêtres et les portes, y compris l'utilisation de câbles qui ne correspondent pas à la courant qui les traverse, en plus de surcharger les appareils sur une prise, et de ne pas inspecter les charges et de s'assurer qu'elles conviennent aux disjoncteurs, ainsi que la connexion lâche à l'extrémité des fils, ainsi que de laisser certains câbles exposés lors de l'utilisation de connexions externes visibles, et enfin le manque de bonne isolation des fils utilisés dans la connexion électrique.

La négligence, l'ignorance et la falsification des enfants, qui comprend le fait de laisser l'électricité fonctionner pendant l'entretien, ainsi que la mauvaise utilisation des outils électriques dans la cuisine, ainsi qu'une mauvaise sélection des appareils électriques, ainsi que de les toucher avec les mains mouillées et de ne pas les mettre placez un moyen de protéger les enfants contre les manipulations, en évitant de débrancher les appareils pendant de longues périodes et en voyage .

Le non-respect des travaux de maintenance périodiques et curatifs, qui comportent plusieurs éléments, dont l'invalidation de la maintenance des appareils défaillants, ainsi que le non-changement des moyens de protection en cas de fuites, et aussi le non-engagement à l'inspection périodique des appareils, et enfin le non-respect sur les charges et s'assurer de leur adéquation aux fils.

CHAPITRE II : Analyse des accidents électriques

CHAPITRE II: analyse des accidents électriques

Introduction:

En partie d'accidents de travail, l'électricité constitue un instigateur en comparaison peu répétitive, cependant elle blindé un député de gravité considérable.

L'électricité ne se voit rien ne s'entend rien n'a rien d'odeur pourtant entraine chacun an incontinent accidents graves dans relation immédiat soit médiat sans incontinent pièces nues sous-tension De substance d'accidents pour fonctionnement l'électricité conformé une raison proportionnellement tantinet fréquent pourtant elle baquet seul élément pour pesanteur essentiel

II.1 Définition du risque électrique:

Le risque électrique peut être défini comme :

- une situation dangereuse dans laquelle le travailleur peut entrer en contact électrique avec des équipements ou des fils sous tension, dont les effets peuvent entraîner des blessures
- la possibilité d'infliger des brûlures à l'arc, des brûlures thermiques ou des blessures par souffle au salarié.

Le risque d'électrocution peut entraîner des blessures ou la mort par électrocution ou brûlures, ce qui peut entraîner :

- la possibilité de contact direct ou indirect entre le salarié et la partie active
- du simple fait de la présence d'équipements électriques à proximité, notamment de la catégorie haute tension (travail à proximité)
- l'isolation n'est pas adaptée aux conditions d'utilisation.
- phénomène électrostatique (contact humain avec des pièces chargées)
- Rayonnement thermique ou phénomènes tels que l'éjection de particules en fusion et effets chimiques dus à des courts-circuits, des surcharges, etc. Des personnes peuvent également chuter à cause de l'effet de surprise provoqué par ces chocs électriques [2]

II.2 Nature des accidents électriques:

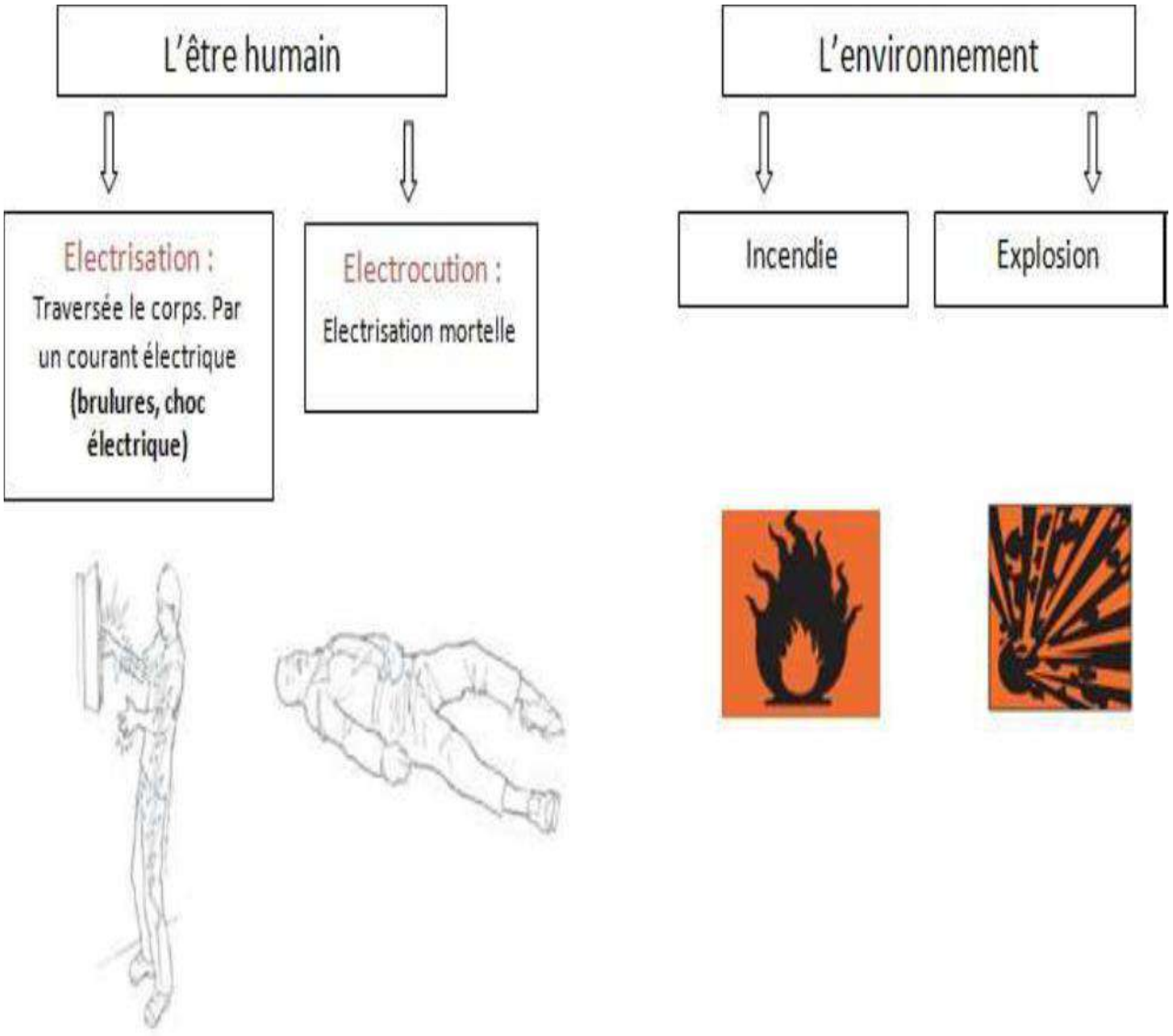
Les risques électriques comprennent le contact direct ou indirect avec une pièce sous tension vide et le risque de court-circuit et d'arc. Les conséquences sont électricité, électrocution, incendie, explosion...

Les deux méthodes suivantes permettent de classer les accidents électriques : - leurs effets L'art de la communication (directe ou indirecte)

- la zone dans laquelle ils se produisent (milieu résidentiel : fiches, fils et prises, milieu agricole : électricité statique, foudre, incendie et explosion, etc.)

II.3 Les effets du courant électrique:

L'électricité (énergie liée au mouvement des électrons dans un matériau conducteur) est un fluide invisible qui est essentiel pour le fonctionnement des installations, des machines, etc.



II.3.1Effets physiologiques :

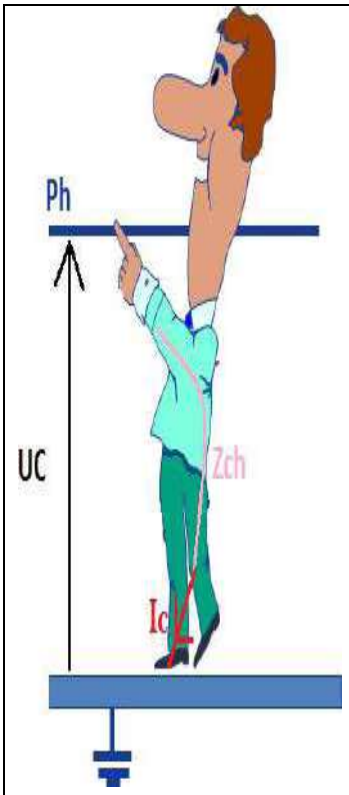
Effets du courant électrique sur le fonctionnement de l'organisme sont :

A-L'électrisation :

L'électrification est le passage d'un courant électrique à travers le corps, provoquant des blessures plus ou moins graves. Lorsque le corps humain est exposé à une tension Uc entre deux points, un courant le traverse, qui dépend de l'impédance Zch entre les deux points de contact. La résistance du corps humain, mesurée entre les extrémités du corps, est variable. Cela varie selon la texture de la peau, le matériau adhésif, l'état de santé, etc.

La résistance de la peau est pratiquement inversement proportionnelle à : la tension de contact, l'humidité et la fréquence (à 500 Hz, la résistance de la peau est d'environ un dixième de celle à 50 Hz, dans ces conditions la résistance du corps humain peut être adaptée à sa résistance interne).

L'électrocution correspond au fait que le passage d'un courant électrique provoque une électrocution mortelle chez une personne ou un animal. Dans la situation défavorable d'avoir un courant alternatif de 75 mA à 50 voire 60 Hz circulant dans le corps pendant 1 seconde, la fibrillation ventriculaire peut entraîner la mort si la personne atteinte n'est pas intervenue très rapidement.



Impédance du corps humain :

Zch = Zp + Zi

Zp : Impédance de la peau Zi :

Impédance interne ≈ 500 Ω

Pour les locaux secs :

Zch : 2000 Ω contact main/main

Zch : 5000 Ω Contact main/ pied

Pour les locaux humides :

Zch : 1000 contact main/main

Zch : 2500 contact main/pied

Figure II-1: mécanisme d'électrisation

La gravité de l'électrisation dépend de plusieurs facteurs :

L'intensité du courant (A)

La tension du courant

Le type de courant : alternatif ou continu

La durée du passage de l'électricité dans le corps

La superficie de la zone de contact avec la source électrique

La trajectoire du courant

L'état de la peau : normale ou calleuse, sèche ou humide (L'humidité est un facteur aggravant) la nature du sol (matériau isolant ou conducteur) [3]

Types de contact :

Contact direct :(électrisations les plus fréquentes) 45% des accidents

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

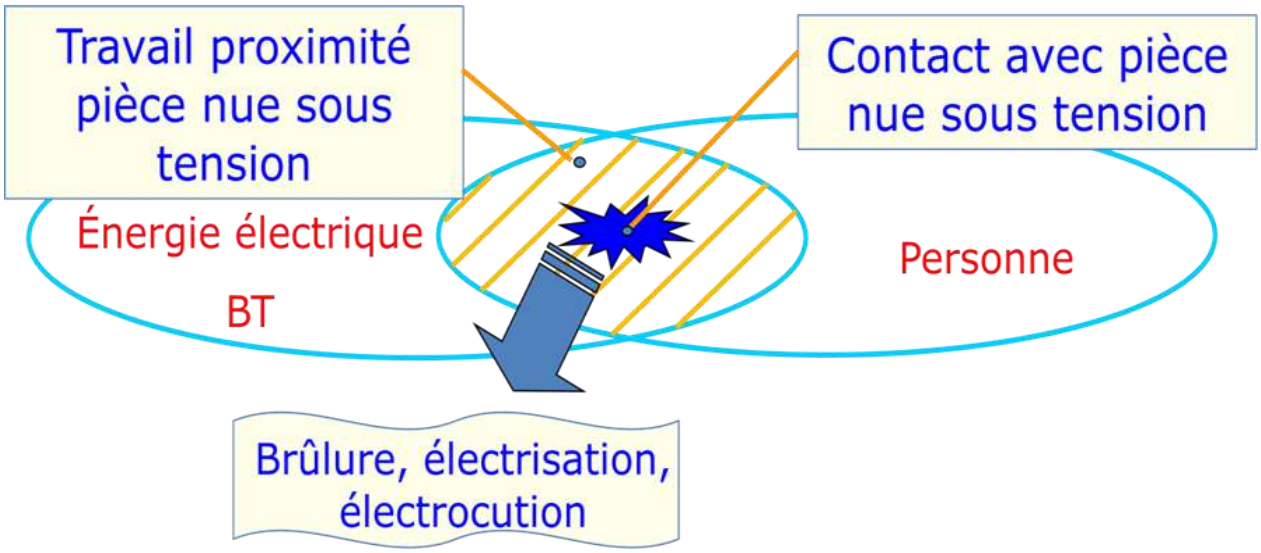


Figure II-2 : mécanisme d'accident avec contact direct

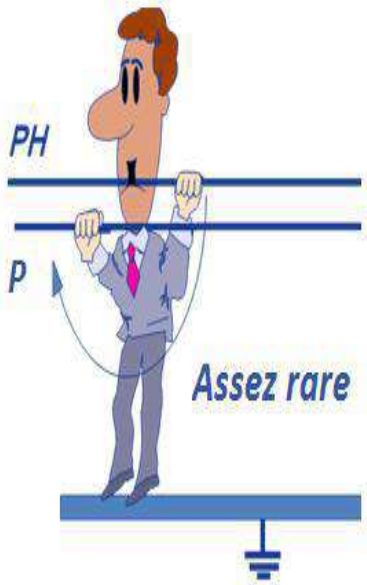
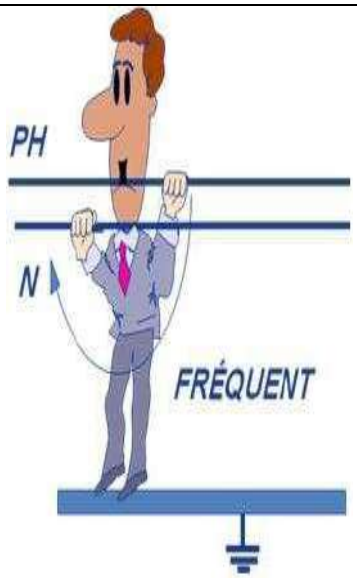
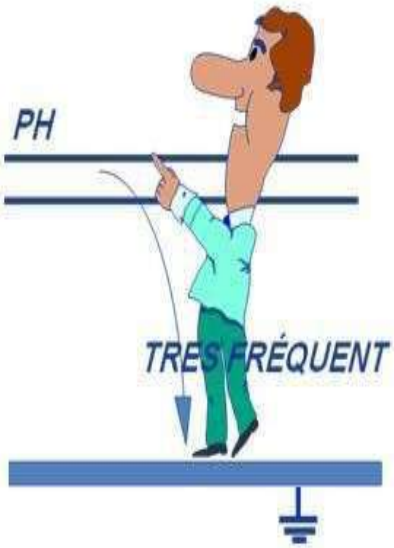
		
Contact entre deux phases	Contact une entre phase et neutre	Contact entre une phase et la terre

Figure II-3: Les différentes façons d'électrisation avec des contacts directs

•**Contact indirect :(** Electrisations peu fréquentes) 20% des accidents

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

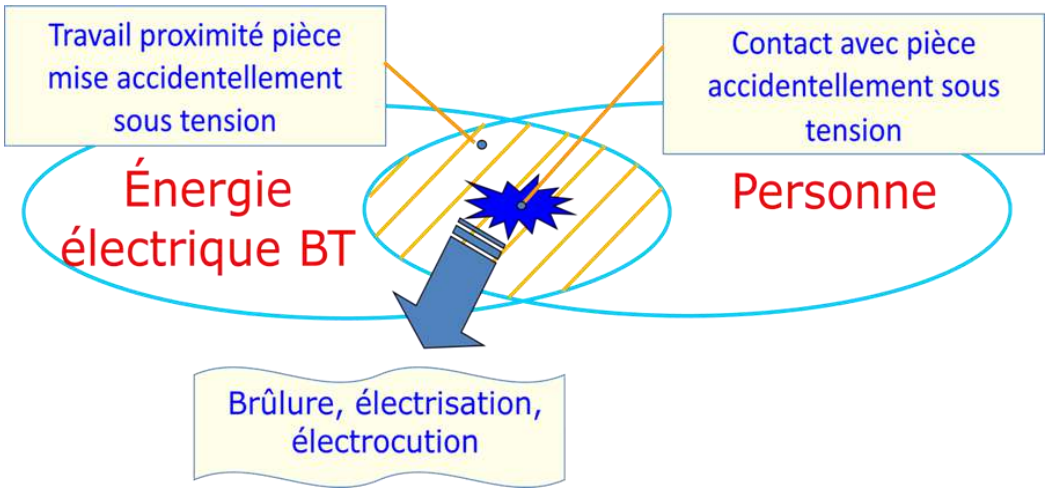
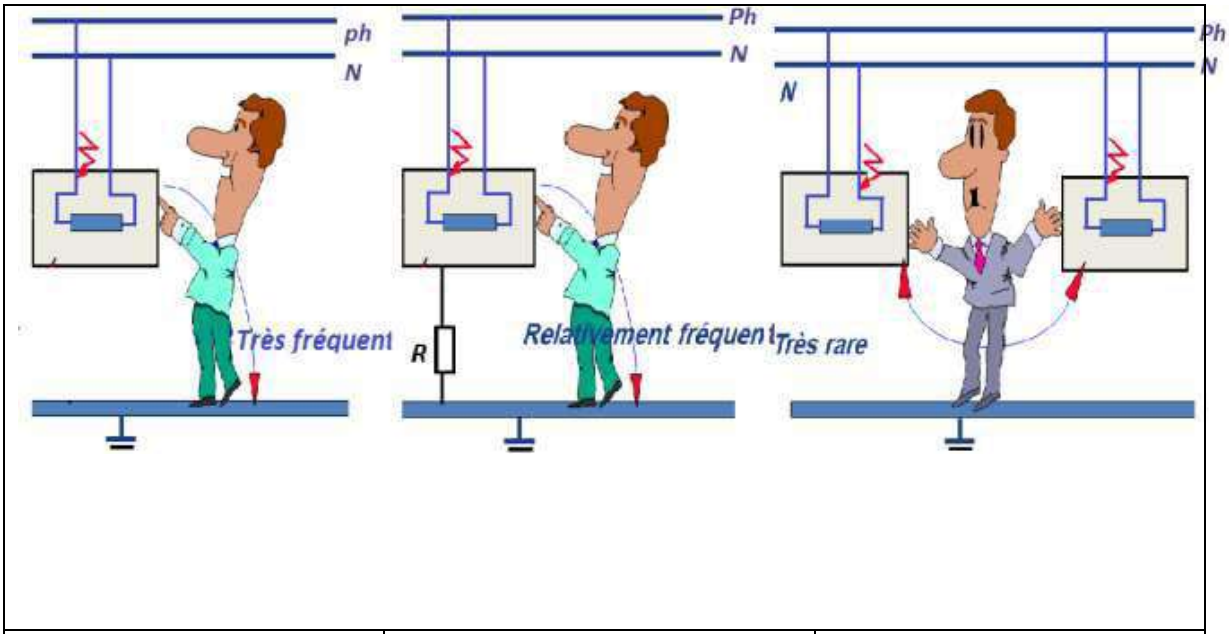


Figure II-4 : mécanisme d'accident avec contact indirect



Contact entre masse sous tension et la terre	Contact entre masse sous tension dont la résistance est élevée à la terre	Contact entre deux masses sous tension

Figure II-5: Les différentes façons d'électrisation avec des contacts indirects

b-L 'électrocution :

C'est un terme qui désigne une électrisation immédiatement mortelle



Figure II-6 : Electrocution mortelle

II.3.2 Effets sur l'environnement:

Les incendies :

Les principales causes sont :

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

Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements :

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

b- Les explosions :

Dans les zones dangereuses, les systèmes électriques, qu'ils soient de puissance ou de commande, sont une source potentielle d'inflammation pour une atmosphère explosive. Pour minimiser ce risque, ces dispositifs sont réduits au strict minimum.

De plus, les équipements électriques utilisés dans ces zones sont conformes aux conditions de construction, de montage et de fonctionnement spécifiées dans les normes.

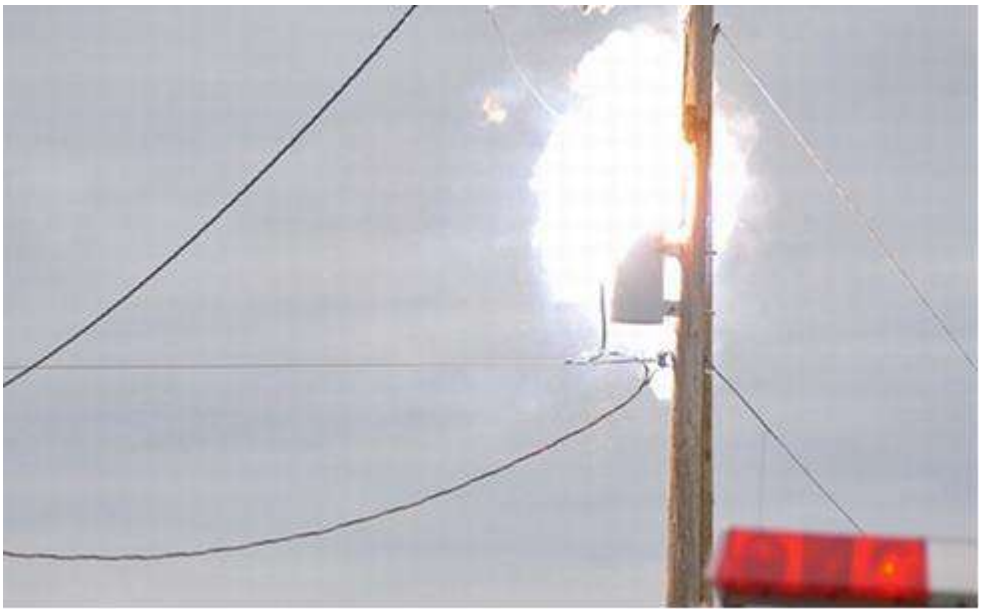


Figure II-7: Explosion d'origine électrique

II.4 Effets des accidents d'origine électrique sur le corps humain :

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

- Secousse, choc électrique, avec retour apparent à l'état antérieur (mais l'examen est nécessaire pour déterminer des suites éventuelles).
- Asphyxie (pouvant être mortelle).
- fibrillation ventriculaire (mortelle le cas échéant).
- Brûlures (mortelles suivant gravité, surtout en haute tension). Les suites peuvent être diverses.
- Cardio-vasculaires (tachycardie, lésions vasculaires...).
- Neurologiques (pertes de conscience, de force musculaire...).
- Sensorielles (troubles de la vision, de l'audition...).
- Rénales (insuffisance).

・ Pour les brulures par arc : dermiques, Oculaires (coup d'arc), électrothermiques Profondes, thromboses, œdèmes, nécroses, etc.… [4]

II.5 Les effets d'accidents électriques selon le domaine de tension :

Tableau II-1: Effets des accidents électriques selon le domaine de tension

Domaine de tension	Courant alternatif	Courant continu
TBT	U≤50volts	U≤120Volts
BTA	50<U≤500V	120<U≤750V
BTB	500<U≤1000V	750<U≤1500V
HTA	1000<U≤50KV	1500V<U≤75KV
HTB	U>50KV	U>75KV

Domaine de tension en alternatif :

• En dessous de 50 V: absence d'accident mortel

• Entre 50 V et 500V: grand pourcentage de fibrillation cardiaque

• Entre 500V et 1000V: syncopes respiratoires et brûlures

• A partir de 1000V: brûlures internes de type hémorragique (blocages des reins).

Domaine de tension en continu :

• En dessous de 120V: absence d'accident mortel

• Entre 120V et 750V:effets d'électrolyse et brûlures par effet joules

• A partir de 750V: brûlures internes et externes. [5]

II.6 Analyse d'accidents d'origine électriques :

II.6.1 Par contact direct:

Électrocution par ligne de contact alimentant un pont roulant :

Scénario de l'accident :

Un électricien chargé de remplacer Diabolo grimpe sur un câble de support de pont roulant de 400 volts sur la poutre métallique supportant le rail de service du pont, espérant terminer la réparation sans débrancher l'alimentation et sans gants.

Après un faux mouvement, une de ses mains touche l'un des conducteurs de ligne tandis que ses pieds reposent sur la barre transversale. L'ouvrier est mort coincé entre la quille et la quille quand nous avons pu le dégager. Le rail du portique étant mis à la terre, le travailleur est exposé à une différence de potentiel par contact direct entre mes mains et mes pieds

400 /•√3 = 230 V.



Figure II-8: Electrocution par ligne de contact alimentant un pont roulant

Cause de l'accident :

Faux mouvement (contact de la main avec un conducteur 230 V)

Conséquence :

Morte de l'ouvrier

Enseignement :

Ce travail doit être effectué avec l'alimentation coupée car aucun travail ne doit être effectué avec l'alimentation allumée à moins que les conditions de fonctionnement ne rendent la mise hors tension dangereuse ou impossible ou que la nature du travail nécessite une tension. De plus, l'alimentation électrique de la ligne de contact doit comporter un dispositif de coupure multipolaire verrouillable en position ouverte pour permettre l'exécution des travaux sans risque de redémarrage prématuré.

Travail sous tension :

Scénario de l'accident :

Un ouvrier électricien procède, dans un sous- sol, au remplacement d'un coffret de raccordement en compagnie d'autres ouvriers de la même entreprise.



Figure II-9: travail sous tension dans un sous-sol

Cause de l'accident :

Contact avec une pièce sous tension.

Conséquence : Travailleur s'écroule foudroyé.

Enseignement :

Ce travail n'aurait pas d'être effectué sous tension puisque ce n'était pas indispensable.

II.6.2 Par contact indirect:

Eclairage provisoire dans un local mouillé :

Scénario de l'accident :

Un ouvrier au sous-sol de la chaufferie commence à modifier les conduits d'air métalliques. Ils sont reliés à la terre par l'intermédiaire de divers accessoires et équipements électriques installés dans ces conduits (moteurs de ventilateurs, panneaux, vannes, etc.).

L'emplacement correspondant est également éclairé via une ligne temporaire composée de câbles posés ça et là sur les murs et de douilles métalliques en bout de câble. Cet ouvrier veut remplacer une des lampes par une autre plus puissante sans couper le courant.

Lorsqu'il a touché la caisse, il est tombé inconscient au sol; Transféré à l'Apothicaire, ne peut pas être réanimé.

L'enquête a révélé que la prise était en contact avec un conducteur sous tension et était donc sous tension par inadvertance.

Cause de l'accident :

Douille en contact accidentellement avec un conducteur sous tension

Conséquence :

Chute au sol

Enseignement :

Dans les locaux mouillés (c'est le cas de ce sous-sol où circulent des gaines métalliques mises à la terre de fait), on doit utiliser :

- Soit du matériel alimenté en très basse tension de sécurité (TBTS) ou en très basse tension de protection (TBTP)

- soit du matériel conçu pour assurer la sécurité des travailleurs.

Ainsi, cette installation aurait dû être alimentée en TBTS à partir de transformateurs de sécurité.

Electrocution dans une filature :

Dans un atelier de lavage d'une filature de laine, un ouvrier a reçu un choc électrique alors qu'il essayait de faire fonctionner un treuil d'extraction de jus.

Les recherches sur les causes de l'accident ont révélé que le conducteur de protection (terre) était déconnecté et laissé en mode veille ; D'autre part, l'un des leaders de l'offre.dont l'isolation est brisée, est en contact avec le bloc métallique du châssis de la machine et que le travailleur se tient directement sur le sol humide.

Causes de l'accident :

- le non-respect dû soit à la méconnaissance, l'oubli, etc.

Au moment du montage, soit à une mauvaise surveillance et un mauvais entretien.

- Isolation des conducteurs d'alimentation défectueuse.

Conséquence de l'accident :

Electrocution mortelle.

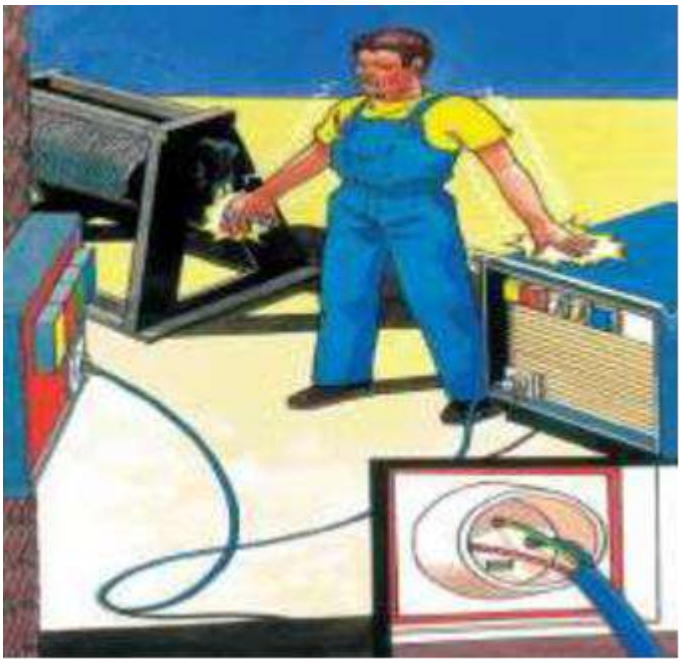


Figure II-10: Electrocution dans une filature

Enseignement :

La mise à la terre de toutes les masses du matériel et de l'appareillage qui ne sont pas alimentés en TBTS ou TBTP.

II.6.3 Brûlure, incendie ou explosion d'origine électrique :

Enlèvement d'un fusible en charge :

Scénario de l'accident :

Dans un atelier où les machines sont alimentées à partir d'une fosse préfabriquée, Un électricien supprime le disjoncteur dans la boîte de jonction au-dessus de l'enceinte

Avec un fusible de 200 ampères, en charge, c'est-à-dire sans arrêter au préalable la machine correspondante.

Un arc se produit et le travailleur subit de graves brûlures aux mains et au visage. [6]

Cause de l'accident :

Arc électrique.

Conséquence de l'accident :

Brûlure aux mains et au visage.

Enseignement :

En effet, dans ce cas, il se produit un arc qui est d'autant plus important que le courant intermittent est important, et cet arc peut provoquer un court-circuit au niveau du stator. Ce manoir, en soi, est encore plus violent car il est situé près du générateur.

Ainsi, ne jamais ouvrir (ou fermer) un circuit de charge avec un déclencheur (disjoncteur intégré, terminaison)

Ouverture d'un sectionneur en charge :

Un accident mécanique s'est produit sur un tour, l'ouvrier chargé de faire fonctionner la machine utilise un disjoncteur général au-dessus de l'armoire de commande pour l'arrêter.

La foudre se produit à l'intérieur du boîtier. Dans les deux cas, son utilisation ne causera aucun dommage, mais l'équipement interne sera fortement détruit. [6]

Cause de l'accident :

Flash électrique.

Conséquence :

Pas de dommage mais détérioration d'une grande partie de l'appareillage

Enseignement :

Tout d'abord, l'ouvrier a dû utiliser le dispositif d'arrêt d'urgence installé sur la machine pour l'arrêter, mais comme il était loin de la machine de l'armoire, il s'est dirigé vers cette dernière.

En deuxième, le disjoncteur général, qui peut être ouvert sous charge, doit être équipé de contacts de précoupure, c'est-à-dire h. Il ne peut pas être commandé depuis l'extérieur de l'armoire de commande.

Comment prévenir les accidents électriques

Nous terminons notre guide avec des informations supplémentaires sur la façon de prévenir les accidents électriques, vous aidant à vous protéger, ainsi que ceux qui vous entourent, votre maison et votre lieu de travail, des dangers.

Comment prévenir les accidents électriques à la maison

Les accidents électriques peuvent arriver rapidement, et si vous êtes exposé à un courant, le choc sera immédiat. Cependant, il est plus facile de prévenir les problèmes à la maison

qu'au travail, alors voici quelques-uns de nos conseils pour prévenir les accidents électriques à la maison :

-Faites vérifier les installations par des électriciens agréés : Il est fortement recommandé de faire évaluer l'ensemble de vos installations électriques par des professionnels agréés tous les dix ans. Notre équipe approuvée par le NICEIC est formée aux inspections électriques à Milton Keynes, alors n'hésitez pas à nous contacter pour planifier les tests.

-N'utilisez jamais d'appareils électriques endommagés : vous ne devez jamais continuer à utiliser une rallonge endommagée ou un appareil défectueux, même s'il ne semble pas dangereux. Non seulement vous devriez recevoir une décharge électrique désagréable, mais s'ils reposent contre le tapis, par exemple, ils peuvent provoquer un incendie.

-Débranchez les appareils électriques avec précaution : ne tirez pas sur le fil pour débrancher un appareil électronique car cela pourrait endommager le câble. Au lieu de cela, retirez la fiche directement de la prise.

-Soyez prudent lorsque vous percez dans les murs : si vous envisagez de percer un mur, assurez-vous d'utiliser un détecteur d'électricité au préalable pour repérer d'éventuelles sources d'alimentation. Cela vous évitera de percer un fil, par exemple, et de provoquer un accident grave.

-Ne surchargez pas les prises : même s'il peut être tentant de brancher tous les appareils sur une multiprise, essayez de les répartir entre plusieurs multiprises pour éviter une surchauffe qui peut provoquer un incendie.

-Gardez les appareils éloignés de l'eau : outre les exemples évidents, cela devrait également inclure de s'assurer que vous débranchez votre fer avant de le remplir d'eau et de ne pas utiliser d'appareils dans la salle de bain si l'humidité est élevée.

Pour plus de conseils pratiques sur la prévention des accidents électriques à la maison, nous vous recommandons de consulter le site Web de ROSPA, qui a publié un guide détaillé.

Comment prévenir les accidents électriques au travail

Les clients nous demandent régulièrement comment prévenir les accidents électriques sur le lieu de travail, et pour les employés, les conseils mentionnés ci-dessus s'appliqueront également. Cependant, en tant que propriétaire d'entreprise ou de propriété commerciale, il y aura beaucoup plus de responsabilités pour assurer la sécurité de votre personnel.

Maintenant, lorsqu'il s'agit de lieux de travail particuliers, tels que les environnements industriels à haut risque, nous reconnaissons que l'atténuation des dangers électriques peut être plus facile à dire qu'à faire. Cependant, quel que soit le niveau de risque, des politiques strictes doivent toujours être mises en place pour minimiser la probabilité d'accidents, et tous les employés doivent être informés de ces précautions.

En tant qu'entreprise ou propriétaire de site, nous vous recommandons de lire les informations sur des sites tels que HSE et Healthy Working Lives, puis de vérifier les réglementations concernant votre secteur spécifique. Il serait également utile de lire notre guide précédent sur les risques électriques les plus courants sur le lieu de travail. [11]

Une fois les mesures de précaution mises en place, vous devez également veiller à programmer des tests réguliers des installations et des équipements. Le type de test diffère en fonction de l'électricité en question, les plus courants étant les suivants :

-Tests périodiques et rapports EICR : ces deux éléments vont de pair et permettent d'évaluer en profondeur l'ensemble du câblage et des équipements électriques fixes. Après le test périodique, vous recevrez un rapport EICR qui passe en revue tous les composants électriques nécessitant une attention immédiate, ainsi que ceux que vous devez surveiller.

-Maintenance préventive planifiée : également appelés programmes PPM, ces contrats de maintenance impliquent une visite régulière dans votre entreprise pour vérifier que l'électronique répond aux dernières normes et effectuer d'éventuels travaux correctifs.

-Test PAT : cela aide votre entreprise à respecter les réglementations électriques. Le test est effectué sur des équipements portables tels que des PC et des imprimantes, en commençant par une inspection visuelle, puis une évaluation électrique à l'aide d'une machine de test PAT.

Tous les tests ci-dessus sont disponibles chez Heath Electrical Services, alors n'hésitez pas à nous contacter pour planifier une journée pour que nos électriciens commerciaux agréés NICEIC à Milton Keynes visitent votre entreprise pour effectuer les inspections nécessaires.

Vous protéger des dangers électriques

En comprenant les bases de la sécurité électrique, vous pouvez minimiser le risque qu'un problème se produise. Qu'il s'agisse de garder les appareils électriques à l'écart de l'eau, de surveiller les câbles endommagés ou d'appeler un professionnel lorsque vous soupçonnez un problème, vous pouvez faire beaucoup de choses pour rester en sécurité autour des appareils électriques dans votre maison et au travail. Si vous souhaitez évaluer la sécurité électrique de votre maison, nos inspections électriques domestiques à Milton Keynes révéleront tout défaut ou danger potentiel qui doit être réparé. Nous vous recommandons de faire inspecter votre propriété tous les dix ans et avant de vendre ou d'emménager dans votre maison. [11]

Conclusion :

Les risques électriques peuvent constituer un danger pour la vie des personnes ainsi que des perturbations des installations électriques. Ces risques résultent de la non-sécurisation des installations électriques.

Une personne exposée à une tension électrique, selon la quantité de tension, subit des effets dangereux pouvant aller jusqu'à la mort.

Si l'on examine l'évolution des causes d'accidents, bien que leur nombre ne soit pas constant et que toutes ne soient pas répertoriées, on s'aperçoit alors que la qualification insuffisante du personnel et la mauvaise organisation du travail, qui restent les principales causes d'accidents d'origine électrique, alors que le dysfonctionnement des installations diminue.

Par conséquent, des efforts particuliers doivent être faits en ce qui concerne :

Formation du personnel : sensibilisation aux risques électriques (contact avec des conducteurs actifs ou des parties conductrices sous tension, contact avec des blocs alimentés accidentellement, risque de brûlure, d'incendie ou d'explosion), mesures à prendre pour protéger les travailleurs de ces risques, utilisation et entretien des installations.

- organisation du travail ; Utilisation d'instruments, d'appareils de mesure, d'équipements, etc., adaptés aux interventions, travaux et en bon état, méthodes de travail, procédures à suivre

CHAPITRE III :

Méthodes d’analyse des risques électriques

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. Les systèmes industriels ont connu une augmentation notable du nombre des accidents majeurs et des catastrophes telles que les incendies et les explosions occasionnant des impacts et des effets graves sur les personnes, les biens et l'environnement. Pour cela, des efforts considérables sont fournis pour maîtriser la sécurité des installations industrielles. La maîtrise de ces phénomènes est obtenue grâce à des méthodes d'analyse appelées méthodes d'analyse des risques.

Au cours de ces dernières années, plusieurs techniques et modèles mathématiques de prévision des risques ont été développés. Citons à titre d'exemple, (HAZOP, AMDEC, Arbre des Causes, Arbre des

Evénements...) et des modèles mathématiques des effets et de vulnérabilité. Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes méthodes d'analyse des risques utilisées couramment, leurs domaines d'applications, leurs avantages et leurs inconvénients.

III.1 Objectif des méthodes d'analyse des risques :

Les méthodes d'analyse des risques ont pour objectif de :

a- Apprécier le niveau de dangerosité (risques et conséquences) d'une installation.

b- Diminuer les risques techniques, pour :

- Assurer et améliorer :

  • la protection de l'exploitant

  • la protection de l'environnement et des populations

  • la qualité de la production

  • la fiabilité de l'outil, faire des investissements appropriés au niveau des risques.

- Se conformer à la réglementation.

III.2 Méthodologie de l'analyse des risques :

L'analyse des risques doit être structurée et appliquée de telle sorte qu'elle aide à faire une analyse par étapes, ces étapes sont illustrées dans cette figure :

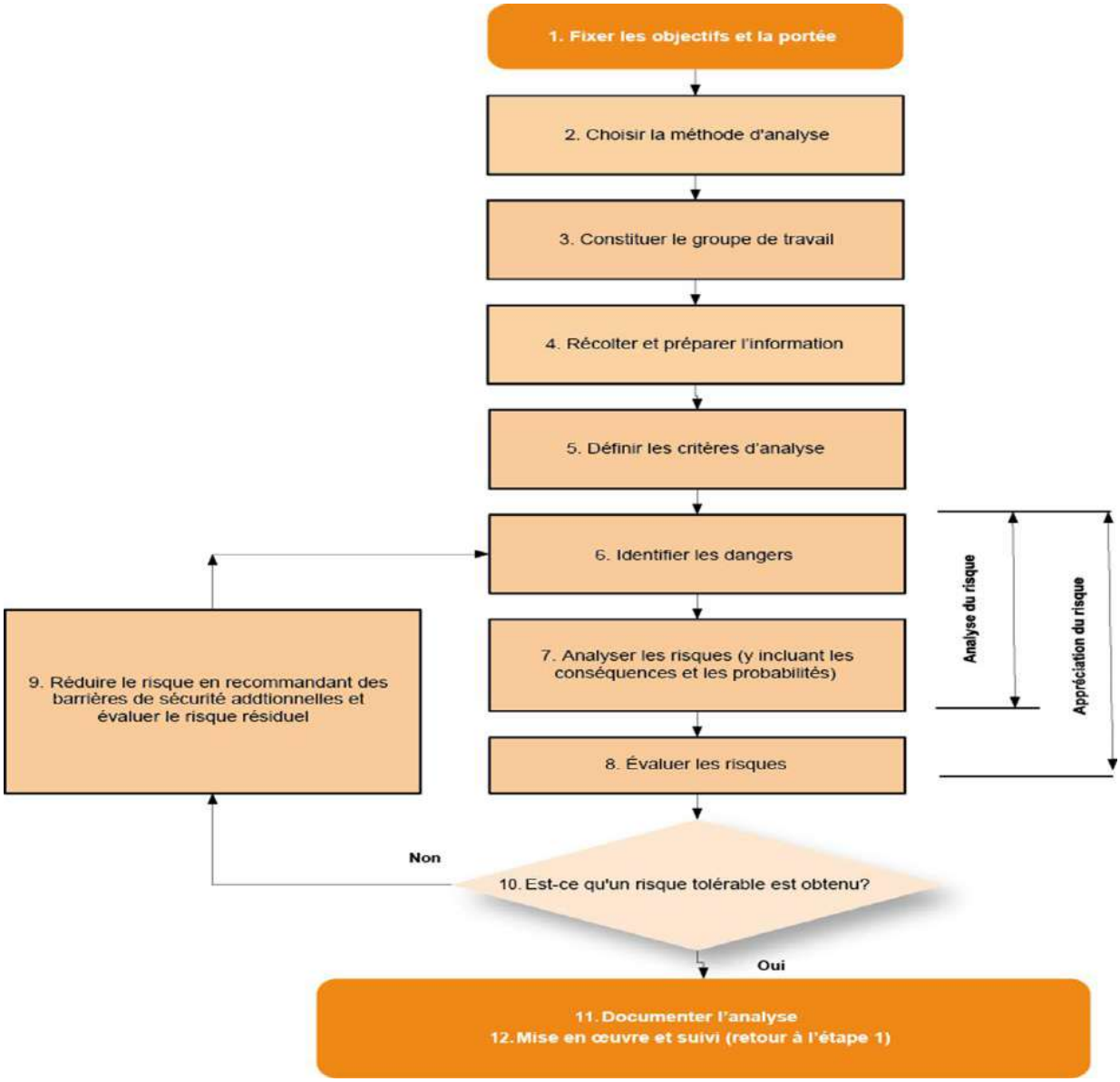


Figure III-1 : processus d'analyse des risques

III.3 Classification des méthodes d'analyse des risques :

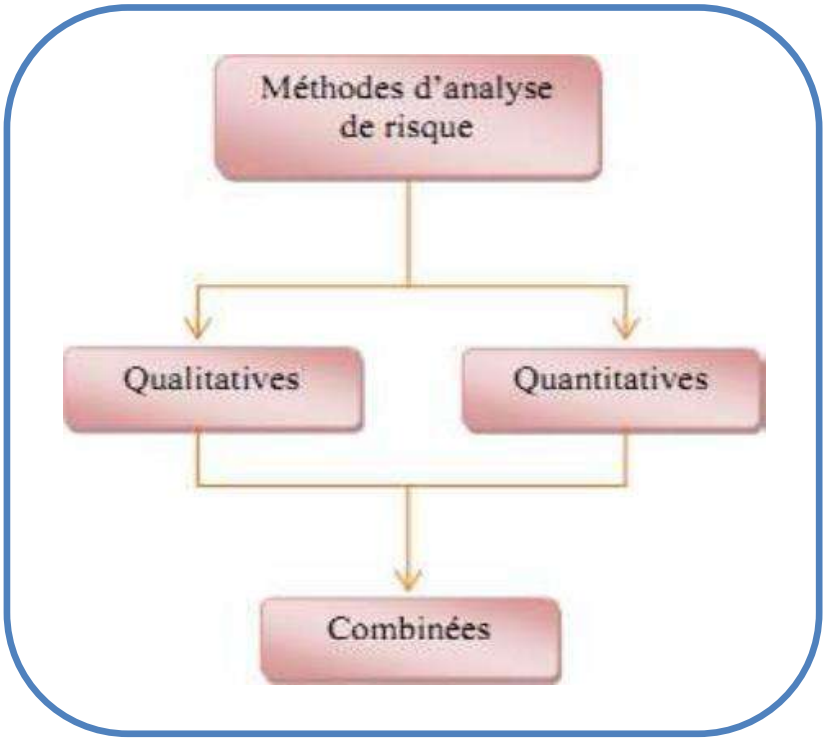


Figure III-2: Typologie des méthodes d'analyse de risque

a- Méthodes quantitatives :

Les analyses quantitatives sont supportées par des outils mathématiques ayant pour but d'évaluer la sûreté de fonctionnement et entre autres la sécurité. Cette évaluation peut se faire par des calculs de probabilités .Les analyses quantitatives ont de nombreux avantages car elles permettent:

Évaluer la probabilité des composantes de la sûreté de fonctionnement.

-fixer des objectifs de sécurité.

- juger de l'acceptabilité des risques en intégrant les notions de périodicité des contrôles, la durée des situations dangereuses, la nature d'exposition, etc.

- apporter une aide précieuse pour mieux juger du besoin d'améliorer la sécurité.

- hiérarchiser les risques.

- comparer et ensuite ordonner les actions à entreprendre en engageant d'abord celles permettant de réduire significativement les risques.

- chercher de meilleures coordination et concertation en matière de sécurité entre différents opérateurs (sous-systèmes interagissant) ou équipes (exploitation, maintenance, etc.).

Quoi que l'utilité des méthodes quantitatives soit indiscutable, ces dernières présentent tout de même un certain investissement en temps, en efforts et également en moyens (logiciels, matériels, financiers, etc.). Il peut s'avérer que cet investissement soit disproportionné par rapport à l'utilité des résultats attendus, le cas échéant l'analyse quantitative est court-circuitée pour laisser la place aux approximations qualitatives (statistiques, retour d'expérience, jugement d'expert, etc.)

b- Méthode qualitatives :

Une analyse qualitative des risques est un préalable à toute analyse ultérieure. En effet, elle permet une compréhension globale et une connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données fictives pour une bonne appréciation qualitative du risque, mais plutôt sur des observations pertinentes sur l'état du système, notamment le retour d'expérience et le jugement d'experts. Par conséquent, cette approche nécessite une compréhension approfondie des différents paramètres et causes du système. Dans certaines études de risques, cette démarche peut être suffisante pour atteindre les objectifs recherchés si elle est bien mise en œuvre et justifiée.

De nombreux outils d'analyse et d'évaluation des risques à caractère qualitatif existent, parmi lesquels nous retrouvons l'APR, HAZOP, l'AMDEC, l'Arbre de Défaillances ou l'Arbre d'événements…

c- Méthode semi-quantitatives :

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative.

Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans rapproche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude, et en même temps pour assouplir et combler le manque de la robustesse des données de rapproche quantitative.

De nombreux outils et méthodes d'analyse et d'évaluation à caractère semi-quantitatif ont été développés. Dans ce qui suit, on présentera une méthode parmi les plus utilisées dans l'évaluation des risques. [7]

III.4 Différentes méthodes d'analyse des risques :

Certaines méthodes d'analyse des risques sont limitées à la seule identification des dangers alors que d'autres intègrent l'aspect analyse et évaluation. Ces différentes méthodes d'analyse des risques sont utilisables soit par un seul expert soit par un groupe d'experts selon l'objectif attendu de l'étude en cours.

1- Analyse préliminaire des risques : (APR)

Objectif :

- Prendre en compte le facteur sécurité dès la phase recherche et conception d'une installation

- Envisager

- Estimer pour chacun des risques le niveau de risques (P x G) sans et avec les mesures de protection

- Répertorier les risques nécessitant une analyse complémentaire plus fine ("scénarios critiques")

Mise en œuvre de la méthode :

- Préparer des fiches Produits, Procédés, Equipements, Environnement, Antécédent.

- Établir les scénarios d'accidents.

- Regrouper sous forme d'un dossier les données recueillies et les mesures prises.

- Vérifier, Remettre à jour, Compléter ce dossier jusqu'à la fin de vie de l'installation

Tableau III-1 : les intérêts et limites d'Analyse préliminaire des risques (APR)

Intérêts :	Limites :
Indispensable pour les installations nouvelles.	Ne détecte que les risques "évidents"
Evite les erreurs fondamentales de conception.	Ne permet pas d'identifier les risques liés à la complexité des systèmes
Permet de mettre en évidence les risques principaux.	

2- HAZOP (hazard and operability study):

Objectif :

- Recherche systématique des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation.

- Mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien.

- Etude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives.

- Proposition des mesures correctives appropriées.

Mise en œuvre de la méthode :

- Constituer une équipe pluridisciplinaire.

- Préparer les documents nécessaires : plan de circulation des fluides (Pcf, Pid), autres documents préparatoires (éléments caractéristiques des capacités, des pompes, ...) à jour.

- Découper l'installation en systèmes géographico-fonctionnels aussi simples et homogènes que possible.

- Rechercher les causes possibles de dérive.

- Déterminer les conséquences.

- Etablir si nécessaire une semi-quantification du risque (probabilité, gravité).

- Apporter les mesures compensatoires nécessaires : prévention, détection, protection.

- Vérifier que la mesure corrective n'apporte pas de risque nouveau.

Tableau III-2: les intérêts et limites de HAZOP (hazard and operability study):

Intérêts :	Limites :
Méthode systématique et qualitative qui vient en complément de l'apr.	Méthode lourde à mettre en œuvre sur des installations complètes qui pour être efficace doit être appliquée de manière rigoureuse.
Permet l'examen méthodique des risques par un groupe pluridisciplinaire, de déceler les problèmes de sécurité et d'opérabilité.	Méthode qui ne permet pas : D'être sûr d'avoir pris en compte tous les risques.
Méthode utilisable pour gérer les modifications.	De traiter le cas de défaillances multiples.

3- Méthode " WHAT IF? " (Que se passe-t-il si ?) :

Objectifs :

- 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, lors d'opération de maintenance,…

Mise en œuvre de la méthode :

- Constituer une équipe pluridisciplinaire (animateur, secrétaire, recherche, procédé, projet, fabrication, entretien, service ...) Qualifiée et avec une expérience significative.

- Présenter succinctement l'installation concernée.

À travers ces questions, les participants font part de leur préoccupation sur les événements indésirables qui pourraient survenir. Toute question peut être posée en revue what-if à condition qu'elle soit liée à un aspect sécurité

Tableau III-3 : les intérêts et limites de méthode " WHAT IF?

Intérêts :	Limites :
Méthode simple et rapide qui permet d'avoir une vue d'ensemble des installations.	Exige un suivi minutieux des réunions pour s'assurer que tous les problèmes soulevés sont résolus.
Méthode non systématique, non structurée et non rigoureuse.	Emergence d'idées sans aucun a priori.

4- Arbre de défaillances (fault tree analysis) :

Méthode appelée aussi :

– arbre de dysfonctionnements.

– arbre des défauts.

Objectifs :

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

- Réduire la probabilité d'occurrence de cet événement final.

Mise en œuvre de la méthode :

- Définition de l'événement final indésirable.

- Etude du système.

- Construction de l'arbre.

- Exploitation de l'arbre :

-Evaluation de la probabilité des événements élémentaires.

- Calcul de la probabilité de l'événement final.

- Mise en évidence des chemins critiques.

-Modification de la structure de l'arbre par adjonction de barrières supplémentaires.

Tableau III-4 : les intérêts et limites de méthode arbre de défaillances

Intérêts :	Limites :
Méthode qualitative et semi-quantitative précise qui est le travail d'une équipe pluridisciplinaire	Le choix judicieux et objectif des probabilités d'occurrence est essentiel.
Fait intervenir les combinaisons d'événements	Attention "aux calculs scientifiques exacts" à partir de "données fausses".
	peu appropriée aux phases transitoires et aux procédés discontinus.

5- Arbre des événements (event tree) :

Méthode appelée aussi arbre des conséquences.

Objectifs :

- A partir d'un événement indésirable, rechercher les scénarios possibles - Estimer les probabilités d'occurrence de chacun des scénarios.

Mise en œuvre de la méthode :

- Définir l'événement indésirable.

- Calculer ou rechercher dans des banques de données sa probabilité d'occurrence.

- Représenter graphiquement par un arbre les scénarios chronologiques d'événements aggravants.

- Découper l'installation en sections isolables.

- Estimer (calculer) la probabilité d'occurrence des conséquences.

Tableau III-5 : les intérêts et limites de méthode arbre des événements [7]

Intérêts :	Limites :
Méthode qui permet d'envisager de manière systématique tous les déroulements possibles d'un événement indésirable.	Volume de travail considérable pour les installations complexes : grand nombre de scénarios, d'arbres.
	Difficultés pour utiliser des probabilités d'occurrence ou des facteurs correctifs "spécifiques" à l'installation étudiée.

III.5 Comparaison entre les méthodes d'analyse des risques :

Tableau III-6: comparaison entres les méthodes d'analyse des risques

Méthode	**Avantages**	**Inconvénients**	**Durée Type**	
			Installation "simple"	Installation "complexe"
APR	-Méthodique/facile - Bien adapté aux procédés discontinus, aux risques mal connus, aux Installations peu étudiées	- Pas exhaustive (risque d'oubli) - Caractère préliminaire (détail du procédé non couvert) - Ne traite pas les Interactions	Quelques jours	Quelques semaines
HAZOP	- Adaptée à des procédés continus - Systématique - Utilisable pour gérer les modifications - Transposable à un	- Lourd - Divergence facile - Ne permet pas la représentation des combinaisons d'événements ou leur enchaînement	4 heures -1 semaine (=3 jours par PI D)	1 semaine – 6 semaines

	système de pensée			
"WHAT IF.	- Simple - Adaptée aux études préliminaires - Utilisable en exploitation courante	- Non systématique/non rigoureuse - Non adaptée à la fiabilité humaine - Repose sur la connaissance et l'expérience de l'analyste	2 heures-2 jours	2 jours - 3 semaines

AMDEC **Arbre de défaillances** **Arbre des événements**	- 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	2jours – 1 semaine	1 semaine à 2 semaines
	- Groupe de spécialistes - Gère bien les Interactions entre systèmes (probabilité de défaillance globale) - Évaluation aisée des améliorations	- Complexe (à réserver aux risques majeurs) - Repose sur données statistiques - À utiliser après une méthode Inductive (HAZOP, AMDEC)	Plusieurs semaines	Plusieurs semaines à plusieurs mois

Cette durée comprend:

- La phase de préparation : 20 % du temps

- La phase dévaluation : 40% du temps

- La phase de documentation : 40 % du temps

III.6 AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) Failure modes and effects analysis (FMEA) :

III.6.1 Historique et domaine d'application :

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est ¡utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. A la fin des aimées soixante- dix. La méthode frit largement adoptée par Toyota. Nissan, Ford. BMW. Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles. La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services.

Définition:

Il s'agit d'une méthodologie rigoureuse visant à identifier les modèles potentiels et à traiter les défaillances avant qu'elles ne surviennent, dans le but de les éliminer et de réduire les risques qui y sont associés. Les échecs peuvent concerner n'importe quel objet, machine, service ou processus. Mais en pratique, les plus gros utilisateurs sont dans l'industrie manufacturière, en particulier les industries automobile et aéronautique.

Les objectifs de L'AMDEC :

- Rechercher les défaillances pouvant conduire à un événement indésirable

- Classifier ces défaillances

- Contrôler les défaillances critiques au moyen d'actions correctives

Types de L'AMDEC :

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

- L'AMDEC organisation :

Elle s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires: du premier niveau qui englobe le système de gestion le système d'information, le système production le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.

- L'AMDEC produit :

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

- L'AMDEC processus :

Elle s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes de travail.

- L'AMDEC moyen :

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

-L'AMDEC service :

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

- L'AMDEC sécurité :

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

Les aspects de la méthode :

-L'aspect qualitatif :

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

- L'aspect quantitatif : La partie quantitative consiste à calculer les risques associés à une défaillance potentielle. L'objectif de cette évaluation est d'identifier et de classer les défaillances potentielles. Elle est ensuite mise en évidence en appliquant un ensemble de critères dont, entre autres, l'impact sur le client.

Intérêts :

- Analyse qualitative et quantitative rigoureuse et précise.

- Intègre différentes notions liées à la sécurité : maintenance, opérabilité, fiabilité.

- Démarche inverse de l'arbre des défaillances.

Limites :

- 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.

Mise en œuvre de la méthode :

-Définir le système étudié.

-Découpage du système en sous-systèmes, assemblage, composant, etc.

-Définir les modes de défaillance.

-Définir les causes des défaillances sous l'angle de fonction et défaillances de performances.

-Définir les effets des défaillances locaux et sur le système.

_ Compensations / détection.

_Gravité / probabilité / criticité (niveau de risque).

_Définir les actions correctives

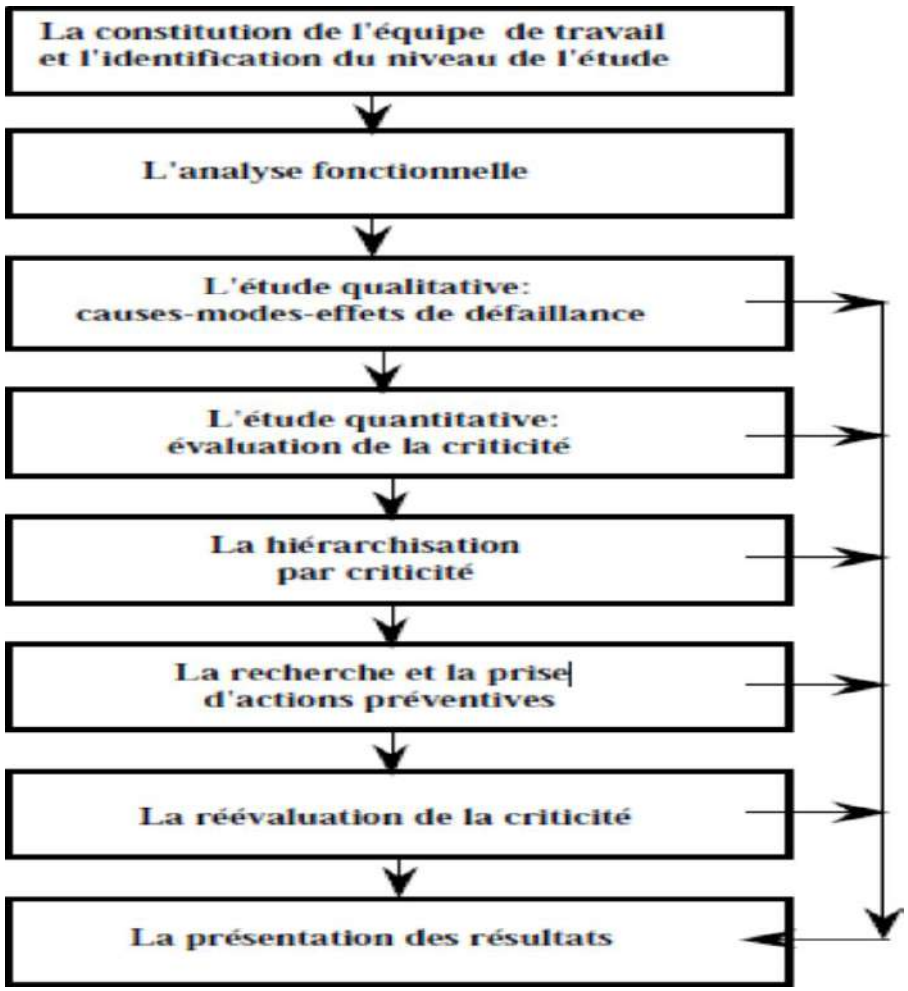


Figure III-3: Processes de l'AMDEC

Etude de la criticité :

Il s'agit là de la partie quantitative de l'étude, On doit noter :

- La gravité des effets associés chaque mode de défaillance (on parle de facteur 'G' ou parfois 'S', pour l'anglais severity) ;

- La fréquence d'apparition de chaque mode de défaillance – elle découle des causes (on parle de facteur 'F' ou parfois 'O ', pour l'anglais occurrence) ;

- La probabilité de ne pas détecter le mode de défaillance (on parle de facteur 'D')

La criticité C se définit alors comme le produit des trois facteurs : C = F*G*D

Tableau III-7: Evaluation de la criticité

		Niveau de Gravité			
		Insignifiant	**Marginal**	**Critique**	**Catastrophique**
Fréquence	**Fréquent**	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable
	Probable	Acceptable sous contrôle	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable
	Occasionnel	Acceptable sous contrôle	Indésirable	Indésirable	Inacceptable
	Rare	Acceptable	Acceptable sous contrôle	Indésirable	Indésirable
	Improbable	Acceptable	Acceptable	Acceptable sous contrôle	Indésirable
	Invraisemblable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable sous contrôle

L'indice de non-détectabilité:

Rien n'est pire qu'une défaillance inopinée : on n'a pas pu anticiper, s'organise; les risques d'accidents corporels sont élevés ; les temps d'arrêt induits sont élevés.

Il vaut toujours mieux détecter une cause de défaillance, sinon on détectera un effet. Si ni l'un ni l'autre ne sont possibles, mettre en place un système d'alerte (par exemple : les plaquettes de freins usées qui allument un voyant sur le tableau de bord d'une automobile).

Vous retrouverez ci-dessous une table en 4 niveaux, toujours pour les défaillances d'un moyen de production.

Tableau III-8: évaluation de la non-détection

Facteur D		probabilité que la cause ne soit pas détectée, ou que le mode de défaillance atteigne l'utilisateur du moyen.
note	niveau de détection	
1	Détection assurée	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	Détection possible	La cause ou le mode de défaillance sont détectables, mais le risque de ne pas être perçu existe.
3	Détection aléatoire	La cause ou le mode de défaillance sont difficilement détectables, ou les éléments de détection sont peu exploitables.
4	non détectable	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise.

L'indice de fréquence :

L'estimation de la fréquence d'une défaillance n'est pas facile - surtout lorsqu'on travaille à la conception d'un outil. On pourra s'appuyer sur des statistiques (si l'on possède un historique), sur des informations apportées par un fournisseur, ou sur une fréquence d'exposition au risque.

Vous trouverez ci-dessous une table en 4 niveaux, toujours pour les défaillances d'un moyen de production. Comme la table ci-dessus.

Tableau III-9: Evaluation de la fréquence

facteur F		fréquence d'apparition de la défaillance, ou probabilité que la cause se produise et qu'elle entraîne le mode de défaillance
note	niveau de fréquence	
1	pratiquement inexistant	défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation. Au plus, 1 défaut dans la durée de vie du moyen de production.
2	rare	défaillance rarement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (à titre indicatif : un défaut par an) ou Composant d'une technologie nouvelle pour laquelle toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas d'expérience sur du matériel réellement exploité.
3	occasionnel	Défaillance apparue occasionnellement sur du matériel similaire existant en exploitation. (à titre indicatif : 1 défaut par trimestre.)
4	fréquent	défaillance apparue fréquemment sur un composant connu ou sur du matériel similaire en exploitation. (à titre indicatif : 1 défaut par mois.)

L'indice de gravité :

La gravité d'une défaillance peut revêtir plusieurs aspects: la sécurité de l'utilisateur, la perte de fonctionnalité.

Vous trouverez ci-dessous une table en 5 niveaux, utilisée pour les défaillances d'un moyen de production, chaque groupe de travail peut adapter à son besoin, son environnement, sa problématique. [7]

Tableau III-10: Evaluation de la gravité

facteur G		critères d'évaluation		
Note	niveau de gravité	durée arrêt (min)	impact sur la qualité produit	impact sur le matériel
1	mineur	≤20		défaillance mineure, matériel intact
2	moyen	20 à 60		défaillance moyenne, matériel rapidement réparable
3	majeur	60 à 240	non-conformité, constatée et corrigée au poste de travail	défaillance importante
4	catastrophique	≥240	non-conformité détectée par le client aval, en interne	défaillance grave, dommage matériel important, matériel lentement réparable
5	Sécurité/Qualité		Non-conformité du produit	Accident pouvant impliquer des problèmes de sécurité des personnes, en dysfonctionnement ou en intervention

Conclusion :

Des méthodes d'analyse fonctionnelle sont requises pour la décomposition fonctionnelle et physique de l'installation industrielle au stade de la conception ou de l'exploitation, et cette étape facilite l'application de méthodes d'analyse prédictive qui permettent d'identifier les causes et les conséquences possibles d'un événement, ainsi que d'identifier la sécurité envisageable. Barrières pour maintenir le bon fonctionnement.

Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise méthode ; Chacun a son propre ensemble d'avantages et d'inconvénients. De ce fait, une méthode particulière est plus ou moins adaptée au contexte de l'installation considérée et aux résultats recherchés.

De plus, il n'existe pas de règle claire et univoque qui justifie chaque cas individuel sur la base de critères clairs.

Chapitre IV: Application de l'AMDEC, résultats et discussion (Application sur appareil électrique)

IV.1 Introduction:

A travers du stage pratique au niveau de l'unité centrale utilité CU II on va faire une étude comprend une partie consacrée aux risques liés au poste 63/5.5 KV, afin de bien préciser les moyens à utiliser pour les réduire.

Dans ce chapitre, on s'intéresse à mettre en pratique ce que nous avons développé dans le chapitre précédent. Nous choisissons la méthode AMDEC qui est une étude de base permettant l'analyse des modes de défaillance et les traiter avant qu'elles ne surviennent, avec l'intention de les éliminer ou de minimiser les risque associés. Pour assurer la sécurité des personnes et des installations, il est nécessaire que ces matériels répondent à des règles strictes et éprouvées. [12]

IV.2 Implantation et présentation du poste électrique 63/5.5 KV :

IV.2.1 Situation géographique :

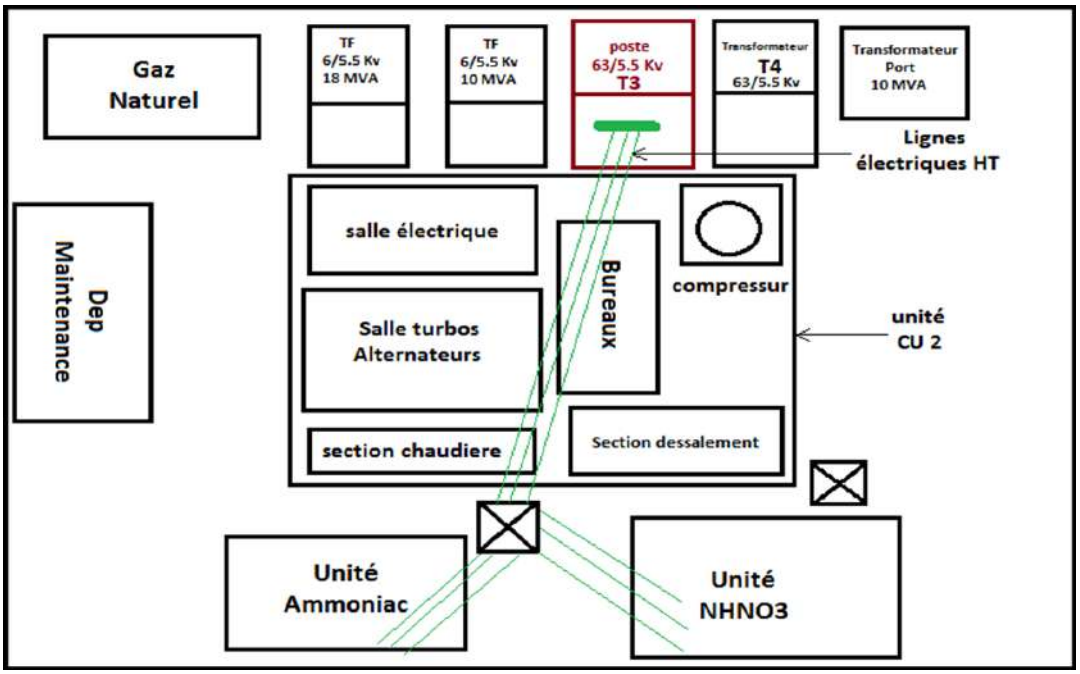


Figure IV.1 Situation géographique du poste électrique T3 63/5.5 KV

IV.2.2 Présentation du poste T_3 63/5.5 KV :

Le poste ouvert de livraison T3 63/5.5 KV du la CU 2 est une installation électrique recordée au réseau de distribution publique sous une tension nominale de 63 KV.

Ce poste est équipé de :

- Deux parafoudres de choc qui assurent la protection contre les foudres et surtensions indésirables.
- Deux sectionneurs qui permettent l'isolement du transformateur de puissance.



Figure IV.2 Transformateur T3 63/5.5 KV

IV.2.3 Les risques liés au poste :

Le poste électrique 63/5.5 KV présente des risques :

- Sur le voisinage : le poste électrique 63/5.5 KV est situé à l'intérieur du

complexe FERTIAL, entouré par de bureaux administratifs et des ateliers ainsi

- des routes d'accès ou la distance entre le poste et son voisinage ne rependent pas auxmesures de sécurité.
- Sur le personnel intervenant à l'intérieur du poste pour les travaux électriques ou non électriques.
- Ainsi quelques risques liés à l'architecture du poste (un poste ouvert, sa construction était dans les années 1980, ne répond pas aux normes actuelles et aux exigences de sécurité). [12]

Travaux d'ordre électrique:

- Entretien préventif des matériels électriques.
- Vérification et contrôle des systèmes de protection et de mesurage électrique, manœuvres.

Travaux d'ordre non électrique :

- Désherbage.
- Opération de nettoyage

IV.3 Application de la méthode AMDEC :

La figure ci-dessus présente la décomposition fonctionnelle de l'installation électrique étudiée.

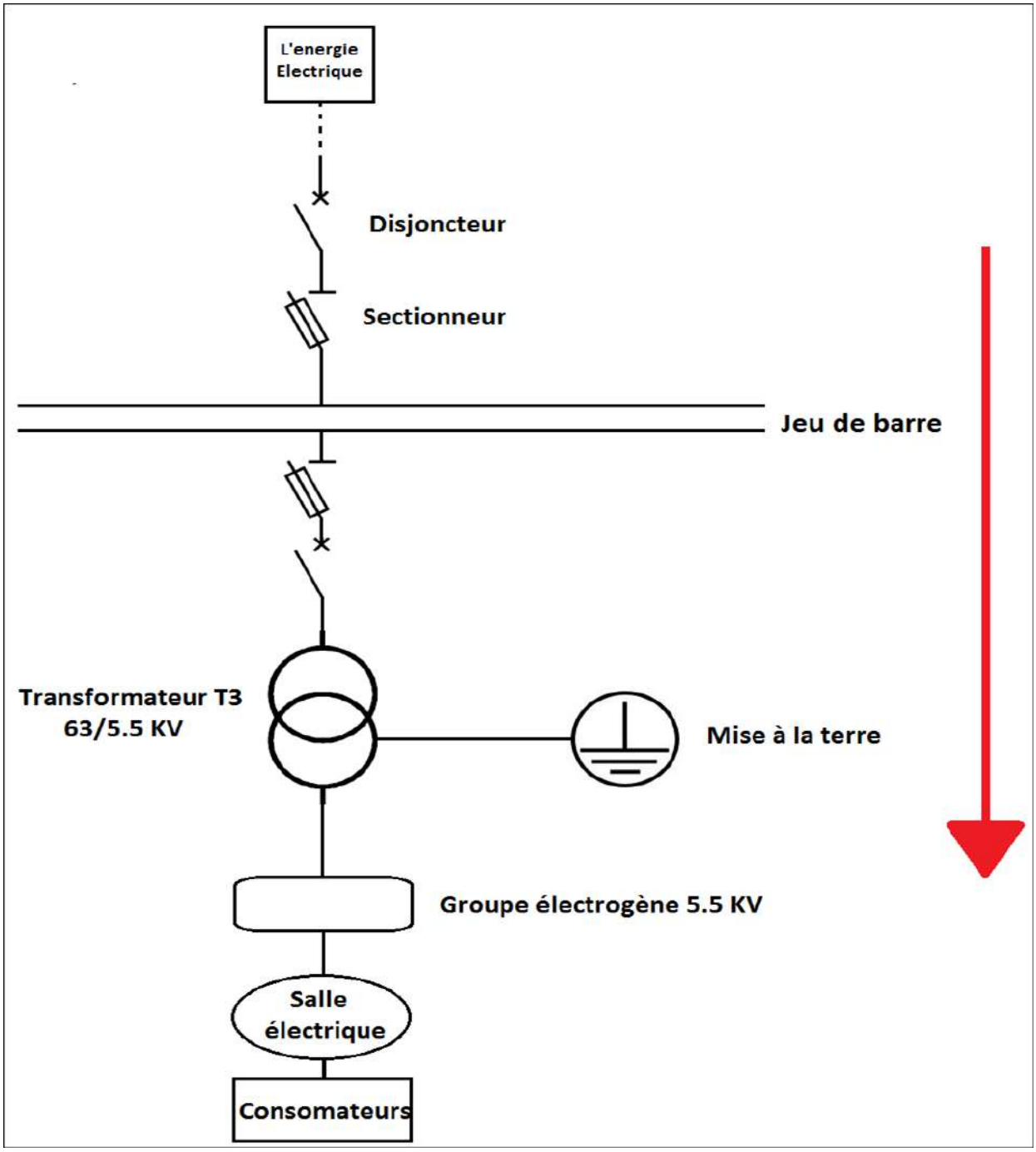


Figure IV.3 Analyse fonctionnelle de l'installation électrique

Tableau IV.1 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux F	G	D	C	Actions correctives	Indices finaux F	G	D	C
Sectionneur tripolaire	Ouvre et ferme le circuit (trois phases)	Ne s'ouvre pas	Blocage Mécanique	- Manque de protection en cas de changement de fusible - Le circuit n'alimente pasen cas de blocage ouvert	**Lors du manœuvre**	2	4	2	16	Maintenance périodique	1	4	2	8
		Ne ferme pas	L'arc électrique	- Coupure électricité - Explosion lors de changement du fusible - Libération de vapeurs toxiques de cuivre et d'acier (fusion de l'installation électrique)		3	4	2	24	Maintenance Périodique Changement de fusible	2	3	2	12

Tableau IV.2 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le	Détection	Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
						F	G	D	C		F	G	D	C
Disjoncteur	Protéger le transformateur des surintensités et des surtensions	Pas de déclenchement	Cause mécanique Cause magnétique Perturbation d'huile	Ne déclenche pas en Cas de court-circuit Pas de projection de système incendie Coupure de l'électricité	Détecteur de température	3	3	4	36	Programme d'entretien préventif standard	2	2	4	16

Tableau IV.3 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux F	G	D	C	Actions correctives	Indices finaux F	G	D	C
Jeu de barre	Branche les lignes entre eux	Défaillance structurelle (rupture)	Mécanique Magnétique	Sur échauffement	Détecteur de température	3	3	2	18	Maintenance Et vérification périodique	2	3	2	12
		Dilatation	Mauvaise cirage Vibration Echauffement Refroidissement	Coupure électricité		3	3	3	27	Maintenance Et vérification périodique	2	2	3	12

Tableau IV.4 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	Indices nominaux F	G	D	C	Actions correctives	Indices finaux F	G	D	C
Transformateur T3 63/5.5 KV	Il abaisse la tension d'alimentation	Sur échauffement	Court circuit	Explosion	Détecteur de fumée	3	5	3	45	Maintenance des réfrigérants	2	4	2	16
		Bobinage grillé	Surintensité Surtension	Incendie		3	4	3	36	Changement périodique d'huile Vérification des fuites	2	2	3	12

Tableau IV.5 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Transformateur T3 63/5.5 KV	Il abaisse la tension d'alimentation	Dégradation des isolants	Surtension Echauffement	Défaillance électrique	Détecteur de fumée	3	4	2	24	Vérification de la peinture du transformateur	2	3	2	12
		Déplacement enroulement	Court-circuit	entrave-la circulation d'huile		2	4	2	16	Changement périodique d'huile	2	2	2	8

Tableau IV.6 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Mise à la terre	Absorption descharges statiques vers la terre	Rupture ducâble	Choc mécanique Mauvais serrage Absence de contrôle Mauvais contact	Incendie Explosion	Visuel ou par appareil de détection	2	4	2	16	Vérification périodique de la liaison de la mise àla terre	1	3	2	6

Tableau IV.7 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Groupe électrogène (5 .5 KV)	L'alimentation électrique du poste	Fusible ne fonctionne pas	Erreur humaine	Incendie Effet thermique	Détecteur de fumée	2	4	2	16	Changement de fusible La bonne formation dupersonnel	2	2	2	8

Tableau IV.8 Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités

						Indices nominaux				Actions correctives	Indices finaux			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets sur le système	Détection	F	G	D	C		F	G	D	C
Salle électrique	Contrôle du poste électrique	Défaut d'isolement	Détérioration de la protection des câbles	Incendie	Détecteur de fumée / température	2	4	3	24	Coupe-feu mise en place Vérification périodique	2	2	3	12
		Echauffement Des appareils de contrôle	Surcharge	Incendie		2	3	3	18	Respecter les normes de conception de l'installation Assurer une périodicité d'entretien et de renouvellement	1	2	3	6

IV.4 Résultats d'application de L'AMDEC :

Avant l'application :

Tableau IV.9 Résultats avant l'application de l'AMDEC

Elément	Mode de défaillance	Criticité
Sectionneur tripolaire	Ne s'ouvre pas	16
	Ne ferme pas	24
Disjoncteur	Pas de déclenchement	36
Jeu de barres	Défaillance structurelle (rupture)	18
	Dilatation	27
Transformateur	Sur échauffement	45
	Bobinage grillé	36
	Dégradation des isolants	24
	Déplacement enroulement	16
Mise à la terre	Rupture du câble	16
Groupe électrogène	Fusible ne fonctionne pas	16
Salle électrique	Défaut d'isolement	24
	Echauffement des appareils de contrôle	18

Risque acceptable sous contrôle

Risque indésirable

Risque inacceptable

Après l'application :

Tableau IV.10 Résultats après l'application de l'AMDEC

Elément	Mode de défaillance	Criticité
Sectionneur tripolaire	Ne s'ouvre pas	8
	Ne ferme pas	12
Disjoncteur	Pas de déclenchement	16
Jeu de barres	Défaillance structurelle (rupture)	12
	Dilatation	12
Transformateur	Sur échauffement	16
	Bobinage grillé	12
	Dégradation des isolants	12
	Déplacement enroulement	8
Mise à la terre	Rupture du câble	6
Groupe électrogène	Fusible ne fonctionne pas	8
Salle électrique	Défaut d'isolement	12
	Echauffement des appareils de contrôle	6

Risque acceptable sous contrôle

Risque acceptable

Interprétation :

D'après l'analyse des risques du système étudié à l'aide de la méthode AMDEC on peut hiérarchiser les éléments étudiés selon leur criticité. On a choisi la valeur **16** comme seuil de criticité. Les éléments dont la criticité dépasse la valeur **16** c'est sur les éléments qu'il faut agir en priorité en engageant des actions correctives appropriés.

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

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

IV.5 Statistiques avant et après l'application de l'AMDEC :

- **Avant l'application :**

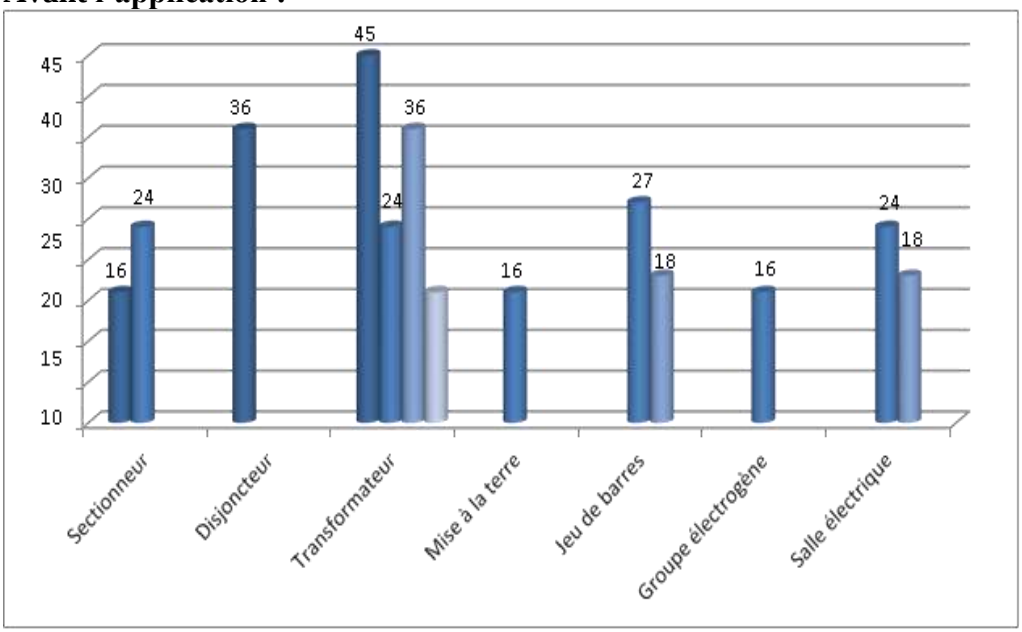


Figure IV.4 Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC

- **Après l'application:**

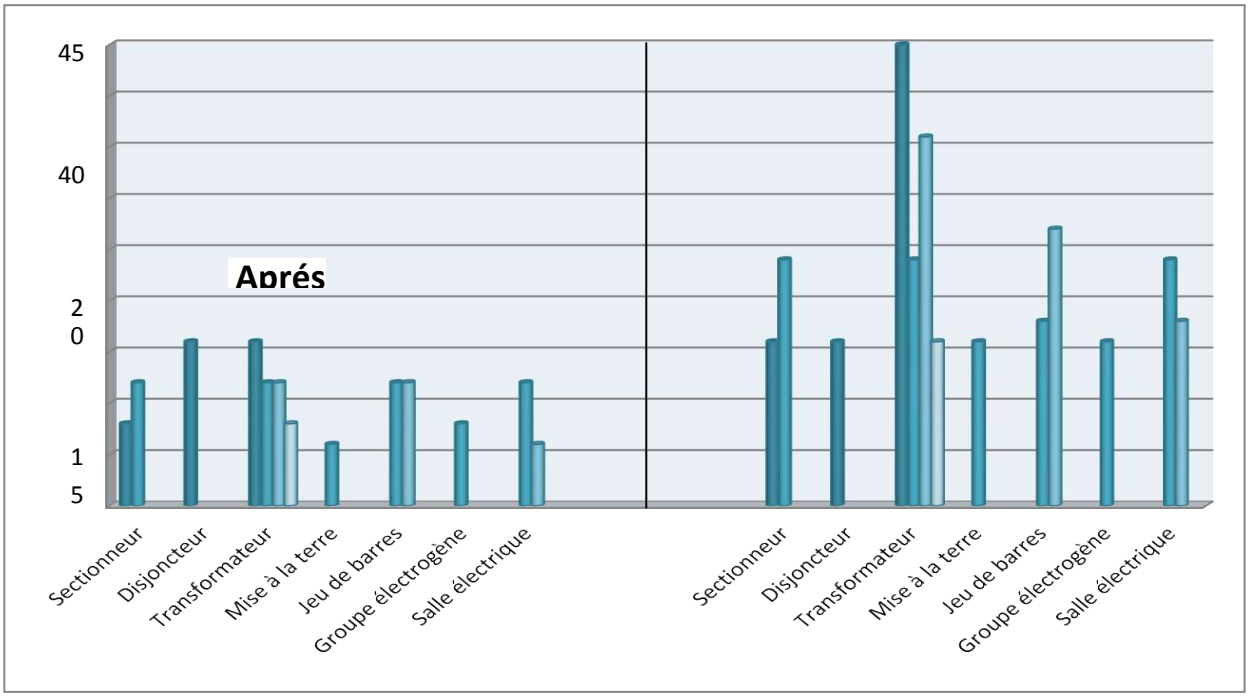


Figure IV.5 : Histogramme de comparaison de criticité avant et après l'application

IV.6 Choix des appareils de protection électrique :

Les appareils de protection électrique sont les appareils destinés à établir ou Interrompre un circuit électrique. Le choix de ces appareils de protection se fait selon leurs fonctions :

- Fonction " isolement "
- Fonction " commande "
- Fonction " élimination de défaut "
- Fonction " surveillance "

❖ **Fonction "isolement":**

Elle consiste à Isoler ou séparer des sources de courant un circuit à vide. C'est une fonction de sécurité qui a pour but de séparer du réseau une partie d'installation afin de pouvoir y travailler sans risque

❖ **Fonction "commande":**

Il s'agit d'une opération volontaire, manuelle ou automatique, consistant à fermer un circuit ou à l'ouvrir dans ses conditions normales de fonctionnement,

❖ **Fonction "élimination de défaut":**

La fonction consiste à séparer des sources une portion de circuit en situation anormale, dont les conséquences peuvent être dangereuses pour le personnel ou le matériel. Cette fonction est aussi parfois Improprement appelée "protection". L'appareillage ne peut en effet protéger contre l'apparition d'un défaut mais doit Intervenir pour en limiter les répercussions sur les éléments du réseau restés sains.

❖ **Fonction "surveillance":**

Cette fonction assure la surveillance des paramètres d'exploitation (tension, courant, température, ...) pour provoquer une alarme ou une ouverture du circuit.

IV.6.1 Sectionneurs :

Le sectionneur est avant tout un organe de sécurité réalisant la fonction **"isolement"**. Il peut avoir la fonction **"sélection"** d'un circuit (cas des sectionneurs d'aiguillage dans un système à deux jeux de barres par exemple)

Dans tous les cas, le sectionneur est un appareil dépourvu de pouvoir de coupure, c'est-à-dire qu'il doit être manœuvré à courant nul. Le courant doit être interrompu auparavant par un autre appareil prévu à cet effet.



Figure IV.6 Sectionneur haute tension

IV.6.2 Interrupteurs :

L'interrupteur est un appareil servant à couper ou établir un circuit parcouru par un courant de charge normal. Il réalise la fonction active **"commande"**.

Ces appareils sont utilisés en Basse et Moyenne Tensions jusqu'à 36 kV. En Haute Tension, les interrupteurs sont d'un usage très peu fréquent. [8]



Figure IV.7 Interrupteur haute tension

IV.7 Les moyens de protection contre les risques électriques :

IV.7.1 Protection contre les contacts directs :

Il s'agit de mettre hors de portée des personnes, tous les conducteurs habituellement sous tension :

- **Par éloignement :** L'éloignement doit être suffisant pour prévenir le risque d'accident par contact direct ou rapprochement à l'aide d'objets que les travailleurs manipulent ou transportent.

(Exemple : distance à respecter entre les lignes aériennes et des travaux de levage)

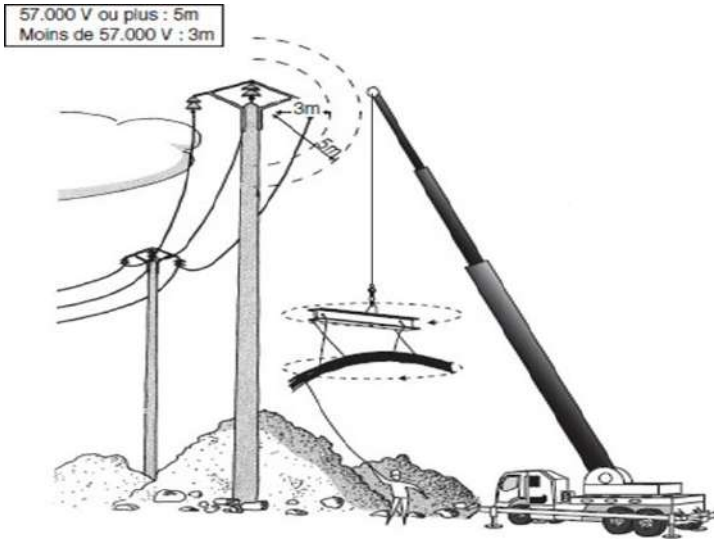


Figure IV.8 Protection par éloignement

En intercalant un obstacle (exemple: capot, porte,…) avec panneaud'avertissement



- **Par isolation :** (Mise en place de manchons, panneaux isolants)

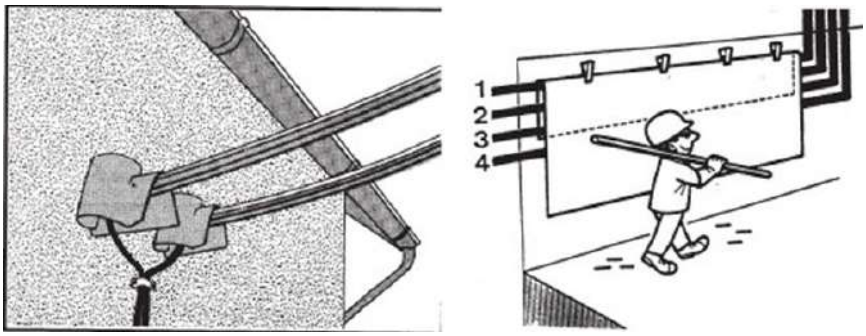


Figure IV.9 Manchons et panneaux isolants sur câbles sous tension

IV.7.2 Protection contre les contacts indirects :

a - Mise à la terre des masses des récepteurs :

Cette méthode est valable seule si la résistance de la prise de terre est faible, ce qui n'est pas toujours facile à réaliser. Cela nécessite l'adjonction d'un dispositif différentiel qui coupe automatiquement l'alimentation dès que le potentiel des masses dépasse 25 à 50 V.

b – Dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DR) :

Il détecte une défaillance de l'isolement de l'alimentation se traduisant par un déséquilibre des courants dans les conducteurs. Lorsque l'intensité du courant de départ qui s'écoule dans la prise de terre atteint la valeur seuil (30 mA), l'alimentation est automatiquement coupée. Associé dans un même appareil à la protection contre les surintensités, il est appelé disjoncteur différentiel

c - Protection par séparation des circuits :

Réalisée par un transformateur de sécurité équipé donc de 2 bobinages (le primaire côté distribution, le secondaire côté récepteur) et permettant ainsi de séparer les appareils électriques récepteurs de la source d'alimentation.

Ce moyen est efficace à la condition expresse qu'aucun point du circuit secondaire ne soit réuni à la terre.

IV.7.3 Protection contre les risques de brulures :

Pour prévenir les accidents qui entraîneront des brûlures dues à l'arc électrique et aux projections de matière en fusion, il faut :

- Protéger les circuits de mesure contre les surintensités.
- Dispositifs à haut pouvoir de coupure.
- Porter des protections individuelles telles que : lunettes ou écrans faciaux anti UV, gants isolants adaptés à la tension.

IV.7.4 Équipements individuels de protection et outillage de sécurité :

❖ **Équipements de protection individuelle (EPI) :**

Les équipements de protection individuelle (EPI) font partie intégrante de la sécurité électrique. Ils sont définis par le code de travail comme des < dispositifs ou moyens portés par une personne en vue de la protéger contre les risques susceptibles de menacer sa santé et sa sécurité >. [9]

La personne qui effectue des travaux d'ordre électrique ou au voisinage doit être munie d'équipements assurant sa sécurité :

- **Casque en plastique** d'électricien (isolation électrique et mécanique)



Figure IV.10 Casque isolant

-Lunettes ou visière anti UV :



Figure IV.11 Lunette et visière anti UV

- **Chaussure de sécurité isolante:**

- résistance minimale de la semelle 100000 Ω
- résistance maximale de 106 Ω pour évacuer les charges d'électricité statique.

Ces chaussures ne protègent que contre un contact corps-pied.



Figure IV.12 Chaussures à semelle isolante

- **Les vêtements de protection isolants :**

Ces vêtements ont pour but d'isoler l'opérateur en cas de contact direct ou indirect.



Figure IV.13Vêtement de protection isolant

Vérificateur d'absence de tension (V.A.T.) :

Ce sont des matériels spéciaux, différents des voltmètres indicateurs.

Ils peuvent être du type lumineux ou sonore. Ils sont utilisés notamment au cours des opérations de consignation, préalablement à la mise à la terre et en court-circuit, pour vérifier l'absence de tension de service.



Figure IV.14 Vérificateur d'absence de tension (V.A.T)

IV.7.5 Equipements de protection collective (EPC) :

Par mesures de protection collective, on étend toute mesure destinée à mettre hors portée par éloignement, par obstacle ou par isolation.

Cet équipement comprend :

- L'utilisation d'écran de protection (nappe isolante, tôle mise à la terre).
- Balisage de la zone de travail. [10]



Figure IV.15 Equipements de protection collective

IV.7.6 Consignation électrique:

- **Rôle et étapes d'une consignation :**

Tout travail hors tension sur une installation électrique doit être précédé d'une mise en sécurité dont la procédure s'appelle consignation.

La consignation se décompose en quatre phases :

-séparation

-condamnation

-Identification

-vérification d'absence de tension

L'ensemble de ces opérations doit être inscrit sur un document, **l'attestation de consignation pour travaux**, signé par la personne responsable de la consignation, et remis à la personne chargée de la **réalisation** des travaux qui le signe **"pour accord"**, avant d'ouvrir le chantier. [8]

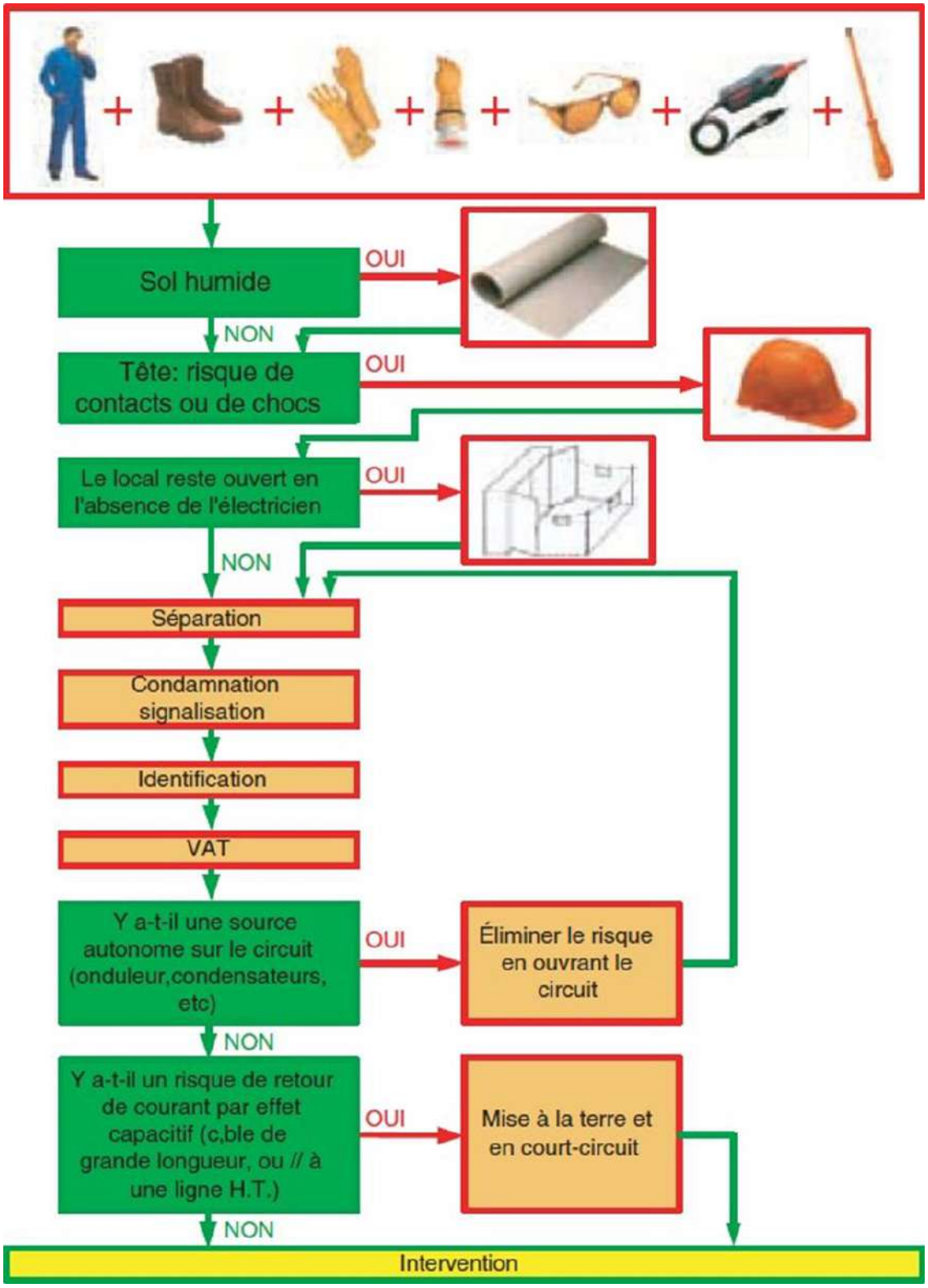


Figure IV.16 Etapes d'une consignation électrique

IV.8 Conclusion:

Les risque d'origine électrique doit être prévenus par les chefs d'entreprise en sécurisant les installations et le matériel électrique, et en habilitant les équipes d'intervention sur ces installations.

Le risque électrique, s'il est mieux maitrisé, reste toujours présent. Les statistiques sont la pour prouver la diminution du nombre d'accidents tout en démontrant toujours leur exceptionnelle gravité.

Durant notre stage à l'unité centrale des utilités CU II à FERTIAL sur les installations électriques au poste 63/5.5 KV nous avons constaté que plusieurs composantes électriques peuvent être la cause d'un accident d'origine électrique et nous trouvons que l'AMDEC est la méthode la plus adéquate pour ce cas, car elle permet de classer et de hiérarchiser les défaillances selon certains critères (probabilité d'occurrence, détection, gravité). Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les risques électriques liés aux installations électriques non sécurisées peuvent présenter de réels dangers pour la vie et les biens des personnes, car toute personne exposée à la tension électrique subit des séquelles plus ou moins graves, pouvant entraîner la mort selon la gravité de la situation.

Le risque électrique au travail, même s'il est mieux maîtrisé, est toujours présent. Les statistiques montrent une diminution du nombre d'accidents tout en soulignant leur extrême gravité.

La prévention de ces risques s'inscrit dans une stratégie de prévention plus large.Sur la capacité à examiner les dangers et définir et mettre en œuvre les mesures préventives appropriées.

L'ensemble du risque (origine électrique et autres risques discernables) doit être apprécié lors d'interventions sur des ouvrages ou installations électriques, ou dans l'environnement de ces ouvrages ou installations. Suite à l'évaluation des risques de l'employeur, une évaluation sur site du risque électrique est réalisée par un chargé de travaux ou un chargé d'interventions, mais aussi par tous les travailleurs pour s'assurer que la tâche est effectuée en toute sécurité.

N'oubliez pas que tout équipement électrique peut être dangereux s'il n'est pas utilisé correctement. Installez, entretenez et entretenez le groupe conformément aux instructions de ce manuel ; sinon, l'entretien et la maintenance ne doivent être effectués que par des ingénieurs qualifiés et expérimentés qui connaissent ces procédures et ces équipements.

La prévention du risque électrique joue un rôle essentiel pour préserver et assurer la sécurité des personnes, ainsi que pour maintenir la continuité de service ou de production tout en réduisant l'exposition au risque. Pour cette raison, des ressources appropriées et des employés qualifiés et compétents sont utilisés.

Bibliographie

[1]: https://www.heathelectricalservices.com/news/electrical-accidents-the-types-causes-and-prevention

[2] : Introduction au risque électrique, www.inrs.fr@INRS,2003

[3] : Publication 479 de la CEI, Effets du courant électrique sur le corps humain. No 2002-123.

[4] : HOMBERGER, E., Les dangers de l'électricité, cahiers suisses de la sécurité de travail, caisse national suisse d'assurance en cas d'accidents, 1986.

[5] : http://pamelard.electro.pagespersoorange.fr/fichier%20pdf/habilitation/Les%20risques%20electriques.pdf

[6] : Analyse d'accident d'origine électrique, www.inrs.fr@INRS,1993

[7] : Institut français du pétrole, 2005 ENSPM Formation industrie- IFP training. Sécurité des systèmes – analyse des risques. PDF

[8] : Institut français du pétrole, 2005 ENSPM Formation industrie- IFP training. Electricité industrielle. PDF

[9] : http://www.beswic.be/Equipement de protection collective et individuelle

[10] : http://www.inma.fr/Equipement de protection collective électrique

[11]: https://www.heathelectricalservices.com/news/electrical-accidents-the-types-causes-and-prevention

[12] : MÉMOIRE. Amélioration de la prévention contre les risques électriques UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA