



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
UNIVERSITE POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



KASDI MERBAH OUARGLA
INSTITUT DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT GENIE APPLIQUEE

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de licence professionnelle

Filière Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité Hygiène, Sécurité et Environnement

Thème

***Analyse des risques électrique au
niveaux poste HT***

Encadré Par : M. MAHBOUB. Med abdelbaset

Etudiants : 01/LAAKAL. Chayma

02/ BENARABI. Fatah

03/GHERAB. Salim

Année: 2023/2024

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement **M. MAHBOUB. Med abdelbaset***

, qui en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration,

l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

DEDICACE

*A nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, et qui
nous*

*Ont donné un magnifique modèle de labeur et de
Persévérance...*

A notre encadreur

M. MAHBOUB. Med abdelbaset

qui a crédit de sa confiance

*Cette recherche et pour la somme de ses conseils et de ses
Recommandations...*

A nos chers frères et sœurs...

*A nos familles respectives pour leurs aides et soutient
permanents...*

A nos meilleurs amis...

A tous ceux qui nous aime et tous ceux que nous aimons...

Nous vous dédions ce modeste mémoire.

01/LAAKAL. Chayma

02/BENARABI. Fatah

03/GHERAB. Salim

Résumé

L'objectif principal de notre étude est d'analyser les risques électriques au sein des centres de conversion électrique haute tension, afin d'identifier les risques et les dommages. Nous avons choisi la méthode (APR). C'est une méthode qui nous permet d'analyser et de visualiser la relation entre un problème et toutes ses causes possibles. L'étude que nous avons menée au Centre de Conversion d'Electricité de Ouargla 220 /60/30 KV d'un accident survenu le jour 16/06/2017 à 06 :11 même, pour identifier les risques spécifiques, permet de réduire et de prévenir ces risques à travers des recommandations qui donnent des instructions pour leur mise en œuvre face aux différents risques.

Abstract

The main goal of Our story Is to analyse Electric al risks citrin high-voltage électricité conversion center, in ordre to identifie risks and damages. Wa chose the méthode (APR). It Is a méthode That allons us to analyse and visualise the Relationship Be tween a problème and all itsa possible causes. The story That wu conduite at. the Ouargla 220/60/30KV Electricité Conversion Center of an accident That occlure on the Day of 16/06/2017 a 06 :11 , to identifie spécifique risks, makis It possible to redue and prévente thèses risks th rough recommandations That givre instructions for théier implémentation in the face of varions risks.

ملخص

لهدف الرئيسي من دراستنا هو تحليل المخاطر الكهربائية داخل مراكز تحويل الكهرباء لضغط العالي، وذلك للتعرف على المخاطر والأضرار. لقد اخترنا الطريقة (التحليل الأولي للمخاطر APR). إنها طريقة تسمح لنا بتحليل وتصور العلاقة بين المشكلة وجميع أسبابها المحتملة. إن الدراسة التي قمنا بها في مركز تحويل الكهرباء بورقلة حادث وقع في يوم 16/06/2017 06 :11 ، لتحديد مخاطر محددة، تجعل من الممكن التقليل من هذه المخاطر والوقاية منها من خلال توصيات تعطي تعليمات لتنفيذها في مواجهة المخاطر المختلفة..

Sommaire

DEDICACE.....	3
Résumé.....	III
Sommaire.....	IV
Liste Des Tableurs.....	VIII
Liste Des Fliquer.....	IX
Introduction généra.....	1

Chapitre:01 **évolution et organisation de l'entreprise SONELGAZ.**

1.1 Introduction:	4
1.2 La filiale GRTE (Le Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité).....	6
1.3 Présentation générale de la GRTE	6
1.4 Présentation de Poste Ouargla 220/60/30KV.....	6
1.5 Description du poste 220/60/30 KV OUARGLA	8

Chapitre 02 **[Analyse des accidents d'origine électrique]**

2.1 Introduction :	18
2.2. Définition du risque électrique :	18
2.3. Nature de saccadent électriques:.....	19
2.4. Les effets du courant électrique :.....	19
2.4.1. Effets physiologiques:.....	20
2.4.2L'électrisation:	20
2.4.L'électrocution:.....	23
2.5 Effets sur l'environnement:	24
2.6. Effets des accidents d'origine électrique sur le corps humain:.....	25
2.7. Les effets d'accident électrique selon domaine de tension:.....	25
2.8.Domaine de tension en alternatif:	26
2.9. Domaine de tension en continu :.....	26
2.10. Analyse d'accidents d'origine électriques:	26
2.10.1. Par contact direct :	26
2.10.2. Par contact indirect:	28

[3.1](#) Introduction:..... 32

3.2. Objectif des méthodes d'analyse des risques:..... 32

3.3. Méthodologie de l'analyse des risques: 33

3.4. Classification des méthodes d'analyse des risques: 34

3.5. Méthodes quantitatives: 34

3.6. Méthode qualitatives :..... 35

3.7. Méthode semi-quantitatives:..... 35

3.8. Différentes méthodes d'analyse des risques : 36

3.8.1-Analyse préliminaire des risques :(APR) 36

Objectif: 36

Mise en œuvre de la méthode: 36

Intérêts: 36

Limites:..... 37

3.8.2 HAZOP(hazâra dan dopera bilitystudy) : 37

Objectif: 37

Mise en œuvre de la méthode: 37

Intérêts: 38

Limites:..... 38

3.8.3. Méthode“ WHATIF?”(quête passe-t-ils?) : 38

Objectifs:..... 38

Mise en œuvre de la méthode: 38

Intérêts: 39

Limites:..... 39

3.8.4. Arbre de défaillances (feutrée analysais) : 39

Objectifs:..... 39

mise en œuvre de la méthode : 39

Intérêts: 40

Limites:..... 40

3.8.5 Arbre des événements (éventrée):..... 40

Objectifs:.....	40
Mise en œuvre de la méthode:	40
Intérêts:	40
Limites:.....	41
3.9 Comparaison entre les méthodes d'analyse des risques:	42
3.10 . AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) Failure modes and effects analysis (FMEX):	45
Historique et domaine d'application:.....	45
Définition:.....	45
Les objectifs de L'AMDEC:.....	45
Types de L'AMDEC:	45
1. L'AMDE Organisation:	46
L'AMDE Coproduit :	46
L'AMDE Processus:	46
L'AMDE Moyen:	46
L'AMDE Service:.....	46
L'AMDE Sécurité:	46
Les aspects de la méthode:	46
L'aspect qualitatif :	46
L'aspect quantitatif:	47
Intérêts:	47
Limites:.....	47
Mise en œuvre de la méthode:	47
Figure 3.3: Processus de l'AMDEC	48
Etude de la criticité:	49
L'indice de non-défectabilité (Probabilité):	50
L'indice de fréquence:	51
L'indice de gravité:.....	52
Analyse d'incident du 16 /06/2017 au poste 220/60/30 KV Ouargla :.....	Error! Bookmark not defined.
Conclusion:	Error! Bookmark not defined.
Conclusion générale.....	53

Conclusion générale.....**Error! Bookmark not defined.**

Liste Des Tableurs

<u>Tableau2.1Effetsdesaccidentsélectriqueselonledomainedetension</u>	25
<u>Tableau3.1:comparaisonentreslesméthodesd'analysedesrisques</u>	44
<u>Tableau3.2:Evaluationdelacriticité</u>	49
<u>Tableau3.3:évaluationdelanon-détection</u>	50
<u>Tableau3.4:Evaluationdelafréquence</u>	51
<u>Tableau3.5:Evaluationdelagravité</u>	52

Liste Des Fliquer

Figure2.1:Effetsducourantélectriquesurl'environnementetl'êtrehumain	19
Figure2.2:mécanismed'électrisation	20
Figure2.3:mécanismed'accidentavecontactdirect	21
Figure2.4:Lesdifférentesfaçonsd'électrisationavecdescontactsdirects	22
Figure2.5:mécanismed'accidentavecontactindirect	22
Figure2.6:Lesdifférentesfaçonsd'électrisationavecdescontactsindirects	23
Figure 2.7 Electrocutation mortelle	23
Figure2.8Explosiond'origineélectrique	24
Figure2.9:Electrocutionparlignedecontactalimentantunpontroulant	27
Figure2.10:travail sous tension dans un sous-sol	28
Figure2.11:Electrocutation dans une filature	30
Figure3.1:processusd'analysedesrisques	33
Figure3.2:Typologiesdesméthodesd'analysederisque	34

Introduction générale

Introduction générale

Nous n'aimons pas parler de risques, car le mot fait peur, et nous préférons ne pas parler des risques, connus ou inconnus, qui menacent le corps social. Les politiques aiment nier le risque, mais le risque ne peut être séparé de l'action, il est partout dans notre vie quotidienne.

Le travail joue un rôle important dans la vie professionnelle car la plupart des travailleurs passent 8 heures ou moins sur leur lieu de travail. L'environnement de travail doit donc être sain et sûr. Ce n'est malheureusement pas le cas de nombreux travailleurs qui sont exposés à de nombreux risques pour leur santé (poussière, gaz, bruit, vibrations, électricité, températures extrêmes, etc.)[01].

L'analyse des risques est une étape essentielle dans les centres de conversion électrique haute tension. Elle est particulièrement impliquée dans le contrôle de la sécurité des installations électriques. Il existe différents niveaux de détail dans l'analyse des risques et de nombreuses méthodes.

Les analyses de risques constituent souvent un point de départ essentiel pour contrôler la sécurité des installations électriques. Il en existe différentes formes, mais l'objectif est toujours le même : comprendre le système étudié, considérer comment son fonctionnement peut conduire à des situations indésirables pouvant s'avérer dangereuses, et vérifier si les mesures prises pour anticiper ou répondre à ces situations sont efficaces. [02].

L'analyse des risques dans les installations électriques se définit comme un ensemble de démarches scientifiques centrées sur les phénomènes accidentels et s'inscrivant dans une logique préventive.

à l'approche déterministe (centré sur les situations extrêmes) qu'il avait

Cordialement de la part de la direction,

Il n'en reste pas moins que l'analyse des risques, en tant qu'outil de connaissance et de pouvoir, reste une source constante de conflits entre industriels et représentants des directions [03].

Un risque électrique est un événement accidentel survenant sur un site électrique et ayant des conséquences immédiates graves pour les employés et

Introduction générale

l'environnement. Plusieurs secteurs sont concernés. Son exploitation implique des activités à risques élevés, mais aussi la manipulation et/ou le stockage de matières dangereuses, répertoriées comme présentant un risque élevé de toxicité, mais les installations elles-mêmes sont également vulnérables aux pannes, qu'il s'agisse des transformateurs électriques, des lignes électriques et des salles de contrôle.

Ces sites électriques sont donc soumis à une réglementation spécifique et à des contrôles réguliers.[04]

L'analyse probabiliste des risques électriques à haute pression est désormais bien acceptée par les scientifiques et les autorités réglementaires. Cette analyse a été utilisée dans le domaine de la conception, de l'exploitation et de la maintenance des installations électriques telles que le Centre de Conversion d'Electricité de Ouargla 220/60/30KV, où

La réglementation impose l'établissement d'un rapport de sûreté dès la conception et le suivi des résultats tout au long de l'exploitation de l'installation.

le temps. Les solutions possibles dans ce dernier cas sont ensuite optimisées de manière probabiliste selon différents critères d'intérêt [05].

La prévention des risques professionnels comprend toutes les mesures à mettre en œuvre pour maintenir la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et favoriser le bien-être au travail [06].

L'objectif principal de notre étude est d'analyser les risques électriques au sein d'un

La station-service, afin d'identifier les risques, dangers et dommages.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale, et des recommandations sont également proposées

Chapitre I
évolution et organisation
de l'entreprise SONELGAZ.

Introduction:

Les bouleversements économiques observés dans le monde, l'adaptation progressive de la politique de l'Algérie au nouveau contexte international, ainsi que la nécessité de la libéralisation du secteur de l'énergie ont poussé Sonelgaz (société nationale de l'électricité et du gaz) à prendre un certain nombre de mesures pour faciliter, voire anticiper les changements à venir afin de mieux s'adapter au contexte économique actuel fondé sur la compétitivité et la concurrence.

Parmi les mesures prises, SONELGAZ a procédé en 1998 déjà à la filialisation de toutes ses activités périphériques, en ne conservant en son sein que ses métiers de base.

La réorganisation de SONELGAZ en groupe industriel a connu un débat de concrétisation avec la filialisation des activités liées à la production d'électricité, la gestion du réseau transport, d'électricité, ainsi que la gestion du réseau transport du gaz pour le marché national donnant naissance à compter du premier janvier 2004 à trois filiales respectivement société de production de l'électricité (SPE), société nationale de gestion de réseau du transport d'électricité (GRTE) et société nationale de gestion de réseau du transport du gaz (GRTG).

La distribution quant à elle est passée par une première phase de restructuration de l'activité en quatre directions générales se substituant à la direction centrale de distribution de puis juillet 2004, elle s'est appelée devenir des filiales autonomes par octobre janvier 2006.

Cette évolution de l'organisation de SONELGAZ en groupe industriel et la mise en place d'entités juridiquement autonomes favorisera la mise en place de relations contractuelles et donc une maîtrise de transparence et maîtrise des coûts.

La structure de groupe Sonelgaz est illustrée dans la figure suivante :

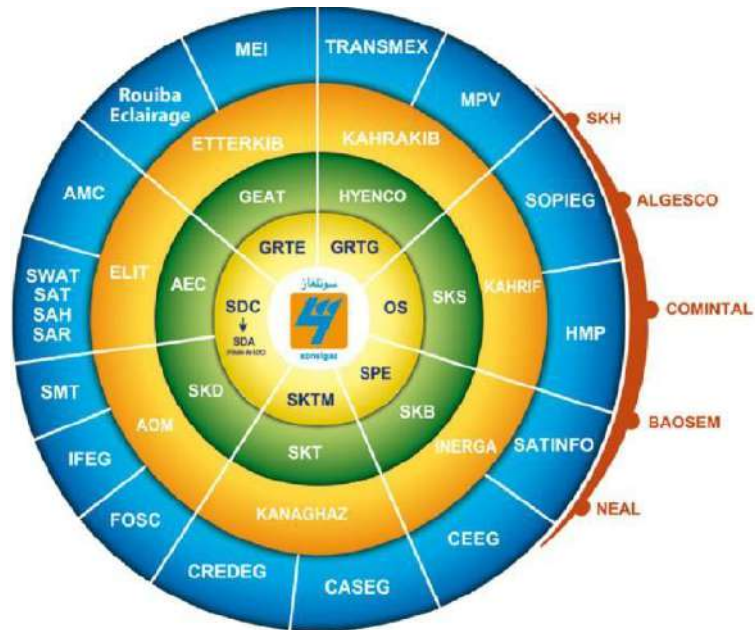


Figure I-1: Organigramme de l'entreprise SONELGAZ [10].

NB : les sociétés mères du groupe Sonelgaz sont :

SPE : La Société Algérienne de Production de l'Electricité ;

SKTM: Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida;

GRTE : Le Gestionnaire du Réseau de Transport de
l'Electricité ; **GRTG**: Société Algérienne de Gestion
du Réseau de Transport du Gaz ; **OS**: Opérateur du
Système Electrique ;

SDC: La Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz.

La filiale GRTE (Le Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité)

Présentation générale de la GRTE

La société algérienne d'exploitation du réseau de transport d'électricité est une branche de la société Sonalgas, spécialisée dans le transport de l'électricité haute tension de l'entreprise de production d'électricité à l'entreprise de distribution d'électricité à travers les lignes électriques, les poteaux et les centres de conversion haute tension. types :

- 01/ le centre de transfert d'électricité classique,
- 02/le centre de transfert d'électricité de Blandi
- 03/le centre de transfert d'électricité mobile.

Je vous informe également sur les types de tensions pour les hautes pressions de l'entreprise que vous transmettez 60KV-220KV-400KV

L'entreprise a été créée au cours de l'année 2004 et après les changements actuels, le nom de l'entreprise a été changé en Sonlgas pour le transport d'électricité et la gestion du système électrique.

Présentation de Poste Ouargla 220/60/30KV

Le Centre de Conversion d'Electricité de Ouargla est un centre de conversion d'électricité haute tension 220/60/30KV unique en son genre, un centre classique situé sur la route nationale n°49 en direction de l'Etat de Ghardaïa.

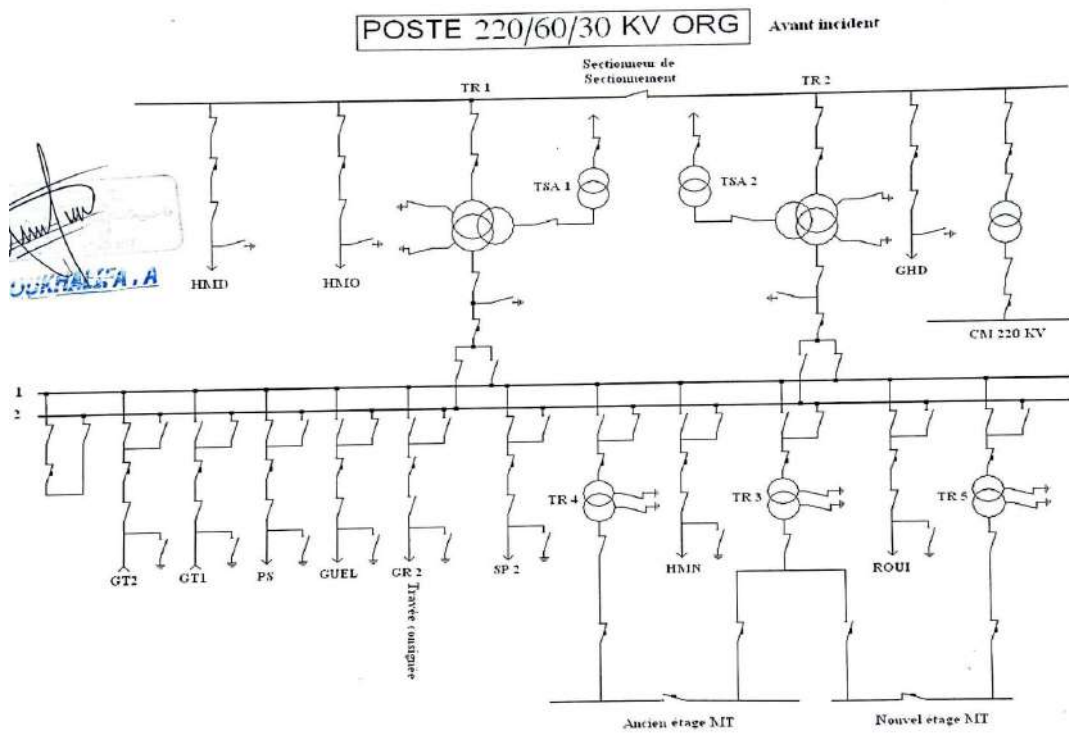
(DLEP : La Direction du Logement et des Equipements Publics)

Nord : transformateurs + lignes HT (poste GRET) lignes MT Sud : la
centrale Est : lignes HT Ouest :
Falaise



Figure I-4: Image Google Maps du lieu géographique de la Poste Ouargla 220/60/30K

Description du poste 220/60/30 KV OUARGLA



Description du poste 220/60/30 KV OUARGLA

Etage 220 KV

L'étage 220 KV est composé de :

1. Jeux de barre 220 KV

2. 03 Travées lignes

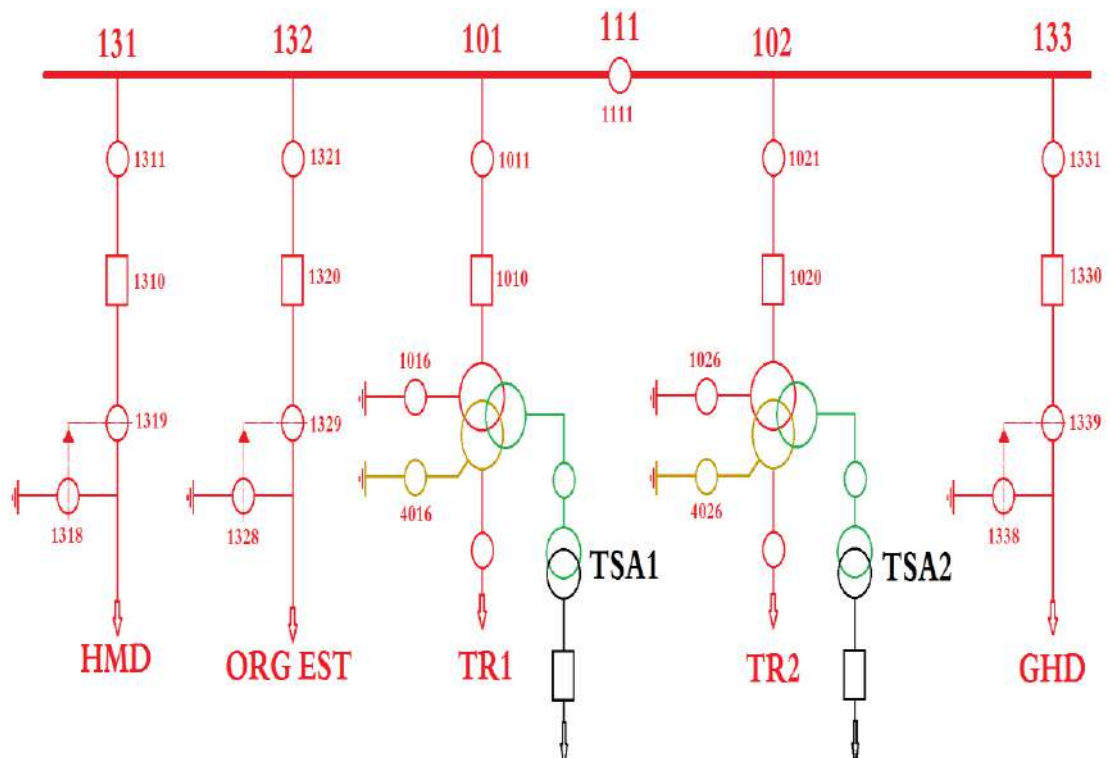
- Ligne 220 KV ORG – GHD (Code 133)
- Ligne 220 KV ORG – HMD (Code 131)
- Ligne 220 KV ORG – ORG EST (Code 132)

3. 01 Sectionneur de sectionnement (Couplage) (Code 111)

4. 02 Travées transformateurs

- TR 220/60/10 KV N°1 (Code 101)
- TR 200/60/30 KV N°2 (Code 102)

Schéma étage 220 KV



Etage 60 KV

L'étage 60 KV est composé de :

1. 02Jeux de barre 60 KV

- Jeux de barre 60 KV N°1
- Jeux de barre 60 KV N°2

2. 06 Travées lignes

- Ligne 60 KV ORG – ROUI (Code 430)
- Ligne 60 KV ORG – HMN(Code 431)
- Ligne 60 KV ORG – GR2 (Code 432)
- Ligne 60 KV ORG – SP2 (Code 433)
- Ligne 60 KV ORG – GUEL (Code 434)
- Ligne 60 KV ORG – PS (Code 435)

3. 02 Travées Arrivées Groupes

- ARR 60 KV GT1 (Code 436)
- ARR 60 KV GT2 (Code 437)

4. 02 Arrivées Transformateurs

- ARR 60 KV TR N°1 (Code 401)
- ARR 60 KV TR N°2 (Code 402)

5. 01 Travée de couplage

- Couplage 60 KV (Code 411)

6. 04 Travées transformateurs

- TR 60/30 KV N°3 (Code 403)
- TR 60/30 KV N°4 (Code 404)
- TR 60/30 KV N°5 (Code 405)
- TR 60/30 KV N°6 (Code 406)



Jeux de barre 60 kV N° 1 et 2



Transfo 60/30 kV N° 04



Transformateur de puissance 220/60/10 kv



Transformateur de courant 220 kv



Sectionneur de barre 60 KV



Disjoncteur 60 kv (mono) a commande mecanique



Transformateur de courant (TC) 60 kV



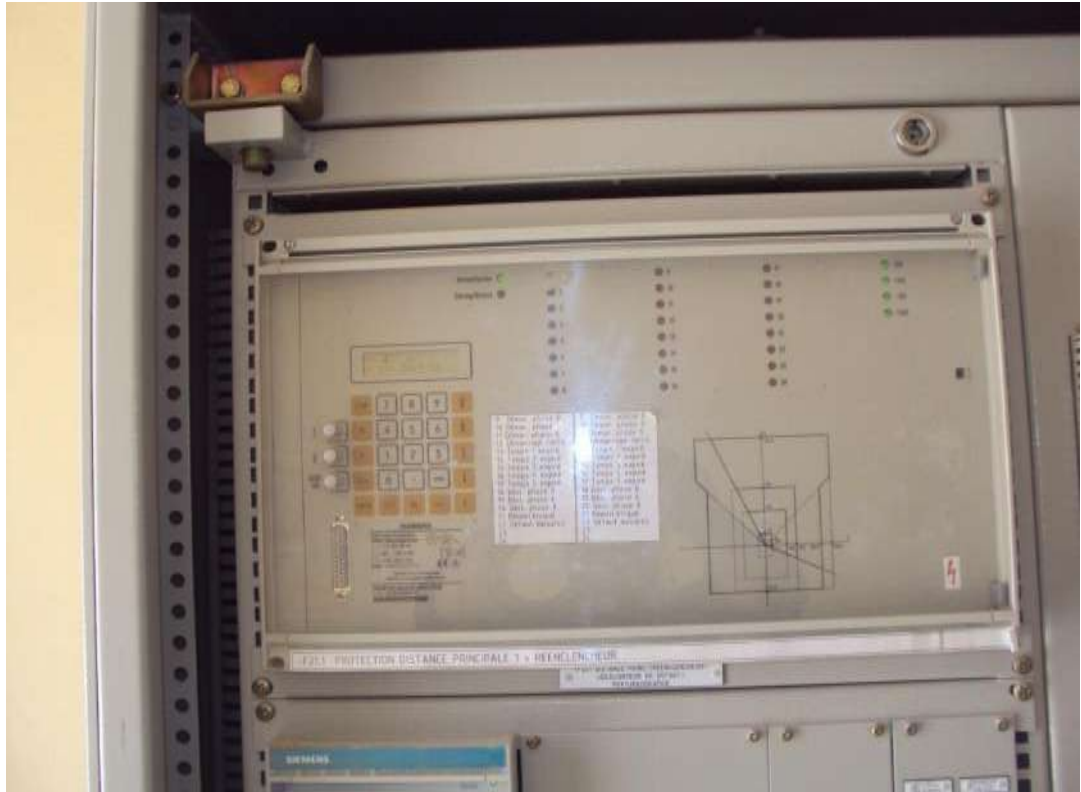
TP de barre 60 kv



Disjoncteur 220 kv (triph)



Protection transfo 220/60/10 kv n 1



Protection de distance principale1 (220 kv)



Protection de défaillance disjoncteur (PDD)



Protection de distance(Départ 60 kv)



Protection différentielle

Chapitre II

[Analyse des accidents d'origine électrique]

2.1. Introduction :

L'électricité ensevelit pas, ne s'entend pas, n'appas d'o de urbanisent raine ha que année des accidents graves par contact directo in direct avec des pièces nues sous-tension.

En matière d'accidents de travail, l'électricité constitue ne causerai la rivement peu fréquente, mais elle comporte un facteur de gravité important.

Le nombre d'accident d'origine électrique est diminué par rapport aux années Soixante (dont 1/10 des accidents graves), les accidents d'origine électrique sont dixfoisplussouventmortellesquel'ensembledesaccidentsdetravail. Les lésions occasionnées sont pour la moitié des brûlures. Et sont généralement localisées a un niveau des mains, des yeux et délatte.

2.2. Définition du risque électrique :

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

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

Il peut également occasionner des chutes de personnes (ou d'objets lâchés par des personnes), du fait de l'effet de surprise provoqué par des chocs électriques.[7]

2.3. Nature de saccadent électriques:

On peut classer les accidents d'origines le citrique soit par:

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

2.4. Les effets du courant électrique :

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

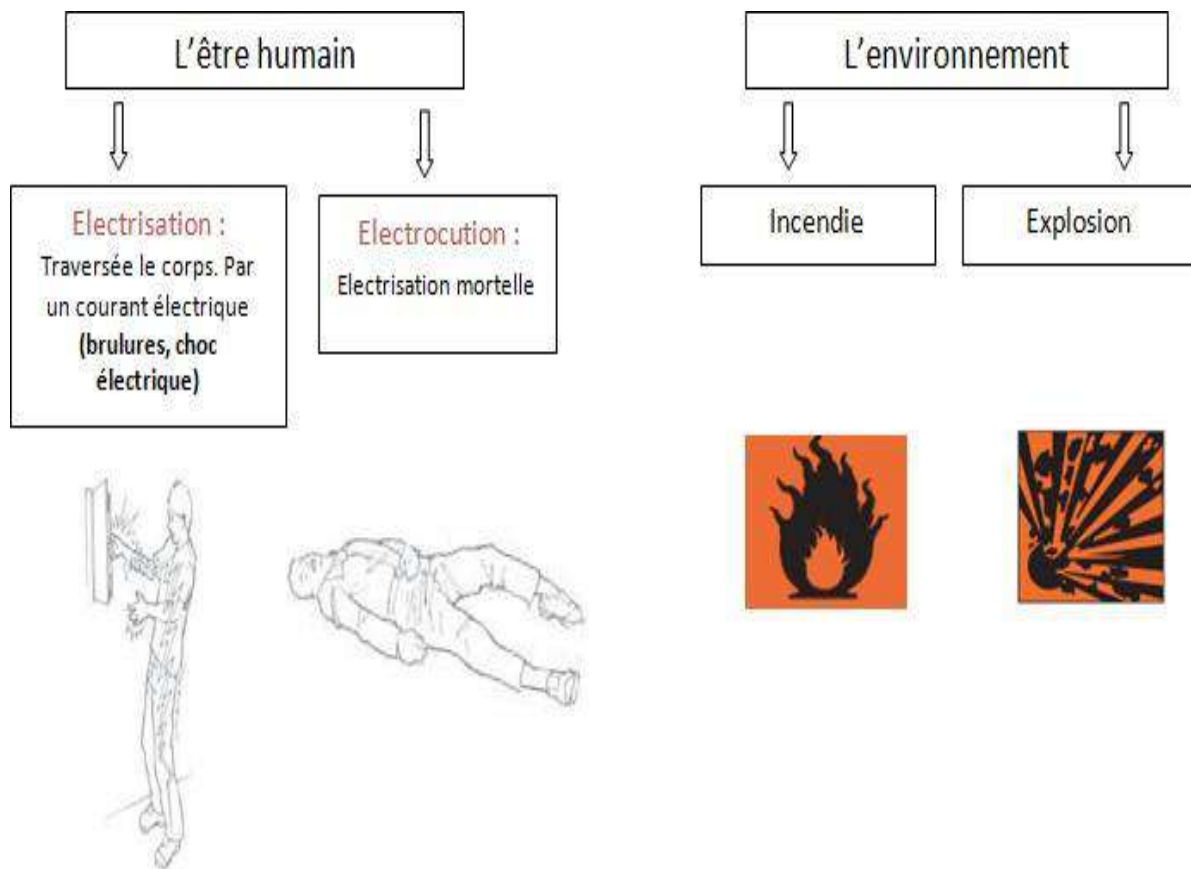


Figure 2.1: Effets du courant électrique sur l'environnement et l'être humain

2.5. Effets physiologiques:

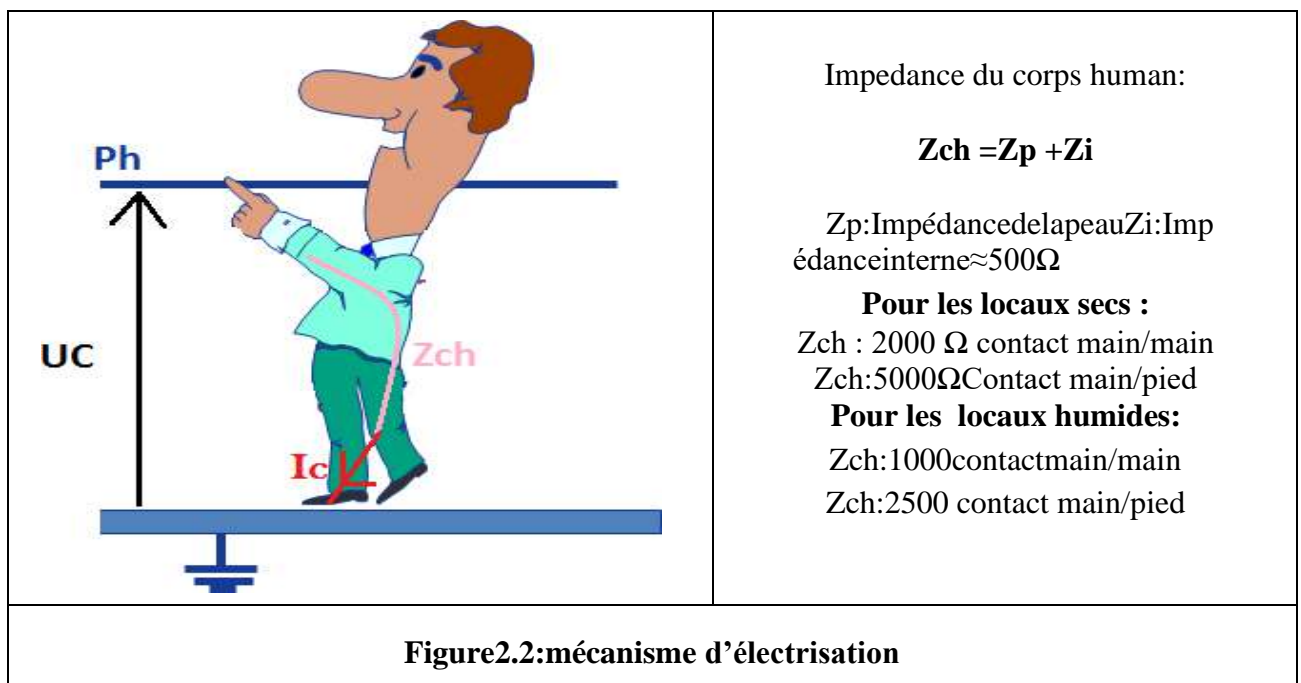
Effets du courant électrique sur le fonctionnement de l'organisme sont:

2.5.1. L'électrisation:

L'électrisation est le passage d'un courant électrique dans le corps, provoquant des blessures plus ou moins graves. Lorsque le corps humain est soumis entre deux points une tension U_c (tension de contact) il est traversé par un courant qui dépend de l'impédance Z_{ch} entre les deux points de contact. L'impédance du corps humain, mesurée entre les extrémités du corps est variable.

Elle varie l'on la nature de la peau (sèche, humide, grasse, etc.), les matériaux au contact, l'état de santé, etc.

L'impédance de la peau est pratiquement inversement proportionnelle à : la tension de contact (phénomène de claquage ou de rupture diélectrique), l'humidité et la fréquence (à 500 Hz, l'impédance de la peau est environ le dixième de celle à 50 Hz, dans ces conditions l'impédance totale du corps humain peut être assimilée à sa résistance interne).



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)[4]

2.5.2 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.

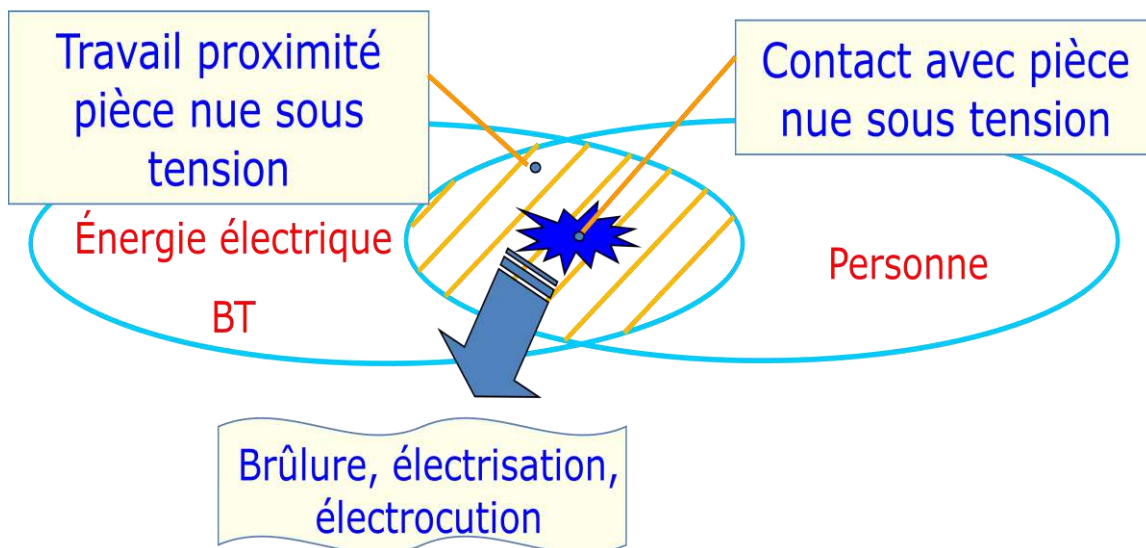


Figure 2.3: mécanisme d'accident avec contact direct

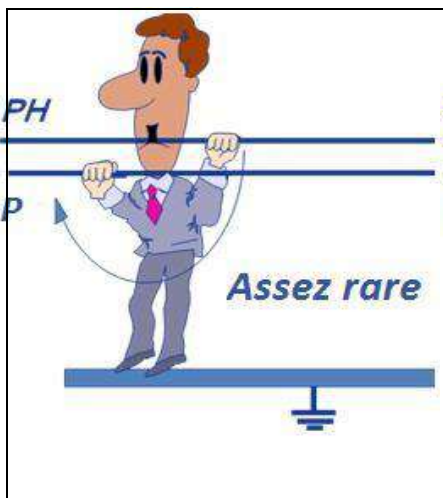
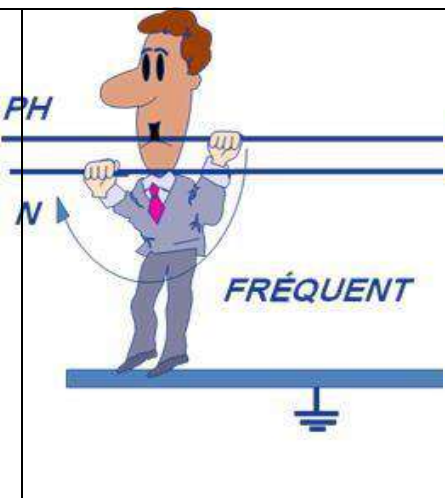
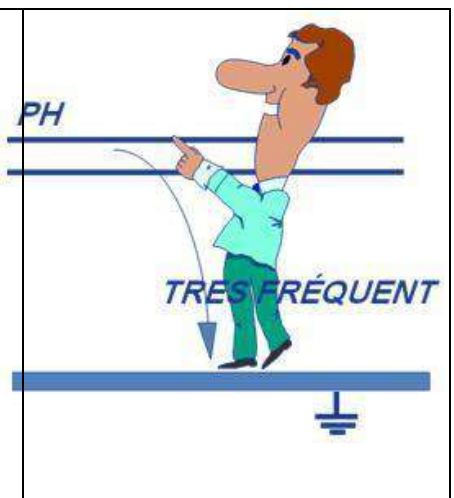
		
Contact entrée deux phases	Contact un enter phases neuter	Contact entre une phase elaters

Figure2.4:Lesdifférentesfaçonsd'électrificationavecdescontactsdirects

• **Contact indirect:**(Electrification supe fréquentes)**20%**des accidents

C'est le contact des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension. Cettémisesous tensionaccidentellerésultedeladéfaillancedel'isolationd'unappareilamen antun défaut d'isolement.

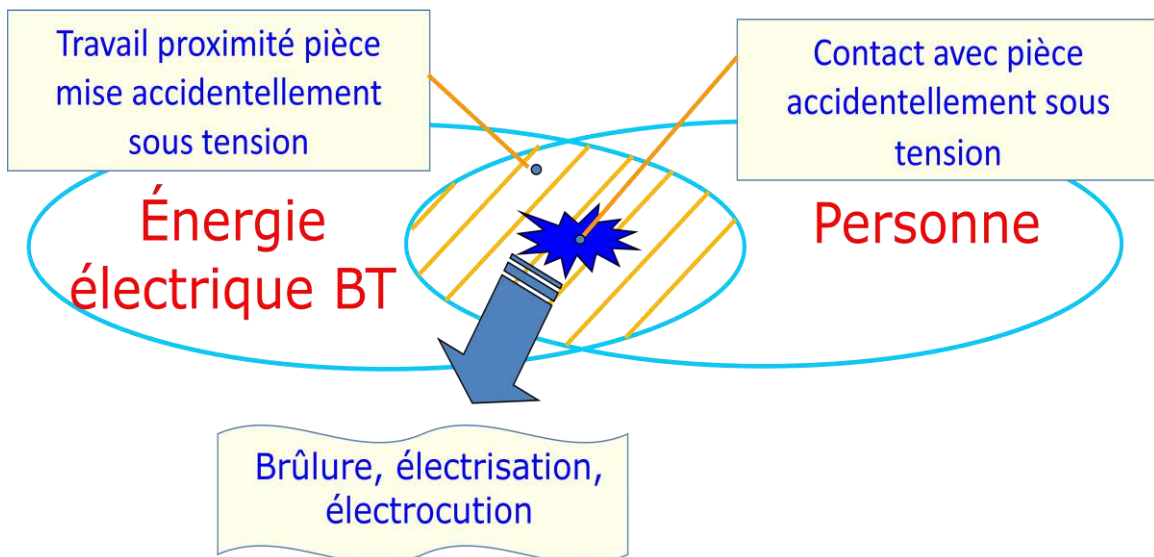
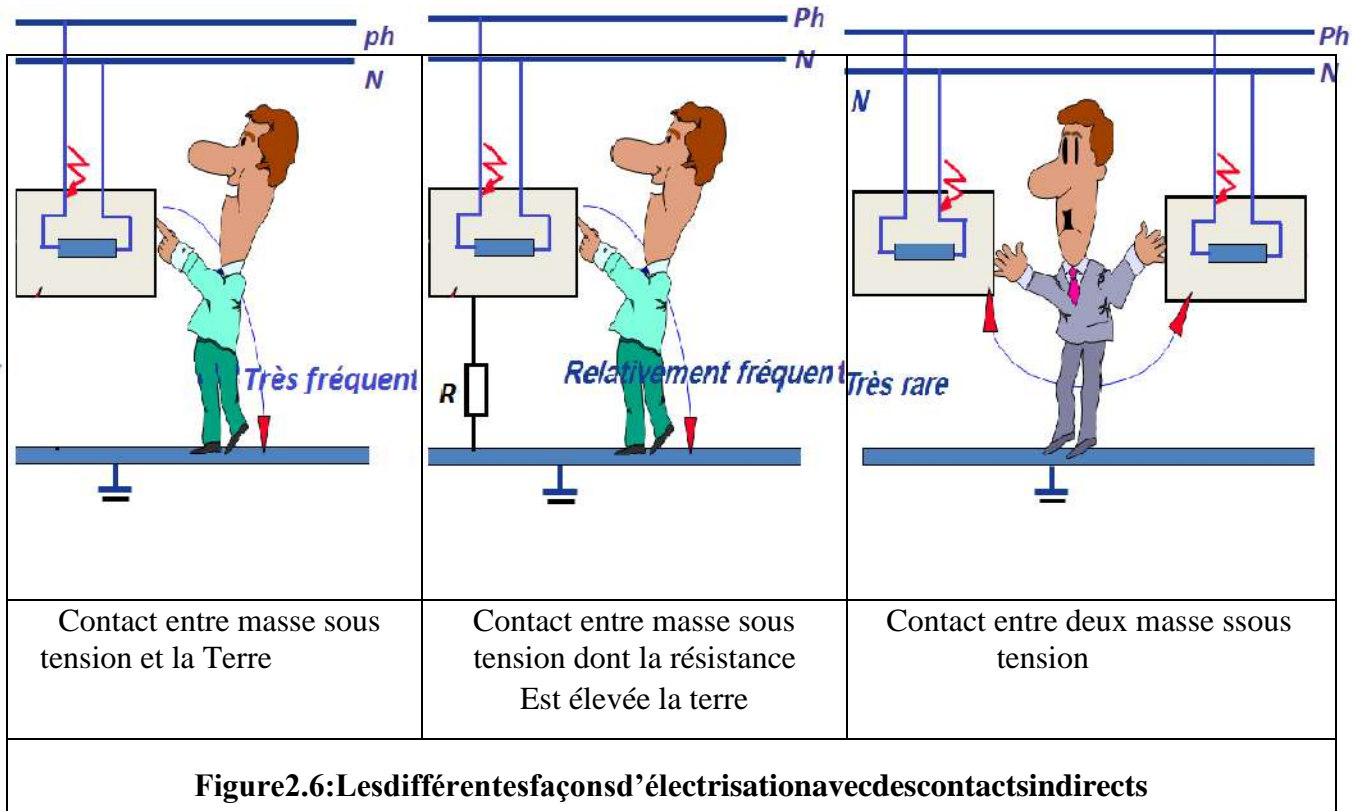


Figure2.5:mécanisme d'accident avec contactions direct



2.5.2 L'électrocution:

Contrez quid signe une électrisation médiatement mortelle



Figure 2.7 Electrocution mortelle

2.6. Effets sur l'environnement:

a- Le s'incendies:

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

- l'échauffement des câbles dû à une surcharge.
- Le court-circuit entraînant un échauffement électrique.
- un défaut d'isolation conduisant à une circulation anormale du courant entre un récepteur et la terre.
- des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant un échauffement.
- la foudre. Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements:
 - une ventilation insuffisante.
 - l'accumulation de poussière 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 à risque d'explosion, les installations électriques, aussi bien de puissance que de commande, constituent une source potentielle d'inflammation pour l'atmosphère explosive. Afin de réduire ce risque, ces installations sont réduites au strict minimum. De plus, le matériel électrique utilisé dans ces zones respecte des conditions de construction, de montage et de fonctionnement définies dans des normes.



Figure 2.8 Explosion d'origine électrique

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

L'action du courant électrique, selon les paramètres décrit sci-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** (peut van être mortelle).
- **fibrillation ventriculaire** (mort elle le cas échéant).
- **Brûlures** (mortelles suivant gravité, surtout en haut tension). Les suites peuvent être diverses.
- **Cardio-vasculaires** (tache cardier, lésions vasculaires...).
- **Neurologiques** (pertes de conscience, de forces claire...).
- **Sensorielles** (trou les de la vision, de l'audition...).
- **Rénales** (insuffisance).
- Pour les **brulures par arc** : dermiques, oculaires (coup d'arc) , électrothermiques profondes, thromboses , œdèmes , nécroses, etc.... [5]

2.8. Les effets d'accident électrique selon domaine de tension:

DOMAINE DE TENSION	COURANT ALTERNATIF	COURANT CONTINU
TBT	$U \leq 50$ volts	$U \leq 120$ volts
BTA	$50 < U \leq 500$ v	$120 < U \leq 750$ v
BTB	$500 < U \leq 1000$ v	$750 < U \leq 1500$ v
HTA	$1000 < U \leq 50$ kV	$1500 < U \leq 75$ kV
HTB	$U > 50$ kV	$U > 75$ kV

Tableau 2.1 Effets des accidents électriques selon le domaine de tension

2.9. Domaine de tension en alternatif:

- En des sous de **50V**: absenced'accidentmortel
- Entre **50V et 500V**: grandpourcentage defibrillationcardiaque
- Entre **500V et 1000V**: syncopesrespiratoireset brûlures
- A partir de **1000V**: brûlures internes de type hémorragique (blocages des reins).

2.10. Domaine de tension en continu :

- En des sous de **120V**: absence d'acide nt mortel
- Entre **120V et 750V**: effets d'électrolysa setter l'ure Pa riffe joules
- A partir de **750V**: brûlures internes externes.[8]

2.11. Analyse d'accidents d'origine électriques:

2.11.1. Par contact direct :

❖ Électrocution par ligne de contact alimentant un pont roulant : Scénario de l'accident:

Un ouvrier électricien, chargé de remplacer un diabolosur un support de ligne de contact alimentant un pont roulant en 400 V, monte sur la poutre métallique sur la quelle repose le rail de roulement du pont et veut procéder à la réparation sans couper le courant et sans gants.

Parlasuited'unfauxmouvementl'unedesesmainsvientencontactavecl'undes

Conducteurs de la ligne alors que ses pieds se posent sur la poutre. Coincé entre la ligne de contact et la poutre, l'ouvrier est mort lorsqu'on parvient le dégager.

Le rail de roulement du pont roulante tant la terre, l'ouvrier été soumis aune différence de potentiel, par contact direct main/pieds de $400/\sqrt{3}=230V$.

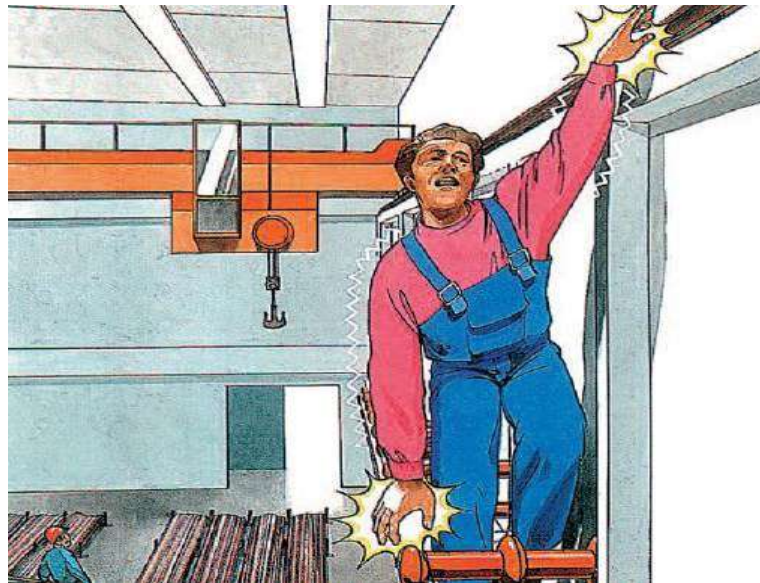


Figure2.9:Electrocution par ligne de contacta lamentant un pont roulant

Cause de l'accident:

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

Morte de l'ouvrier

Enseignement:

Ce travail aurait du être effectué hors tension car aucun travail ne doit être effectué sous tension, à moins que les conditions d'exploitation ne rendent dangereuse ou impossible la mise hors tension ou si la nature du travail requiert la présence de la tension.

De plus il doit y avoir, sur l'alimentation de la ligne de contact, un dispositif de coupure omnipolaire verrouilla blé en position d'ouverture, permettant de travailler hors tension sans risque de remise sous tension in tem estive.

❖ **Travail sous tension :**

Scénario de l'accident:

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

A un moment donné il touche malencontreusement une pièce sous tension. Soumis à la différence de potentiel phase/terre, ils 'écrou le foudroyé.



Figure 2.10: travail sous tension dans un sous-sol

Cause de l'accident:

Contact avec une pièce sous tension.

Conséquence:

Travailleurs' écrou le foudroyé.

Enseignement:

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

2.11.2. Par contact indirect:

❖ Eclairage provisoire dans un local mouillé :

Scénario de l'accident:

Un ouvrier procède, dans le sous-sol d'une chaufferie, à la modification de gaines métalliques d'amenée d'air.

Par leurs différentes fixations et par le matériel électrique fixé sur ces gaines (moteurs de ventilation, clapets, vannes, etc. .), celles-ci se trouvent réunies à latéré.

L'éclairage du chantier correspondant est, par ailleurs, assuré par une ligne provisoire réalisée à l'aide d'un câble fixé çà et là aux parois et de douilles métalliques à bout de fil.

Croyant inutile de déranger un électricien, cet ouvrier, sans couper le courant, veut remplacer une de ses lampes par une autre de plus forte puissance.

En touchant la douille, il tombe au sol sans connaissance; transporté à l'infirmierie, il ne peut être réanimé.

De l'enquête il ressort que la douille est en contact avec un conducteur sous tension et se trouve par conséquent mise accidentellement sous tension.

Cause de l'accident:

Douille contact accidenté avec un conducteur sous tension

Conséquence:

Chute au sol

Enseignement:

Dans les locaux mouillés (c'est le cas des locaux sous-sol circulant des gaines métalliques mises à 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 l'atelier de lavage d'une filature de laine, un ouvrier restrictive d'une électrocution en voulant manœuvrer le levier d'une essoreuse.

La recherche des causes de cet accident fait apparaître que le conducteur de protection (terre) acétée branchée laissée à l'attente ; d'autre part, un des conducteurs d'alimentation. Dont l'isolation est défectueuse, est en contact avec la masse métallique du bâti de la machine et l'ouvrière se trouve directement sur le sol mouillé.

Causes de l'accident:

- Non-respect de soi-même méconnaissance, l'oubli, etc. Aumoment du démontage, soit l'ouvrière surveillant un mauvais entretien.
- Isolation des conducteurs d'alimentation défectueuse.

Conséquence de l'accident :

Electrocution mortelle



Figure2.11:Electrocution dans une filature

Enseignement:

Lamiseàlaterredetouteslesmassesdumatériauetdel'appareillagequinesont
Passa liment sen TBT SouTBTP

Chapitre III

[Les méthodes d'analyse des risques]

3.1 Introduction:

Du rances de rentières décennies, le mon de a connu un accroissement technologique quia 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 un 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, le bien set l'environnement. Pour cela, des efforts considéra les sont fournis pour maîtriser la sécurité des installations industrielles. La maîtrise de ces phénomène ses tonte nue grâce des méthodes d'analyse appelées méthodes d'analyse des risques, reposant sur incertain nombre de donnée set d'informations sur le système analysée son environne ment ainsi que sur le phénomène étudié.

Au cours de ces dernières années, plusieurs techniques et modèles mathématiques de prévision des risque son tété développés .Citons à titre d'exemple, l'analyse des dangers du procédé (Processor Hasard Analysais : PHA), l'analyse des couches de protection (Layeras Of Protection Analysais : LOPA) et l'analyse quantitative des risques (Quantitative Risk Analysais :QRA). (HAZOP, AMDEC, Arbre des Causes, Arbre des Evénements...) et des modèles mathématiques des effets et de vulnérabilité .La Fina lité étant d'estimer les risques individuel et sociétal et par suite appliquer les mesures qui répondent convenablement à cette estimation. Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes méthodes d'analyse des risques utilisées couramment, leurs domaines d'applications, leurs avantages et le usinons véniats.

3.2. Objectif des méthodes d'analyse des risques:

Les méthodes d'analyse des risque sont pour objectif de:

- a- Apprécier le niveau de dan grossît (risque set conséquences) d'une installation.
- b- Diminuer les risques techniques , pour:
 - Assurera t'améliorer:
 - La protection de l'exploitant
 - La protection de l'environnement et des populations

- La qualité de la production
- La fiabilité de l'outil
- Se conformera la réglementation.
- Faire des in avertissement appropriés un niveau des risques.

3.3. Méthodologie de l'analyse des risques:

L'analysedesrisquesdoitêtréstructuréeetappliquéedetallesortequ'elleaideàfaire une analyse par étapes, ces étapes son t'illustrées dans cette figure:

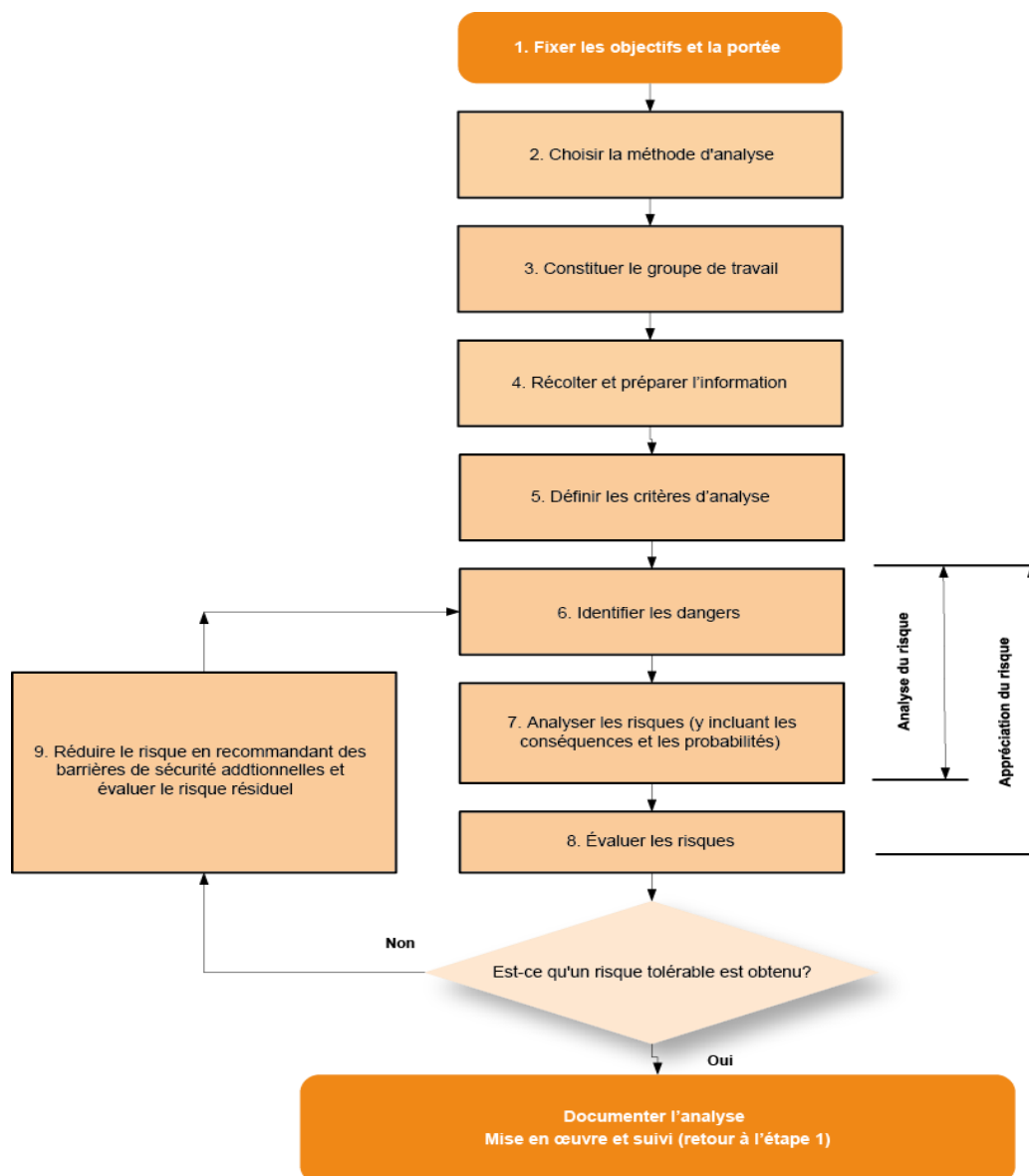


Figure3.1:processus d'analyse des risques

3.4. Classification des méthodes d'analyse des risques:

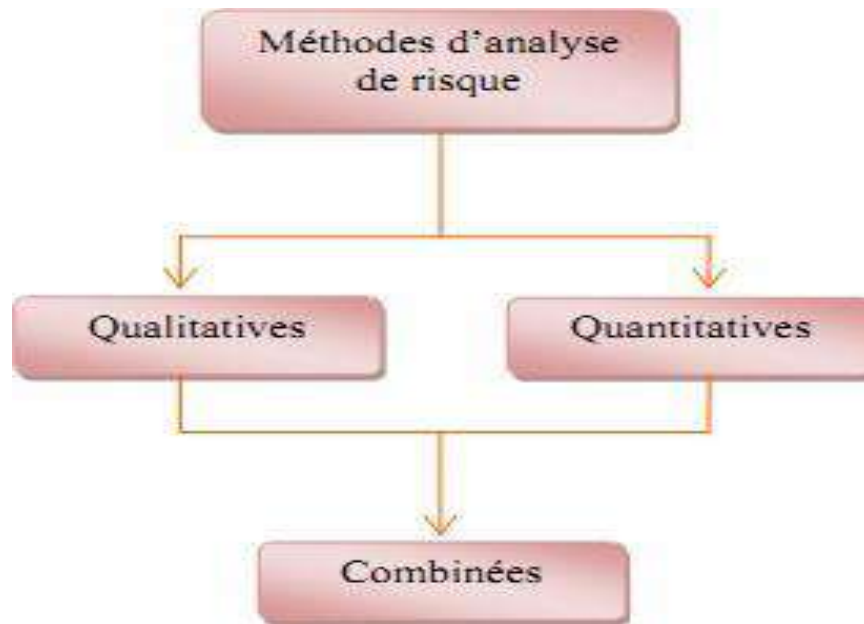


Figure 3.2: Typologie des méthodes d'analyse de risque

3.5. Méthodes quantitatives:

Les analyses quantitatives sont supportées par des soutiens mathématiques ayant pour but d'évaluer la sûreté de fonctionnement et entre autres la sécurité. Cette évaluation peut s'effectuer par des calculs de probabilités (par exemple de l'estimation quantitative de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté) ou bien par recours aux modèles différentiels probabilistes tels que les Chaînes de Markov, les réseaux de Pétri, les automates d'états finis, etc.

Les analyses quantitatives ont de nombreux avantages car elles permettent:

- Evaluer 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.
- Compareraient suite ordonner les actions à entreprendre en commençant d'abord celle 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.).

Quoique l'utilité des méthodes quantitative soutiens discutable, ces de rentières présentent tout de même un certain inconvénient. En effet, les efforts ont été également en moyens (logiciels, matériels, financiers, etc.). Il peut s'avérer que cet avertissement soit disproportionné par rapport à l'utilité des résultats attendus, le cas échéant l'analyse quantitative est court-circuit pour laisser les plateaux approximations qualitatives (statistiques, retour d'expérience, jugement d'expert, etc.)

3.6. Méthode qualitatives :

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toute autre analyse. En effet, elle permet la bonne compréhension et connaissances systématique du système étudié de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque, cette approche ne s'appuie explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au système étudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus. Elle est bien menée et justifiée.

De nombreux outils d'analyse et d'évaluation des risques à caractère qualitatif existent, parmi lesquels nous trouvons l'APR, HAZOP, l'AMDEC, l'Arbre de Défaillance ou l'Arbre d'Événements...

3.7. Méthode semi-quantitatives:

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative ni purement quantitative. Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans l'approche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude,

etenmêmetempspourassoupliretcomblerlemanquedelarobustessedesdonnéesderapprochequantitative.Denombreuxoutilsetméthodesd'analyseetd'évaluationàcaractèresemi-quantitatifontétédéveloppés.Danscequisuit, onprésenterauneméthodeparmilesplusutiliséesdansl'évaluationdesrisques.

3.8. 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.

3.8.1 -Analyse préliminaire des risques :(APR)

3.8.1.1 Objectif:

- Prendraient compte le facteur sécurité dès la phase recherche et conception d'un installation
- Envisager
 - Apriori tous les risques inhérents aux produits , procédés ,équipements ,implantation.
 - Le recales et conséquences.
 - Les mesures de maîtrise des risque sep lacet prévues.
- Es time pour chacun des risques le niveau de risques (**PxG**) santé avec les mesures de protection
- Répertorierlesrisquesnécessitantuneanalysecomplémentaireplusfine ("scénarios critiques")

3.8.1.2 Mise en œuvre de la méthode:

- Préparer des fiches Produits, Procédés, Équipements, En vairo nnèrent , 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.

3.8.1.3 Intérêts:

- In dispensable pour les installations nouvelles.

- Evite les erreurs fondamentales de conception.
- Permet de mettre en évidence les risques principaux.
- Analyse qualitative, relativement facile à effectuer requiert un minimum de personnel.

3.8.1.4 Limites:

- Ne détecte que les risques "évidents"
- Ne permet pas d'identifier les risques liés à la complexité des systèmes

3.8.2 . HAZOP(hazard and operability study) :

3.8.2.1 Objectif:

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

3.8.2.2 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 géographiques -fonctionnels aussi simples et homogènes que possible.
- Rechercher les causes possibles de dérives.
- Déterminer les conséquences.
- Etablir si nécessaire une semi-quantification du risque (probabilité, gravité).
- Apporter les mesures compensatoires nécessaires: prévention, détection, protection.
- Vérifier que la mesure corrective n'apporte pas de risque nouveau.

3.8.2.3 Intérêts:

- Méthode systématique et qualitative qui vient en complément de l'appr. Elle permet l'examen méthodique des risques par un groupe pluridisciplinaire, de déceler les problèmes de sécurité d'opérabilité.
- Méthode qui permet d'améliorer le niveau des écarts existants.
- Méthode utilisable pour gérer les modifications.

3.8.2.4 Limites:

- Méthode lourde d'admettre l'œuvre sur des installations complètes qui pour être efficace doit être appliquée de manière rigoureuse.
- Méthode qui ne permet pas:
 - D'être sûr d'avoir pris en compte tous les risques.
 - De traiter le cas de défaillance multiples.

3.8.3 Méthode "WHATIF?" (quête passe-t-ils?) :

3.8.3.1 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 situation anormale, lors d'opération de maintenance,...

3.8.3.2 Mise en œuvre de la méthode:

- Constituer une équipe pluridisciplinaire (animateur, secrétaire, recherche, procédé, projet, fabrication, entretien, service shed,) Qualifié entraine une expérience significative.
 - Présenter succinctement l'installation concernée.
 - Laisser libre cours aux questions de type "hâtif?" sans essayer de répondre.
- Définir les questions:

- Que se passe-t-il si on trompe de matières premières ?
- Que se passe-t-il si les pompes s'arrêtent ?
- Que se passe-t-il si l'opérateur ouvre la vanne **A** au lieu de la vanne **B** ?

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** condition qu'elle soit liée à la sécurité.

3.8.3.3 Intérêts:

- Méthode simple et rapide qui permet d'avoir une vue d'ensemble des installations.
- Méthode non systématique, non structurée et non rigoureuse mais qui permet de traiter toutes les questions spontanées que peuvent se poser les participants.
- Peu consommatrice de temps.

3.8.3.4 Limites:

- Exige un suivi minutieux des réunions pour assurer que tous les problèmes soulevés sont résolus.
- Émergence d'idées sans aucun a priori.

3.8.4 . Arbre de défaillances (méthode analytique) :

Méthode appelée aussi:

- Arbre de dysfonctionnements.
- Arbre des défauts.

3.8.4.1 Objectifs:

- À 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 en final.

3.8.4.2 mise en œuvre de la méthode :

- Définition de l'événement final indésirable.
- Étude du système.
- Construction de l'arbre.
- Exploitation de l'arbre:
 - Évaluation 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.

3.8.4.3 Intérêts:

- Méthode qualitative et semi-quantitative précise qui est le travail d'une équipe pluridisciplinaire
- Fait tinter venir les combinaisons d'événements
- Permet de déterminer les chemins critiques et facilite le choix des actions de prévention.

3.8.4.4 Limites:

- Le choix judicieux et objectif des probabilités d'occurrence est essentiel.
- Attention "aux calculs scientifiques exacts" à partir de "données fausses".
- Peu appropriée aux phases transitoires et aux procédés discontinus.

3.8.5 Arbre des événements (éventrée):

Méthode appelée aussi arbre des conséquences.

3.8.5.1 Objectifs:

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

3.8.5.2 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'événement aggravant.

- Découper l'installation en sections isolables.
- Estimer (calculer) la probabilité d'occurrence des conséquences.

3.8.5.3 Intérêts:

- Méthode qui permet d'envisager de manière systématique tous les déroulements possibles d'un événement indésirable.
- Le positionnement de barrières de sécurité (de défense) nous permet de:
 - Diminuer la probabilité d'occurrence de l'événement redouté.

- Limiter ses effets.

3.8.5.4 Limites:

- Volume de travail considérable pour les installations complexes: grand nombre des scénarios , d'arbres.
- Difficulté pour utiliser des probabilités d'occurrence ou des facteurs correctifs "spécifiques" à l'installation étudiée.

Comparaison entre les méthodes d'analyse des risques:

Method	Avantages	Inconvenient	DuréeType	
			Installation "simple"	Installation "complexe"
APR	<ul style="list-style-type: none"> - Methodius/facile - Bien adapté aux procédés discontinus, aux risques mal connus, aux Installations peu étudiées 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas exhaustive (risqué doubly) - Caractère préliminaire (détail du procédé non couvert) - Ne traite pas les Interactions 	Quelques jours	Quelques semaines
HAZOP	<ul style="list-style-type: none"> - Adoptée à des procédés continus - Systématique - Utilisable pour greffer les modifications - Transposable à un système de pensée 	<ul style="list-style-type: none"> - Lourd-Divergence facile - Ne permet pas la représentation des combinaisons d'événements ou leur enchaînement 	4 heures - 1 semaine (= 3 jours par PID)	1 semaine - 6 semaines

“WHATIF.	<ul style="list-style-type: none"> - Simple - Adaptée aux études préliminaires - Utilisable en exploitation courante 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne traite pas les Interactions, défaillances multiples, combinaisons d'événements - Méthode Inadaptée pour systèmes très Informatisés 	2 jours –1 semaine	1 semaine à 2 semaines
Arbre de défaillances Arbre des événements	<ul style="list-style-type: none"> - Groupe de spécialistes - Gère bien les Interactions entre systèmes (probabilité de défaillance globale) - Évaluation aisée des améliorations 	<ul style="list-style-type: none"> - 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:

- Laphase de préparation: 20% du temps
- Laphase d'évaluation: 40% du temps
- Laphase de documentation: 40% du temps

Tableau 3.1: comparaison entre les méthodes d'analyse des risques

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

3.9.1 Historique et domaine d'application:

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société McDonnell 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. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut 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, informatiques plus récemment, on commence s'y intéresser dans les services.

3.9.2 Définition:

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

3.9.3 Les objectifs de L'AMDEC:

- Rechercher les défaillances pouvant conduire à un événement indésirable
- Classer les défaillances
- Contrôler les défaillances critiques par des actions correctives

3.9.4 Types de L'AMDEC:

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

3.9.4.1 L'AMDE Organisation:

Elles'appliqueauxdifférentsniveauxduprocessusd'affaires:dupremierniveauqui englobe le système de gestion le système d'information, le système production les système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au de renierai veau comme l'organisation d'une tâche de travail.

3.9.4.2 L'AMDE Coproduit :

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.

3.9.4.3 L'AMDE Processus:

Elle s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser eté value la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus .Elle petit réas subtilisée pour les postes de travail.

3.9.4.4 L'AMDE Moyen:

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

3.9.4.5 L'AMDE Service:

Elles'appliquepourvérifierquelavaleurajoutéeréaliséedansleservicecorresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.

3.9.4.6 L'AMDE Csécurité:

Elles'appliquepourassurerlasécuritédesopérateursdanslesprocédésoùil Existe des risques pour ceux-ci.

3.9.5 Les aspects de la méthode:

3.9.5.1 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 défaillancesetd'enconnaîtreleseffetsqui peuventaffecterlesclients, les utilisateurs et l'environnement interne ou externe.

3.9.5.2 L'aspect quantitatif:

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

Intérêts:

- Analyse qualitative et quantitative plus précise.
- Intégration de notions liées à la sécurité: maintenance, opérabilité, fiabilité.
- Démarche inverse de l'arbre des défaillances.

Limites:

- Méthode longue et fastidieuse pour des systèmes complexes. Toutefois la méthode peut être utilisée à l'analyse qualitative et porte le nom d'AMDE.
- Inadaptée pour un système très informatisé.
- Ne permet pas de détecter les défaillances multiples.
- Difficultés pour déterminer "à quel niveau?" Doit-on 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 la fonction et des performances.
- Définir les effets des défaillances locales et sur le système.

- Compensations/détection.
- Gravité/probabilité/criticité (niveau de risque).
- Définir les actions correctives.

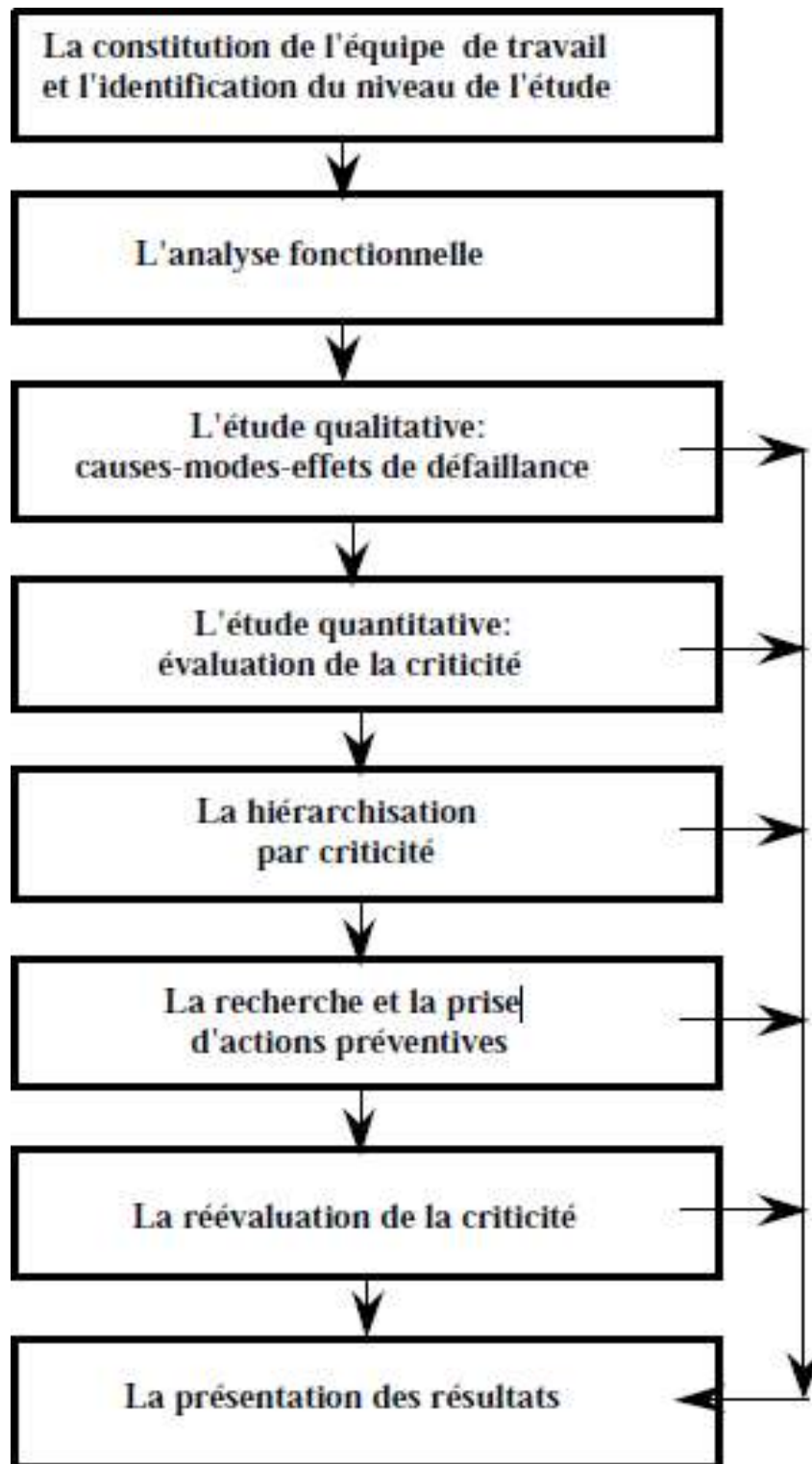


Figure 3.3: Processus de l'AMDEC

Etude de la criticité:

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

- La **gravité** des effets sans soucier chaque mode de défaillance (on parle de facteur 'G' ou parfois 'S', pour l'anglais sévérité);
- 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** d'en pas détecter le mode de défaillance (on parle de facteur 'D')

La criticité se définit alors comme le produit des trois facteurs:

$$C = F * G * D$$

		Niveau de Gravity			
		Insignifiant	Marginal	Critique	Catastrophique
Frequency	Frequent	In désirable	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable
	Probable	Acceptable sous contrôle	In désirable	Inacceptable	Inacceptable
	Occasional	Acceptable sous contrôle	In désirable	In désirable	Inacceptable
	Rare	Acceptable	Acceptable sous contrôle	In désirable	In désirable
	Improbable	Acceptable	Acceptable	Acceptable sous contrôle	In désirable
	Invraisemblable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable sous contrôle

Tableau 3.2: Evaluation de la criticité

L'indice de non-défectabilité(Probabilité):

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

Il vaut toujours mieux tester une cause de défaillance, sinon on ne teste rien. Si ni l'un ni l'autre ne sont possibles, mettre en place un système d'alerte (par exemple: les plaquettes de frein 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.

Facture 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 la détection dès le début 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 ne peut pas être éliminé.
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.

Tableau 3.3: évaluation de la non-détection

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'opposé de un historique), sur des informations supportées 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.

Facture 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 d'un 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'expériences 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 sur du matériel similaire en exploitation. (à titre indicatif: 1 défaut par mois.)

Tableau 3.4: Evaluation de la fréquence

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 un tableau en 5 niveaux, utilisé pour les défaillances d'un moyen de production, chaque groupe de travail peut adapter à son besoin, son environnement, sa problématique. [12]

Facteur G		Critères d'évaluation		
Note	niveau de gravité	durée d'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

Tableau 3.5: Evaluation de la gravité

3.10 Application la méthode HAZOP pour d'incident du 16 /06/2017 au poste 220/60/30 KV Ouargla :



3.10.1 Introduction :

Le vendredi 16/06/2017 a 06 :11 un incident a eu lieu au poste 220/60/30 KV Ouargla

L'incident a engendré le DT de transformation TR2 220/60/10 le départ 220KV HMD et le départ 60 KV SP2 un manque de tension cote 60 KV et l'avarie du pôle disj 60 KV ARR TR1 phase 8

Une commission d'enquête DTM/HMD a été constituée afin de déterminer les circonstances de cet incident et de définir les responsabilités.

3.10.2 Information :

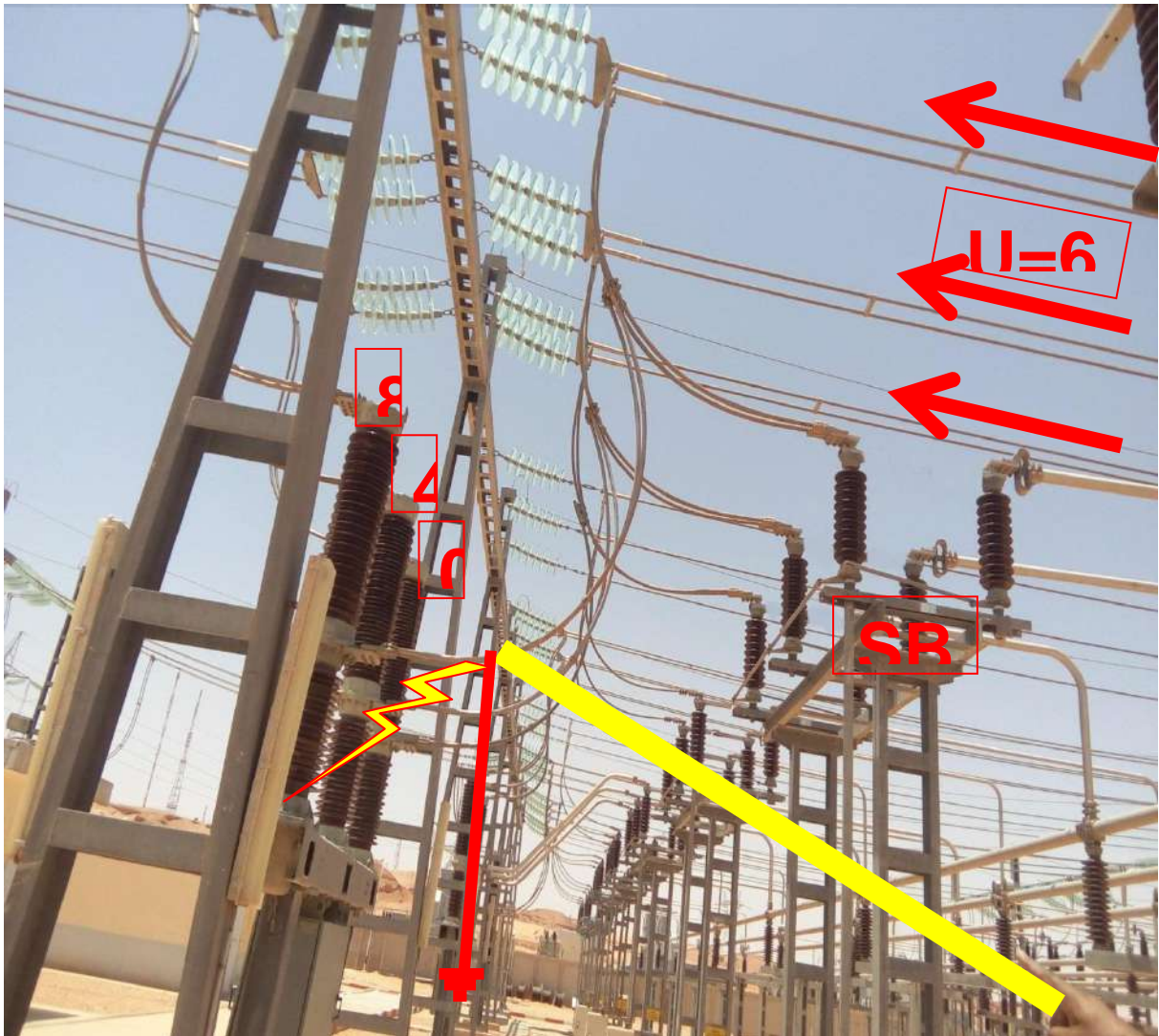
- Consignation :TR N1 220/60/10 KV et jeu barre N 1 60 KV
- Nature de travaux : lever deux points chauds au niveau sectionneur barre N 1 60
- Nature de l'incident : Amorçage d'un pôle de la phase 8 du disjoncteur.60 KV de l'arrivée TR1
- Dégât Humains : R.A.S
- Dégât matériel : Avarie d'un pôle Disj 60 kV ARR TR1 phase 8

3.10.3 Scénario de l'accident :

Consignation :TR N1 220/60/10 KV et jeu barre N 1 60 KV

Nature de travaux : lever deux points chauds au niveau sectionneur barre N 1 60

Le CC procède à la mise en place du DMT sur la phase N8 cote disjoncteur sans vérification d'absence de tension ce qui engendre un amorçage du pôle du disjoncteur à cause de retour de tension via sectionneur barre N2 60 KV.



3.10.4 ANALYSE ET CAUSES DE L'INCIDENT

Après avoir auditionné les personnes qui étaient présentes lors de l'évènement (Rapport du chef de consignation lecture des documents réglementaires et pris connaissance des informations recueillis nous avons noté ce qui suit :

3.10.5 Cause direct :

❖ Pose d'une mise à la terre sur le sectionneur d'aiguillage barre 60kv 1 sous tension à travers le sectionneur d'aiguillage 60kv barre 2 resté fermer par omission.

3.10.6 Cause indirectes :

❖ Non-respect du CDP / Electricité et des règles de sécurité notamment :

- Suivi de la fiche des manœuvres lors de l'opération de consignation
 - Non vérification de l'absence de tension VAT
- ❖ Communication par téléphone durant la consignation.

3.10.7 Conséquence de l'accident :

Avarie d'un pôle disj 60kv ARR TR1 phase 8.



3.10.8 Anomalies et insuffisances

- 01/Non suivi de la fiche de manœuvre pendant l'exécution Des manœuvres de consignation
- 02/Manque la séparation de l'ouvrage de toutes les sources de tension (chapitre 4.1.2 du CDP/ Électricité Règle N°2)
- 03/Manque la vérification de l'absence de tension (chapitre 4.1.5 du CDP/ Électricité Règle N°5)
- 04LMise en place du dispositif MALT sans la VAT (chapitre 4.1.6 du CDP/Électricité. Règle N°6)
- 05/Communication téléphonique durant la consignation

3.10.9 RECOMMANDATIONS

- ❖ Faire respecter le code des manœuvres et de travaux et le
- ❖ CDP/Électricité
- ❖ Programmer une campagne d'explication de cet incident
- ❖ Programmer des séances de recyclage pour
- ❖ les chefs de consignation et les chefs de travaux

Conclusion:

Les méthodes d'analyse fonctionnelles sont indispensables pour réaliser une décomposition fonctionnelle et matérielle d'une installation industrielle en cours de conception ou en fonctionnement, et cette étape facilite la mise en application des méthodes d'analyse prévisionnelle qui permettent d'identifier les causes et les conséquences potentielles d'un événement et de mettre en lumière les barrières

des équipes qui peuvent être envisagées pour garder le bon fonctionnement des installations.

Il n'existe pas de bonne ou de mauvaise méthode, chacune possède des avantages et des inconvénients qui lui sont propres, une méthode particulière est donc généralement plus ou moins adaptée au contexte de l'installation étudiée et aux objectifs recherchés.

En plus il n'existe pas de règle claire et nette justifiant pour chaque cas particulier, en fonction de critères clairs, une méthode plutôt qu'une autre.

Pour ce la nous avons choisi la méthode AMDEC pour faire son application sur

Notre

Conclusion générale

Conclusion générale

Les risques électriques constituent une menace majeure pour la protection des employés, de l'environnement et des centres de conversion d'électricité haute tension. Lors de notre formation, nous avons observé des dangers potentiels de toutes sortes. Ces risques doivent être maîtrisés, traités et soumis à des conditions de sécurité pour les travailleurs et l'environnement. De manière générale, Sonalgaz respecte les normes de sécurité, d'environnement et de protection des salariés. La méthode APR nous a permis d'évaluer le niveau de risque de chaque zone représentant les risques et dommages potentiels qui pourraient survenir au sein de l'usine. Grâce à cette méthode, nous avons trouvé une intensité de risque acceptable entre le niveau 1 et 2 pour la plupart des domaines étudiés (centres de conversion électrique, transformateurs électriques). Au final, cette étude nous a permis de nous rapprocher de l'environnement de travail du Centre de Transformation Électrique de Ouargla 220/60/30KV, de voir la réalité du terrain d'un point de vue pratique, de mettre en œuvre ce que nous avons appris lors de notre formation à l'université, et nous a également permis de contribuer Nos efforts. Des connaissances pour mieux maîtriser les risques liés aux différentes activités présentes dans les stations-service

Références bibliographique

Références bibliographique :

- [01] Faradji, M. A. and N. Bouzeria (2013). Identification et évaluation des risques de l'activité de la manutention au sein de l'entreprise portuaire de Bejaia (EPB): cas des dockers professionnels, Université de Bejaia.
- [02] Abramovici, Marianne. La prise en compte de l'organisation dans l'analyse des risques industriels: méthodes et pratiques. Diss. Cachan, Ecole normale supérieure, 1999.
- [03] Martinais, E. (2011). L'évaluation des risques industriels- Une histoire des analyses de risques de 1970 à nos jours. Annales des Mines-Responsabilité et environnement, ESKA.
- [04] Martinais, Emmanuel. "Gestion du risque industriel et conflits territoriaux, le cas de Saint-Fons/The management of industrial hazards and spatial conflicts: the case of Saint-Fons." Géocarrefour 71.1 (1996): 31-44.
- [05] Pocaccia, H. (2009). "Introduction à l'analyse probabiliste des risques industriels in Techniques et Documentations." Lavoisier, Paris.
- [06] Prévention et risques industriels. <https://www.inrs.fr>.
- [07] PDF. L'analyse des risques - Service public fédéral Emploi, L'ANALYSE DES RISQUES. Mai 2009. Direction générale Humanisation du travail. Direction générale Contrôle du bien-être au travail. Division des études. <https://emploi.belgique.be>.
- [08] Blaidi, Nabil, and Aghiles Azizen. Optimisation de la distribution du carburant au sein de l'entreprise NAFTAL de Tizi-Ouzou. Diss. UMMTO, 2018.
- [09] Aumar, Nadia, and Dounia Sediri. Etude des propriétés physico-chimiques des sols de deux stations-services Idjeur et Fréha. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2018.
- [10] S. PATEJ ETUDE DE SCENARIOS DANGEREUX EN STATIONS-SERVICE Rapport final OCTOBRE 2002.
- [11] Méthodes d'analyse des risques. Maîtriser les concepts et méthodes nécessaires à la sécurité et à la gestion des risques. <https://www.techniques-ingenieur.fr>.
- [12] DDIR, Olivier., 10 mars 2021, : SE4076 "Évolutions de la méthode LOPA" SE 4076 Évolutions de la méthode LOPA.

Références bibliographique

- [13] PERILHON, P. (2003). "MOSAR-Présentation de la méthode."
- [14] GRANDAMAS, Olivier. "Méthode MADS-MOSAR-Pour en favoriser la mise en œuvre." (2010).
- [15] INERIS-DRA-2006-P46055-CL47569 : Ω -7 : Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle.
- [16] Kotek, L. et M. Tabas. "Etude HAZOP avec analyse qualitative des risques pour la priorisation des actions correctives et préventives." *Procedia Engineering* 42 (2012): 808-815.
- [17] IDDIR, Olivier. "Nœud papillon: une méthode de quantification du risque." (2015).
- [18] Mortureux, Yves. "Arbres de défaillance, des causes et d'événement." (2002).
- [19] Amael, M. "Diagramme de causes à effets (diagramme d'Ishikawa ou en arête de poisson)." *Publications Pimido* (2012).
- [20] ZWINGELSTEIN, Gilles. "Signalement, analyse et correction de défaillances." (2018).
- [21] Deschênes, Pierre. "La négociation concertée." *Interactions* 3.1 (1999).
- [22] École des HEC - 1994 - Reproduction strictement interdite. L AMDEC. Sous la direction du prof. Joseph Kélada. École des Hautes Études Commerciales Centre d'études en qualité totale.
- [23] ZWINGELSTEIN, G, se 4005 Évaluation de la criticité des équipements (Méthodes analytiques), base documentaire : méthodes d'analyse des risques, date de publication : 10/07/2014.
- [24] AMDEC - Moodle IAMM . AFREQEN – 26/04/2019.