



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة ولأمن الصناعي

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle
Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité Prévention Intervention

Thème

Audit sur les accidents électriques dans Sonelgaz

Présenté par :

Guenouna Nabila

Et

Lebbad Chouib

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr.Lalaoui Mohamed el Amine	MAA	IMSI-Université D'Oran 2	Président
Mr.Tahraoui Mohammed	MAA	IMSI-Université D'Oran 2	Encadreur
Mr.Bouhafis Mohamed	MCB	IMSI-Université D'Oran 2	Examineur

Année 2021/2022

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné la force et la volonté de faire cet humble travail.

Nos remerciements particuliers et du fond du cœur à nos parents qui nous ont donné tous leurs encouragements et tous les moyens pendant toute la durée de nos études.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre superviseur, le Dr.Tahraui Mohamed., pour son encadrement, son soutien et ses conseils avisés.

Précieux pour finir notre travail (projet de fin d'étude).

Nous remercions Dr.Lalaoui Mouhammed El amine pour avoir présidé le jury de ce mémoire.

Nous remercions aussi l'examineur Dr.Bouhafs Mouhamed qui a bien voulu accepte de juger notre travail.

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Nous tenons également à remercier tous les enseignants du Département de santé et sécurité du travail pour l'enseignement qu'ils nous ont inculqué lors de notre cursus universitaire.

Dédicace

*Merci à Dieu de m'avoir accordé la capacité de faire ce travail. Je dédie mon travail à mes
parents qui méritent tous mes remerciements*

Merci à mon collègue lebbad chouib.

A tous ceux qui ont participé d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail

Guenouna Nabila

Résumé

Dans cette thèse

Nous avons réalisé un audit interne des accidents électriques dans l'entreprise Sonelgaz, qui faisait fréquemment ce type d'accident et perdait les cocons des ouvriers et même du matériel

Par conséquent, nous nous sommes concentrés sur ce travail, espérant connaître toutes les raisons menant à ce dernier

Et réaliser une étude approfondie pour identifier ces risques et les évaluer par ARP Et effectuer tous les travaux liés aux accidents

Ils ont fourni un ensemble de lignes directrices sur certaines des lacunes que l'entreprise doit prendre en considération

ملخص

في هذه الأطروحة

قمنا بعمل تدقيق داخلي للحوادث الكهربائيه في شركه سونلغاز حيث كان هذا النوع من الحوادث متكرر بكثره واضاع حياه الكثير من العمال وحتى المعدات.

لذلك اهنمنا في عملنا هذا على معرفة كل الاسباب التي تادي الى هذا النوع من الحوادث ,والقيام بدراسه شامله لتحديد هذه المخاطر وتقييمها بواسطة طريقه التحليل الاولي للمخاطر . والقيام بجميع الاعمال التابعه للحوادث وقد قدما مجموعه من الارشادات حول بعض النقائص للشركه كي تقوم باخذها بعين الاعتبار.

LISTE DES ABREVIATIONN

- INRS** :institut national de recherche et de sécurité
- RSST** : Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail
- CSA** : Conseil supérieur de l'audiovisuel
- ONS** : Observatoire national de la saisonnalité
- VAT** :Vérificateur d'absence de tension sans contact
- EPI** :Équipements de protection individuelle
- EPC** :Équipements de protection collectifs
- TBT** : Très base tension
- BT** :Base tension
- HTA** :Haute tension A (moyenne tension)
- HTB** :Haute tension B
- TBT** : Très base tension
- BTA** : Base tension A
- BTB** : Base tension B
- HTA** : Haute tension A
- HTB** : Haute tension B
- TBTS** : Très base tension de sécurité
- TBTP** : Très base tension de protection
- UV** : **Ultraviolet**
- APR** : Analyse préliminaire des risques
- TG** : Turbine à gaz
- TV** : Turbine à vapeur
- HP** : Haut pression
- G** : Gravité
- F** : Fréquence
- D** : Probabilité (facteur)

SOMMAIRE

Résumé

Acronymes et abréviations

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abstract

Introduction général.....1

Chapitre I : Généralité sur le risque électrique

I-1. Introduction.....02

I-2 Les notions de risque électrique02

 I.2.1. Le risqué02

 1.2.2. Le danger02

 I.2.3 Définition de risque électrique.....02

I-3 Les domaines de tension.....03

I.4 Les source de risque électrique04

 I.4.1 Les contacts électriques04

 I.4.1. Le contact direct04

 I.4.2. Le contact indirect05

I.5 Les facteurs d'influences le risque électrique.....05

I.6 Les risques électrique lies au travail.....08

 I.6.1 Le contact direct.....08

 I.6.2 Le contact indirect.....08

 I.6.3 Le court-circuit.....08

 I.6.4 L'arc électrique09

I.7 Les personnes concerner par le risque électrique.....09

I.8 Les principal causes de risque électrique.....	10
I.9 Les conséquence de risque électrique.....	10
I.9.1 Electrocuton	10
I.9.2 L'électrisation	11
I.9.3 Les incendies	11
I.9.4 LES explosions.....	12
I.10 Les obligations légales en matière de risque électrique,.....	13
I.11 Limitation de risque électrique	13
1.12 Production de l'électricite	14
1.12.1 Processus de fonctionnement	14
I.12.1.1 Chaudière	14
I.12.1.2. Turbine	14
I.12.1.3. Alternateur.....	15
I-13. Distribution de l'énergie électrique.....	15
I.14 Habilitation électrique	18
I.15 Analyse le risque électrique	19
I-16. Conclusion	20
CHAPITRE II : les accidents électrique	
II-1. Introduction	21
II.2 Définition sur les accidents électriques.....	21
II.2.1 Accidents électriques	21
II.3.La nature des accidents électriques	22
II.4 Les causes des accident électriques.....	22
II.4.1 Contact direct	22
II.4.1.1 Mauvaises connexions d'alimentation de l'outillage électrique portatif.....	22
II.4.1.2 Les installation en mauvais état.....	23
II.4.1.3 Contact entre un échafaudage métallique mobile et une ligne sous tension.....	24
II.4.1.4 Contact d'un appareil de levage avec des conducteurs sous tension.....	24
II.4.1.5 Travail sous tension.....	25

II.4.1.6 Electrocutation sur un matériel de battage.....	26
II.4.1.7 Mauvais branchement.....	26
II.4.1.8 Chute dans une cellule haute tension.....	27
II.4.1.9 Nettoyage de cellule HT dans un poste d'usine.....	27
II.4.1.10 Nettoyage d'un poste HT.....	28
II.4.1.11 Travaux sur toiture à proximité d'une ligne aérienne.....	28
II.4.2 Contact indirect.....	28
II.4.2.1 Electrocutation par une perceuse.....	28
II.4.2.2 Eclairage provisoire dans un local mouillé.....	29
II.4.2.3 Electrocutation dans une filature.....	29
II.4.2.4 Alimentation électrique d'appareils mobiles.....	29
II.4.3 Coupure d'urgence non identifiée.....	30
II.4.3.1 Protection contre les défauts d'isolement mal assurée.....	30
II.4.3.2 Canalisations d'eau utilisées comme circuit de protection.....	30
II.4.4 Brûlure, incendie ou explosion d'origine électrique.....	31
II.4.4.1 Enlèvement d'un fusible en charge.....	31
II.4.4.2 Ouverture d'un sectionneur en charge.....	31
II.4.4.3 Danger de l'électricité statique.....	31
II.4.4.4 Appareil de mesure en mauvais état.....	32
II.4.4.5 Travail au voisinage de pièces nues sous tension sans protection.....	32
II.4.4.6 Utilisation d'outils mal adaptés.....	32
II.4.4.7 Intervention par du personnel non qualifié.....	33
II.5 Les Effets Des Accidents Electrique	33
II.5.1 Sur la côté de l'Individus.....	33
II.5.1.1 Electrocutation.....	33

II.5.1.2 Électrisation	35
II.5.1.3 Brûlure.....	37
II.5.2.4 Brulures par arc.....	38
II.5.2 Les effet des accidents électrique sur l’installation électrique	39
II.5.2.1 Incendie.....	39
II.5.2.2 Détérioration.....	39
II.6 les conséquences des accidents électrique sur la rendement.....	41
II.7 La sécurité électrique.....	41
II.7.1 La sécurité électrique.....	41
II.7.2 La sécurité.....	41
II.7.3 Les 13 bons réflexes et bonnes pratiques à adopter.....	42
II.7.4 Les normes à suivre dans la sécurité électrique	44
II.7.5 Les 10 élémentaires de sécurité électrique	45
II.8 Assurer la sécurité électrique dans le milieu industriel.....	47
II.9 LA secourisme des accidents électrique.....	47
II.10. Conclusion.....	52

CHAPITRE III: La prévention des accidents électrique

III-1. Introduction.....	53
III.2 Notions général de prévention.....	54
III.2.1 Le code de travail	54
III.2.2 La prévention	54
III.2.3 Protection	54
III.3 Principes généraux de prévention au regard du risque d’origine électrique.....	55

III.3.1 Objectif de prévention.....	55
III.3.2 Les principes généraux de prévention des accidents électrique.....	55
III.4. Les paramètres de protection	55
III.4.1 Les périmètres de protection contre les chocs électriques.....	56
III.4.2 Le périmètre de protection contre les éclats d'arcs électriques.....	56
III.5 Les équipements de protection individuelle EPI.....	57
III.6 Prévenir les chocs électriques indirects.....	66
III.6.1 La mise à la terre.....	66
III.6.2 Le détecteur de fuite à la terre.....	66
III.6.3 Les outils à double isolation.....	68
III.6.4 La bonne polarité.....	68
III.7. Inspecter et entretenir les appareillages électrique.....	69
III.7.1. Les câbles souples.....	69
III.7.2 Les fiches et les prises.....	69
III.7.3 Les rallonges électriques.....	69
III.7.4 Les outils et appareils portatifs.....	70
III.7.5. Les couvercles de protection.....	70
III.7.6 Les dispositifs de protection contre les surintensités.....	70
III.7.7 Les emplacements dangereux.....	71
III.7.8 Les détecteurs de fuite à la terre (DDFT).....	71
III.7.9 Les équipements de protection individuelle et le matériel isolant.....	71
III.7.10 Le dégagement.....	72

III.7.11 La thermographie.....	72
III.8. Conclusion.....	73
CHAPITRE V : Audit sur les accidents électrique dans Sonelgaz	
IV.1 Introduction.....	74
IV.2. Plan de masse de la centrale de jijel.....	75
IV.3. Organes principaux de la centrale.....	76
IV.4 Principe de fonctionnement de la centrale.....	77
IV.5 Partie électrique de la centrale.....	79
V. Introduction	81
v-2 La méthodologie de l’audit	
v-2-1 La préparation.....	82
v-2-2 L’investigation.....	82
v-2-3 La Validation	83
v-2-4l Le suivre	83
V2. Démarche de l’audit.....	84
V.3 l’horaire de l’audit.....	85
V.4 Le questionnaire.....	86
V.5 Analyse de risque.....	87
V.6 Les mesures control	88
V.7 Les actions corrective.....	89
V.8 Rapport final.....	90
V.9 Conclusion.....	90
Conclusion général	91

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I.1 : Domain de tension.....	04
Tableau I.2 : Symboles d’habilitation électrique	18

CHAPITRE II

Tableau II.1 : types des contacts électrique	21
--	----

CHAPITRE III

Tableau III : les catégories de surtension.....	61
---	----

CHAPITRE V

Tableau V.1 : démarche de l’audit.....	84
Tableau V.2: l’horaire de l’audit.....	85
Tableau V. 3 : le questionnaire.....	86
Tableau V. 4 : Analyse Préliminaire des Risques (l’APR).....	87
Tableau V. 5 : Les Mesures control.....	88
Tableau V. 6 : les actions correctives.....	89

LISTE FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1 : Domaine de tension.....	04
Figure I. 2 : Contact direct	05
Figure I.3 : Contact indirect.....	05
Figure I. 4 : L'intensité du courant électrique continu	05
Figure I.5 : courant électrique alternatif.....	05
Figure I.6 : la résistance humaine.....	06
Figure I.7 : trajet main –pied.....	07
Figure I.8 :trajet main-main.....	07
Figure I.9 : Trajet tête-pied.....	07
Figure I.10 : Le court-circuit.....	08
Figure I.11 :arc électrique.....	09
Figure I.12 : Turbine.....	14
Figure I.13 : Alternateur.....	15
Figure I.14 : Éléments d'une centrale thermique.....	15
Figure I.15 : Organisation du réseau.....	16
Figure I.16 : Aspect des pylônes	17

CHAPITRE II

Figure II.1 : statistique des accident professionnels mortes.....	21
Figure II.2 : Mauvaises connexions d'alimentation de l'outillage électrique portatif.....	23
Figure II.3 : Les installation en mauvais état.....	23
Figure II.4 : Contact entre un échafaudage métallique mobile et une ligne sous tension.....	24
Figure II.5 : Contact d'un appareil de levage avec des conducteurs sous tension.....	25
Figure II.6 : Mauvais branchement.....	26
Figure II.7 : La ligne haut tension de 63000 v.....	27
Figure II.8 : signalisation d'électrostatique.....	31
Figure II.9 Appareil de mesure en mauvais état.....	32
Figure II.10 : électrocution.....	34

Figure II.11 : Câbles dans le tube.....	36
Figure 12 : berlure électrique	36
Figure 13 : défient degré de brulure électrique.....	38
Figure 14 : les statistique de conséquence des accidents électrique pendant les dernier années.....	41
Figure II.15 : Coupure d'urgence.....	49
Figure II.16 : secourisme de accidents électrique	50
Figure II.17 : les étapes de secourisme.....	51

CAPITRE III

Figure 1 Travail effectué sous tension avec l'équipements approprié.....	60
Figure 2 Equipment de protection ayant une cote anti –arc	62
Figure 3 : Tournevis approuvé pour 1000v.....	62
Figure 4 : Aménagement d'une station mobile d'essais électrique.....	64
Figure 5 : 5 Différents modèles de DDFT.....	67

CHAPITRE V

Figure IV1 : Organigramme de la centrale	74
Figure IV2. : plan de masse	75
Figure IV.3 : Organes principaux du central.....	77
Figure V.3 : le programme de l'Audit.....	81

Introduction générale

La sagesse conventionnelle est que le danger est partout et que vous devez être prudent une fois que vous entrez en contact avec le champ électrique mondial

L'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Les travailleurs sont amenés à utiliser du matériel électrique. Cela implique que toute entreprise peut être confrontée à un accident d'origine électrique. Si le nombre d'accidents liés à l'électricité diminue régulièrement, ceux-ci sont souvent très graves.

Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit, et le risque d'arc électrique. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion...

La prévention du risque électrique repose, d'une part, sur la mise en sécurité des installations et des matériels électriques et, d'autre part, sur le respect des règles de sécurité lors de leur utilisation ou lors d'opération sur ou à proximité des installations électriques incluant les véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée.

Dans cet ouvrage, nous aborderons divers aspects des risques électriques et les méthodes de protection les plus courantes dans l'industrie, allant de l'identification des causes des accidents électriques chez Sonelgaz, à leur prévention.

Enfin, nous réaliserons un audit interne au sein de Sonelgaz pour mener une étude approfondie sur les causes des accidents électriques sur la base des normes les plus appropriées.

Pour mener à bien notre étude sur l'audit des accidents électriques et les mesures appropriées pour leur prévention, notre travail se compose de deux parties, chacune composée des chapitres suivants :

Chapitre I: Généralité sur le risque électrique

Chapitre II : Les accidents électrique

Chapitre III: Prévention des accidents électriques

Partie pratique : Audit sur les accidents électriques dans sonelgaz

I.1 Introduction

Dans les sociétés industrielles, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Les travailleurs sont amenés à utiliser du matériel électrique. Cela implique que toute entreprise peut être confrontée à un accident d'origine électrique. Si le nombre d'accidents liés à l'électricité diminue régulièrement, ceux-ci sont souvent très graves.

Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit, et le risque d'arc électrique. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion...

La prévention du risque électrique repose, d'une part, sur la mise en sécurité des installations et des matériels électriques et, d'autre part, sur le respect des règles de sécurité lors de leur utilisation ou lors d'opération sur ou à proximité des installations électriques incluant les véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée.

I.2. Les notions de risque électrique

1.2.1. Le risque :

C'est « une notion abstraite, inobservable directement, une catégorie de statut intermédiaire entre celle des dangers et celle des dommages ». C'est un événement à venir, donc incertain. Cette incertitude est fondamentalement irréductible mais elle est plus ou moins grande selon la qualité des informations disponibles.

C'est la propriété intrinsèque d'un produit, d'un équipement, d'une situation susceptible de causer un dommage à l'intégrité mentale ou physique du salarié.

1.2.2. Le danger :

Est la propriété intrinsèque d'un produit, d'un équipement, d'une situation susceptible de causer un dommage à l'intégrité mentale ou physique du salarié.

I.2.3 Définition de 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 électrostatique (contact d'une personne avec des parties chargées)

- d'un rayonnement thermique ou des phénomènes tels que la projection de particules en fusion et les effets chimiques dus à des courts circuits, surcharges, etc. Il peut également occasionner des chutes de personnes (ou d'objets lâchés par ces personnes), dues à l'effet de surprise provoqué par ces chocs électriques.

I-3 les domaines de tension

Les ouvrages et installations électriques sont classés en domaines de tension, définis par la **norme NF C 18-510**. Les domaines de tension se différencient en fonction du type de courant (alternatif ou continu) et donc du type de tension : basse tension ou haute tension.

La norme NF C 18-510 regroupe des prescriptions dans le but de prévenir les risques électriques lors d'interventions sur un ouvrage ou une installation électrique ou dans un environnement électrique.

Le domaine de tension est important en matière d'habilitation électrique, puisqu'il conditionne les champs d'intervention du personnel selon le niveau d'habilitation obtenu : le domaine de tension doit donc être connu avant d'intervenir car les risques et les précautions à adopter varient.

Il existe actuellement **4 domaines de tension** :

- la très basse tension (TBT)
- la basse tension (BT)
- la haute tension A (HTA)
- la haute tension B (HTB)

En ce qui concerne la haute tension, la HTA, appelée aussi domaine de moyenne tension, couvre une plage de comprise entre 1000 et 50 000 volts en régime alternatif, 1500 et 75 000 en régime continu. Le domaine HTB couvre pour sa part les tensions supérieures à 50 000 volts en régime alternatif et 75 000 volts en régime continu.

Le domaine BT couvre une plage comprise entre 50 et 1000 volts en courant alternatif, 120 et 1500 volts en régime continu.

Enfin, la TBT, c'est-à-dire la très basse tension, commence à 0 volt pour finir à 50 volts en régime alternatif et en régime continu de 0 à 120 volts. Par ailleurs, sachez que le domaine TBT se divise en trois types :



Figure I.1 : Domaine de tension

- la TBTF (Tension fonctionnelle)
- la TBTS (Tension de sécurité)
- la TBTP (Tension de protection)

Tableau I.1 : les domaines de tension

Symboles	TBT	BTA	BTB	HTA	HTB
Tension	Très Basse Tension	Basse Tension A	Basse Tension B	Haute Tension A	Haute Tension B
Courant alternatif	$U \leq 50$ volts	$50 < U \leq 500$ volts	$500 < U \leq 1000$ volts	$1000 < U \leq 50$ kV	$U > 50$ kV
Courant continu	$U \leq 120$ volts	$120 < U \leq 750$ volts	$750 < U \leq 1500$ volts	$1500 < U \leq 75$ kV	$U > 75$ kV
Sécurité du voisinage	Aucun danger	$D \geq 30$ cm	$D \geq 30$ cm	$D \geq 2$ mètres	$D \geq 3$ mètres*

I.4 Les sources de risque électrique

I.4.1 Les contacts électriques

Un risque d'électrisation, voir même d'électrocution, peut se présenter dès qu'une personne entre en contact avec une pièce sous tension ; étant soumise à une différence de potentielle, l'impédance du corps est traversée par un courant dangereux.

1.4.2. Le contact direct

C'est le contact physique d'une personne avec un (ou plusieurs) conducteur actif nu sous tension. Le contact direct s'établit lorsque le corps est soumis à une différence de potentiel :

Entre deux phases ;

Entre une phase et la terre ou une masse métallique ;

Entre le neutre et la terre ou une masse métallique. Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles, ou les jambes ...

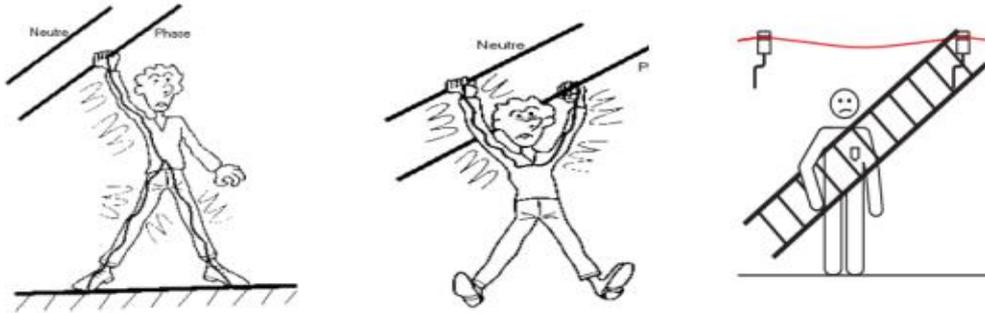


Figure I.2 : Contact direct

I.4.3 Le contact indirect

Dans le cas d'un contact indirect, la personne entre en contact avec une partie qui n'est normalement pas sous tension. Par exemple une personne touche la carcasse métallique d'un appareil électroménager présentant un défaut d'isolement

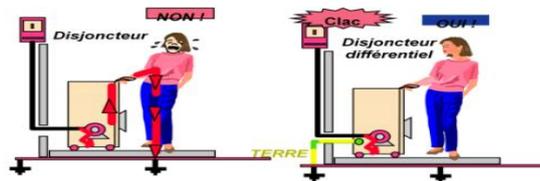


Figure I.3 : Contact indirect

1.5 les facteurs d'influences de risque électrique

- L'intensité de courant :

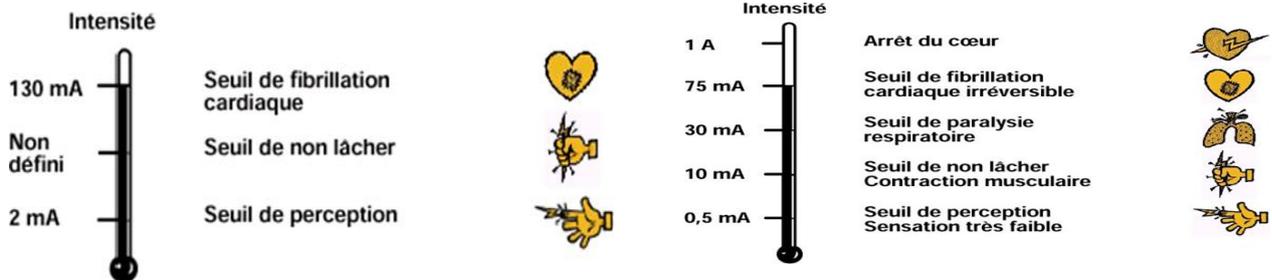


Figure I.4 : L'intensité du courant électrique continu

Figure I.5 : courant électrique alternatif

- **La résistance électrique du sujet**

Le **corps humain** soumis à une **tension électrique** se comporte comme une **résistance électrique** : R_{Humaine} laisse donc passer le courant électrique.

Cette **résistance** est caractérisée par la faculté de la **peau** à laisser passer plus ou moins le courant dans notre corps. Les études scientifiques ont permis d'établir un graphe illustrant la variation de la **résistance** du corps humain en fonction de l'**état** de la **peau**

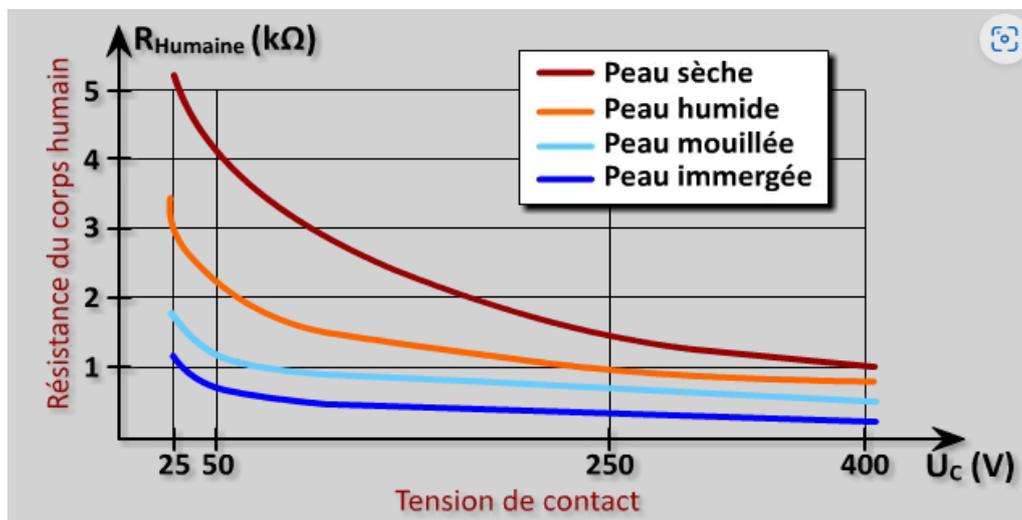


Figure I.6 : la résistance humaine

- **La tension du courant :**

A partir de 1500 v la peau se comporte comme un diélectrique A 1500v la peau sera « Percée » par le Courant et sa Résistance sera réduite à celle du milieu interne (500Ω à 750Ω).

- **La fréquence du courant**

L'Origine des Conséquences dus au Courant Alternatifs (50 Hz) est identique que pour le Courant Continu (Cependant les seuils sont plus élevées d'un facteur 4 fois plus grand)

Pour les $f > 50$ Hz, les courants deviennent moins dangereux. Ceci ne veut pas dire que le danger disparaisse Totalement (Le risque de est échangée contre des brûlures profondes)

- **Le temps de contact :**

Durée de Contact si le temps augmente (de 1ms à 4ms selon la Tension Appliquée), la résistance cutanée diminue

- **Le trajet du courant**

Il est essentiel aussi bien dans la Fibrillation Ventriculaire que l'Inhibition des centres nerveux

Trajet main-pied touchant coeur, foie et rein

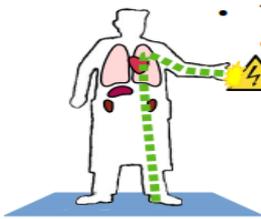


Figure I.7 : trajet main – pied

Trajet main-main touchant coeur, et poumon

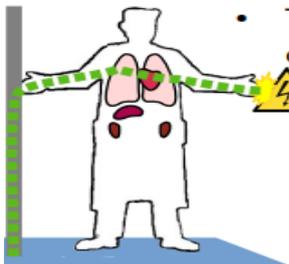


Figure I. 8 : trajet main-main

Trajet tête-pied touchant cerveau, cœur, foie et rein

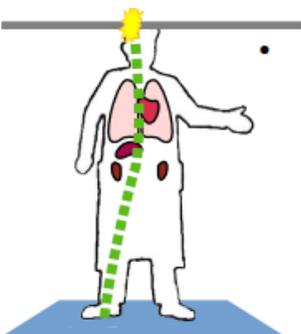


Figure I.9 : Trajet tête-pied

I.6 Les risques électrique lies au travail

Un risque électrique correspond à tout événement pouvant être à l'origine d'un incident ou accident de travail, causé par le courant électrique.

Pour les travailleurs, les risques liés à l'électricité sont multiples et peuvent être de différentes natures. La majorité de ces risques professionnels peut être regroupée en quatre grands types, comme suit :

I.6.1 Le contact direct

Le contact direct correspond à la mise en contact du salarié avec un conducteur actif ou une pièce nue sous tension, comme un conducteur électrique dénudé, ou une borne de raccordement, etc. ;

I.6.2 Le contact indirect

Le contact indirect correspond à la mise en contact du salarié avec un élément conducteur mis accidentellement sous tension, comme une machine ou un matériel portatif ;

I.6.3 Le court-circuit

Un court-circuit est un phénomène potentiellement dangereux qui peut avoir de multiples sources et dont les conséquences peuvent être plus ou moins sévères sur les équipements, les structures et les personnes.

Également appelé "défaut", un court-circuit a lieu lorsque deux conducteurs ayant des polarités différentes entrent directement, et le plus souvent accidentellement, en contact. Un courant de court-circuit se produit alors sous l'effet d'une intensité plus importante que la norme. Sur un réseau triphasé, le court-circuit monophasé, qui implique un contact entre la phase et le neutre, est le plus fréquent, puisqu'il correspond à 80 % des cas constatés

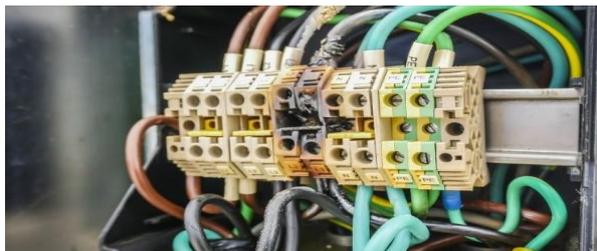


Figure I.10 : Le court-circuit

I.6.4 L'arc électrique

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

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



Figure I.11 : arc électrique

I.7 Les personnes concernées par le risque électrique

Étant donné que l'électricité est omniprésente dans les bâtiments, les travailleuses et les travailleurs de presque tous les secteurs sont susceptibles d'être exposés aux risques électriques.

Par ailleurs, si vos membres exercent les métiers suivants, il y a une forte probabilité que ceux-ci soient en contact avec de l'électricité, que ce soit parce qu'ils effectuent des travaux sur des composantes électriques ou parce qu'ils travaillent à proximité de composantes sous tension :

- électricien;
- électromécanicien;
- technicien;
- mécanicien et aide-mécanicien (tous types);
- frigoriste;

- chauffagiste;
- ouvrier de maintenance;
- plombier;
- manœuvre;
- ouvrier d'entretien.

I.8 Les principal causes de risque électrique

- Le non-respect des règles de sécurité à la conception ou lors de la maintenance d'une installation ou un matériel électrique ;
- La dégradation de l'état du matériel et des isolants (détérioration, coupure ...) ;
- Des installations en mauvais état ;
- Une mauvaise connexion de l'alimentation des outils et du matériel électrique portatif ;
- Des branchements inappropriés ;
- L'utilisation inadaptée des matériels, outils et installations électriques ;
- L'inadaptation de l'habilitation électrique du travailleur pour l'intervention à réaliser ;
- L'intervention d'un personnel non qualifié ;
- La réalisation des travaux d'entretien et de maintenance sous tension ;
- Le travail à proximité d'une ligne aérienne ;
- Le non-respect des distances de sécurité par rapport aux pièces nues sous tension.

I.9 Les conséquences de risque électrique

I.9.1 L'Electrocution

L'électrocution correspond au décès consécutif au passage d'un courant électrique dans le corps humain.

Les causes du décès peuvent varier : une fibrillation ventriculaire, une contraction spontanée des muscles respiratoires, des brûlures importantes ou des symptômes traumatiques comme la chute de hauteur.

En effet, le corps humain possède, en moyenne, une capacité de résistance de 25 milliampères. Cette capacité varie en fonction de plusieurs paramètres : état de la peau, nature du sol, port de

vêtements isolants, prise de médicaments, etc. L'électricité devient donc potentiellement mortelle lorsqu'elle dépasse la résistance de l'être humain à un moment donné.

L'électrocution comme l'électrisation peut être occasionnée lorsqu'un membre du corps humain (Main, pied, etc.) entre en contact avec une source d'électricité et que celle-ci peut circuler à travers le corps jusqu'à un point de sortie, qui est généralement le sol.

Il faut noter que les premières minutes après l'accident sont décisives pour la survie des victimes. Il faut donc réagir rapidement, par la coupure du courant tout en évitant de toucher au corps de la victime, et assurer la prévention immédiate des secours.

Par ailleurs, d'autres accidents peuvent être dus à l'électricité comme les incendies ou encore les explosions.

I.9.2 L'Electrisation

L'électrisation correspond au passage d'un courant électrique à travers le corps humain. Une électrisation peut survenir sans qu'il y ait de dommages conséquents sur l'individu qui la subit. Dans le cas où l'électrisation est significative, les conséquences peuvent être diverses sur les tissus et les organes. De ce fait, une électrisation peut être à l'origine de brûlures relativement graves, de douleurs musculaires, de maux de tête, d'accidents cardiaques, comme elle peut provoquer des effets sur l'appareil respiratoire ou digestif.

En effet, un même courant de 220V par exemple, peut dans certains cas causer une légère électrisation (mains sèches et pieds chaussés sur un sol sec), comme il peut provoquer un arrêt cardiaque (mains et pieds humides sur un sol mouillé).

La gravité d'une électrisation dépend donc des conditions dans lesquelles se trouve l'individu, de l'intensité du courant électrique qui traverse le corps et de la durée d'exposition.

A noter que lorsqu'une électrisation est à l'origine du décès, on parle d'électrocution.

I.9.3 Les incendies

Un pourcentage important des incendies qui surviennent en milieu industriel sont d'origine électrique.

Leurs principales causes sont :

- Une surchauffe des câbles suite à une surcharge ;
- Un court-circuit qui crée un arc électrique ;

- Une défaillance d'isolement qui entraîne une circulation incompatible du courant entre récepteur et masse ou entre récepteur et terre ;
- Des contacts défaillants qui conduisent à des échauffements et à une résistance anormale ;
- La foudre ;
- Une décharge électrostatique.

Il existe d'autres facteurs qui peuvent aggraver le risque d'incendie tels que :

- Une ventilation insuffisante;
- Un cumul de poussières ou de dépôts de graisse ;
- Un stockage inapproprié des matières inflammables à côté des installations électriques ;
- Un empilage des câbles qui entraîne un blocage de l'évacuation de la chaleur.

I.9.4 Les explosions

Le risque d'explosion électrique est présent lorsque ces trois conditions sont réunies :

- il doit y avoir suffisamment d'oxygène (ce qui est toujours le cas),
- il faut un combustible pour « alimenter » l'explosion (particules de poussières, vapeurs de gaz ou autres vapeurs explosives),
- il faut qu'il y ait une source d'inflammation active, une installation électrique active par exemple. Réunissez ces trois éléments et les conséquences sont souvent désastreuses. Le terme « souvent » est à prendre au pied de la lettre puisque, selon une étude néerlandaise, il se produit en moyenne une explosion de poussière par semaine dans les silos, les cales de navire et les usines. Les étincelles électriques (3 %) et les décharges électrostatiques (9 %) constituent 12 % des sources possibles d'inflammation des explosions de poussières (2). Un entretien et des contrôles réguliers des installations électriques valent par conséquent toujours la peine pour diminuer le risque de telles explosions.

Les installations électriques représentent un risque pour vous et pour les travailleurs de votre entreprise. Il est dès lors indispensable que les manipulations avec et autour de l'électricité s'effectuent en toute sécurité.

I.10 Les obligation légales en matière de risque électrique

Les risques électriques sont abordés dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), aux articles 188.1 à 188.13 et 189.1, qui concernent uniquement le cadenassage des machines.

Devant le manque d'articles du Règlement pour encadrer les interventions électriques, les inspecteurs de la CNESST n'ont d'autre choix que de se référer :

- aux articles généraux de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST), tels que l'article 51;
- à la norme canadienne CSA Z462, *Sécurité en matière d'électricité au travail*, qui fournit notamment des directives quant aux procédures de travail sécuritaire

I.11 Limitation de risque électrique

La prévention des risques électriques est réalisée par la mise en place de plusieurs dispositifs de protection des intervenants et de sécurisation des machines, matériels et installations électriques.

Il s'agit entre autres de :

- Respecter les règles de conception et de mise en sécurisation des matériels et installations (éloignement et isolation des parties actives ...);
- Vérifier régulièrement les équipements et installations ;
- Mettre en place des outils d'interruption, du type interrupteurs et disjoncteurs, etc.
- Utiliser des relais thermiques et des fusibles permettant d'ouvrir les circuits électriques lorsque le courant dépasse une certaine valeur ;
- Réaliser une analyse de risque, avant chaque intervention, portant sur les caractéristiques de l'installation électrique, l'environnement de l'opération, et les tâches à effectuer par les intervenants ;
- Baliser la zone d'intervention ;
- Respecter les mesures de sécurité liées à l'utilisation des matériels et machines électriques ;
- Mettre en place des dispositions de sécurisation lors des interventions sur ou à proximité des installations électriques, comme la vérification, l'isolation, et l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI) en cas de besoin ;

- Le signalement des anomalies observées directement aux responsables de la surveillance des installations. Ces anomalies peuvent prendre la forme d'odeur de brûlé, d'un bruit anormal, d'une apparition de fumée ou d'étincelles.

I.12 La production de l'électricité

I.12.1 Processus de fonctionnement

La centrale thermoélectrique produit l'énergie électrique à partir d'une énergie Calorifique transformée en énergie cinétique puis en énergie mécanique est à travers cette dernière énergie en réalise l'entraînement par rotation du rotor de la turbine accouplée avec l'alternateur et de la part système d'excitation en aura l'énergie électrique donc il faudra réaliser plusieurs transformations successives.

I.12.1.1 Chaudière :

Dans la chaudière l'eau circule à travers des tubes qui sont au contact a la température provenant de la combustion (gaz-air), l'eau monte en température jusqu'à devenir vapeur. C'est une transformation :

De l'énergie de combustion → En énergie calorifique

La vapeur produite par la chaudière sera utilisée comme fluide moteur de la turbine.

I.12.1.2. Turbine :

La vapeur produite par la chaudière pénètre dans la turbine allant vers les tuyères et de la en aura la rotation de l'arbre de la turbine qui nous permet de donner une vitesse de rotation de 3000 tr/min, réalisant une nouvelle transformation.

De l'énergie calorifique → En énergie cinétique

Dans la turbine toujours, cette vapeur à grande vitesse va venir frapper tangentiellement les ailettes par la suite l'entraînement de l'arbre à travers ses ailettes provoquant leur mise en rotation, c'est une nouvelle transformation.

De l'énergie cinétique → En énergie mécanique



Figure I.12 : Turbine

I.12.1.3. Alternateur :

A une vitesse constante de rotation 3000tr/min de la turbine alternateur sera couplé directement, et l'ultime une transformation réalisée :

De l'énergie mécanique → En énergie électrique



Figure I.13: Alternateur

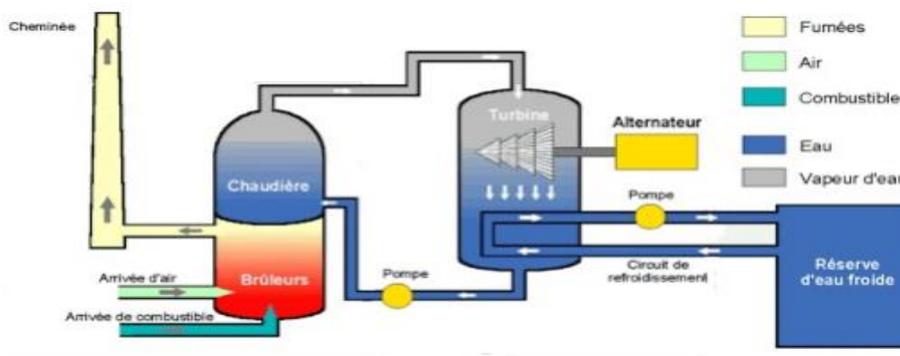


Figure I.14: Éléments d'une centrale thermique

I-13 La distribution de l'énergie électrique

Le courant qui circule sur réseau électrique est le plus souvent alternatif et triphasé car c'est le plus économique à produire et à transporter. Alors que le consommateur final a besoin de courant à basse tension, moins dangereux à utiliser, il est plus économique de transporter un courant à très haute tension sur de longues distances.

En effet, à puissance constante, si l'on augmente la tension, alors on réduit l'intensité du courant ($P=U*I$) et donc, également les pertes par effet Joule ou pertes thermiques ($P_{th}=R*I^2$), mais aussi l'effet "peau d'orange" qui limite la circulation des forts courants à la surface extérieure des conducteurs ce qui obligerait l'utilisation de câbles de cuivre de plus grosse section. On utilise donc des transformateurs éleveurs de tension de manière à réduire l'intensité du courant pour le transporter et, des transformateurs abaisseurs de tension pour la distribution (en Basse tension) aux usagers.

L'électricité est une énergie souple et adaptable mais elle est difficilement stockable, alors que la consommation des clients et la coïncidence de la demande sont constamment variables.

Ces exigences nécessitent la permanence du transport et la mise à disposition de l'énergie par un réseau de distribution :

« *Haute Tension* » pour les fortes puissances et les longues distances,

« *Basse Tension* » pour les moyennes et faibles puissances et les courtes distances.

Un *réseau de distribution électrique* est la partie d'un réseau électrique desservant les consommateurs. Un réseau de distribution achemine l'énergie électrique d'un réseau de transport (*Haute tension* « *HTB* ») ou un réseau de répartition (*Haute tension* « *HTA* ») aux transformateurs aériens desservant les clients.

Sur l'illustration ci-dessous, nous voyons l'organisation du transport de l'énergie électrique de la centrale de production (centrale nucléaire, centrale thermique classique, centrale hydroélectrique, etc.) vers les gros utilisateurs (grands centres de consommation), agglomérations, réseau ferroviaire, industrie via le réseau de répartition, puis vers l'utilisateur final (villes, grandes surfaces, habitation, petite industrie) via le réseau de distribution.

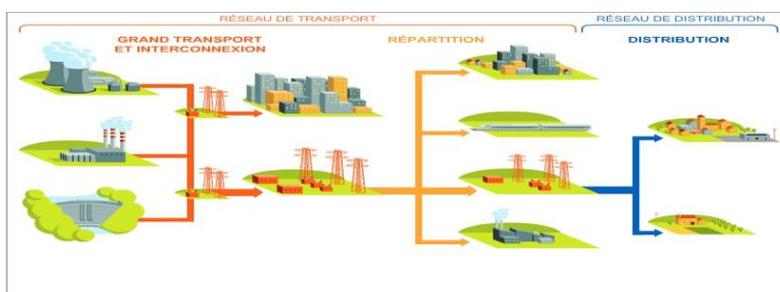


Figure I.15 : Organisation du réseau

Les domaines de tension sont publiés par la *Commission TIS* conformément aux dispositions des Codes de sécurité du *CERN* et par référence à la législation en vigueur.

Selon la valeur de la tension (valeur efficace dans le cas du courant alternatif), les installations électriques sont classées comme suit :

Une ligne aérienne haute tension compte en général *trois câbles électriques* les uns à côté des autres. Lorsqu'une ligne est composée de *six câbles*, il s'agit en fait de deux lignes différentes (*trois câbles par ligne*).

Un câble supplémentaire, appelé *câble de garde* est généralement disposé au-dessus de la ligne de transport et la protège de la foudre.

Des pylônes ou supports maintiennent ces câbles à une certaine distance du sol de façon à assurer la sécurité des personnes et des installations situées au voisinage des lignes.

Il existe différentes catégories et modèles de pylônes en fonction de :

La tension

L'aspect des lieux

Le respect de l'environnement

Les conditions climatiques

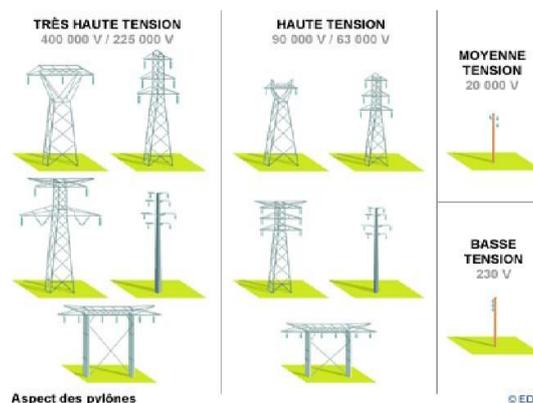


Figure I.16 : Aspect des pylônes

Les réseaux de distribution ont comme point de départ les postes sources.

Ils comportent des transformateurs « *HTB/HTA* » à partir desquels la « HTB » est distribuée en triphasé sans neutre et entre *5 et 33 kV (souvent 20kV)*.

Les transformateurs « *HTB/HTA* » peuvent être couplés.

En aval des transformateurs, la partie « HTA » est constituée de cellules « arrivée »,

« Couplage » et « Départ ».

A partir de ces départs, on réalise des schémas :

En « *Antenne* » ou « *Simple dérivation* » : Il est principalement utilisé dans les zones rurales, en réseau aérien ;

En « *Boucle* » ou « *Coupure d'Artère* » : Il est utilisé en zone urbaine ;

En « *Double dérivation* » : Il est utilisé pour assurer une continuité de service optimale.

I.14 Habilitation électrique

Une habilitation électrique est obligatoire pour réaliser des opérations sur ou à proximité d'une installation électrique. Avant de délivrer l'habilitation, l'employeur doit s'assurer que le salarié a suivi une formation théorique et pratique lui permettant d'appréhender les risques et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour y pallier.

Tableau I.2 : Symboles d'habilitation électrique

1 ^{er} caractère	2 ^e caractère	3 ^e caractère	Attribut
<p>B : basse tension H : haute tension</p>	<p>0 : opération d'ordre non électrique 1 : exécutant opération d'ordre électrique 2 : chargé de travaux C : consignation R : intervention d'entretien et de dépannage S : intervention de remplacement et de raccordement E : opérations spécifiques P : photovoltaïque</p>	<p>T : tension sous travaux V : travaux au voisinage N : nettoyage sous tension X : spéciale</p>	<p>Essai Vérification Mesurage Manœuvre</p>

- **Les personness concerns**

L'habilitation concerne les électriciens mais aussi les salariés non électriciens ayant une formation complémentaire leur permettant de réaliser des opérations simples d'ordre électrique ou de travailler au voisinage d'une installation et d'accéder à des locaux (poste de transformateurs...). Les travailleurs temporaires sont également concernés

- **L'aptitude médicale**

Avant d'être habilité, le travailleur doit avoir été formé et déclaré apte par le médecin du travail. L'employeur doit fournir la fiche de poste au médecin du travail avec la mention de cette habilitation.

- **Le carnet des prescriptions**

Chaque salarié possède un carnet des prescriptions qui lui est remis par son employeur et dans lequel sont notifiées les consignes de l'entreprise. Le recyclage et la validité Un recyclage des compétences est conseillé tous les trois ans ou plus souvent si nécessaire. Les habilitations doivent être revues annuellement.

- **Le recyclage et la validité**

Un recyclage des compétences est conseillé tous les trois ans ou plus souvent si nécessaire.

Les habilitations doivent être revues annuellement.

I.15 Analyse de risque électrique

Une analyse de risques de chocs et une analyse de risques d'éclats d'arcs doivent être réalisées pour tous les travaux sous tension. Selon la norme CSA Z462, une analyse de risques doit

- identifier les dangers;
- estimer la probabilité qu'une blessure survienne et la gravité de celle-ci (la norme fournit un tableau pour estimer la probabilité qu'un accident provoqué par des éclats d'arcs survienne);
- déterminer si des mesures de protection sont requises.

Il faut tenter d'abord d'éliminer le risque à la source. Si ce n'est pas possible et que des mesures de protection sont nécessaires, il faudra utiliser :

- des moyens techniques (ex. : fusibles ayant des temps de réaction plus rapides, panneau de contrôle « finger safe », appareil de commutation résistant aux arcs);
- des méthodes de travail sécuritaires (ex. : procédures, plans de travail);
- des équipements de protection individuelle et des périmètres de protection.

I-16 Conclusion

L'électricité, définie par sa tension, son intensité et sa puissance représentant un tiers de l'énergie consommée au monde, peuvent être générée, transportée et stockée.

Aujourd'hui, cette électricité est produite par des centrales électriques, transportée et distribuée aux consommateurs. Comme le feu du temps des hommes préhistoriques, l'électricité a changé la vie de l'humanité. Elle est devenue indispensable à tout ce qui fait notre vie quotidienne : Se nourrir, se chauffer, s'éclairer, se laver, soigner, communiquer, se déplacer, fabriquer...

II.1 Introduction

Les causes des accidents d'origines électriques sont multiples et surviennent surtout lors d'opérations sur des installations électrique basse tension, exemples les armoires électriques, les coffrets, prises de courant et autres installations. Également lors d'utilisations des machines-outils portatives, ou lors d'interventions sûres ou au voisinage de lignes aériennes, de postes de transformation et de canalisations enterrées.

II.2 Définition sur les accidents électriques

II.2.1 Accidents électriques

Les accidents électriques surviennent lorsque le corps est traversé par le courant électrique. Ils peuvent se produire suite à un contact direct avec la partie active d'un objet conducteur, ou après un contact indirect avec un équipement mis accidentellement sous tension.

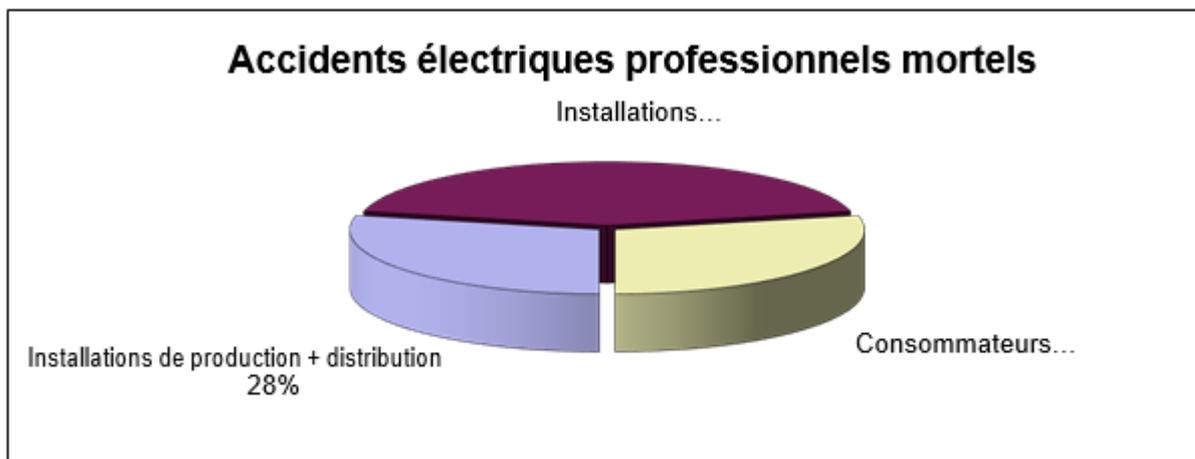


Figure II.1 : statistique des accidents professionnels mortels

II.3. La nature des accidents électriques

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

Leurs actions

La nature du contact (direct, indirect, etc...)

Tableau II. 1 :types des contacts

Contact direct	Contact indirect
Le contact direct est le contact d'une personne avec les parties actives des matériels sous tension. Une partie active est un matériel normalement sous tension et véhiculant le courant électrique. Ce peut-être un fil conducteur dans une installation	est le contact avec des masses métalliques mises accidentellement sous tension. Une masse est une partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée directement ou indirectement par une personne.

II.4 Les causes des accidents électrique

II.4.1 Contact direct

II.4.1.1 Mauvaises connexions d'alimentation de l'outillage électrique portatif

Pour effectuer des travaux de perçage sur un rotor de turbine, le monteur d'une entreprise utilise une perceuse portative électrique, de tension nominale 24 V, alimentée par un transformateur monophasé de sécurité 400/24 V.

Le rotor de la turbine, posé sur des tréteaux en bois, est au potentiel de la terre par l'intermédiaire d'une élingue métallique suspendue au crochet du pont roulant.

Le monteur est debout sur une pièce de bois qui l'isole de la terre.

Au moment où le foret entre en contact avec le rotor de turbine, un arc violent s'amorce entre foret et rotor.

On constate par la suite que :

1. Le cordon souple d'alimentation du conducteurs de phase et un conducteur de côté transformateur ; côté prise de courant, le conducteur de protection est raccordé à la borne de phase restée libre de la fiche de prise de courant

3P + T.

2. Une des bornes TBT du transformateur est en contact direct avec la masse de ce transformateur.

3. Dans l'interrupteur de la perceuse, un ressort cassé met en contact la carcasse de la perceuse avec le circuit à

24 V.

L'ensemble de ces trois défauts simultanés fait apparaître une tension de $400 / \sqrt{3} = 230 \text{ V}$ entre le foret et la partie conductrice du rotor, elle-même portée au potentiel du neutre

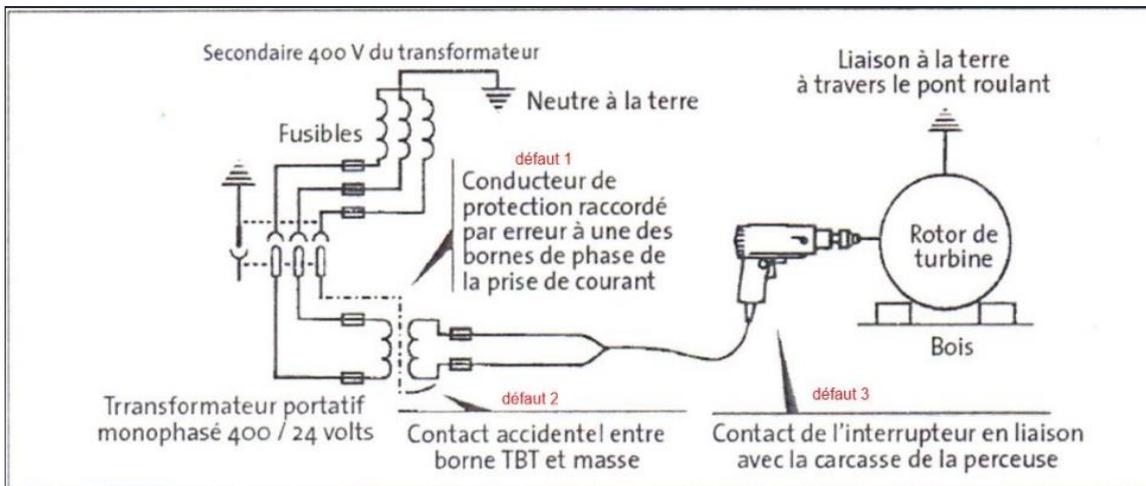


Figure II.2 : Mauvaises connexions d'alimentation de l'outillage électrique portable

II.4.1.2 Les installation en mauvais état

Sur un chantier du bâtiment, un ouvrier bute contre une poutrelle métallique reposant sur le sol il tombe électrocuté et ne peut être ranimé.

On constate, aussitôt après, que cette poutrelle est en contact avec l'âme d'un conducteur du câble d'alimentation, d'un poste de soudure en 400 V, dont l'isolant est détérioré.

Du fait de ce contact, la poutrelle a été portée au potentiel de la phase. Lorsque l'ouvrier a posé un pied sur cette poutrelle, l'autre étant encore, probablement, en contact avec le sol, il a été soumis à une différence de potentiel de 230 V.



Figure II.3 : Les installations en mauvais état

II.4.1.3 Contact entre un échafaudage métallique mobile et une ligne sous tension

Trois peintres sont en train de repeindre des panneaux sur un stade.

Pour ce faire, ils disposent d'un échafaudage métallique mobile ; en le déplaçant, celui-ci un transformateur situé dans le stade. L'un des trois peintres se trouve sur une plaque métallique de prise d'eau ; il est électrocuté et les deux autres sont projetés contre les murs du stade et fortement commotionnés.

Tous les trois ont été soumis à une différence de potentiel élevée, égale à UHT /G3, par contact simultané avec la ligne et le sol.

Suivant la nature du sol et l'état de leurs chaussures, les deux peintres, dont les pieds ne reposaient pas sur la plaque, étaient en plus ou moins bon contact avec le sol et la résistance de ce contact s'est trouvée relativement élevée ; ils n'ont pas été électrocutés. Pour le troisième, par contre, le contact avec le sol était bon, donc la résistance faible ; il a été parcouru par un courant beaucoup plus élevé.

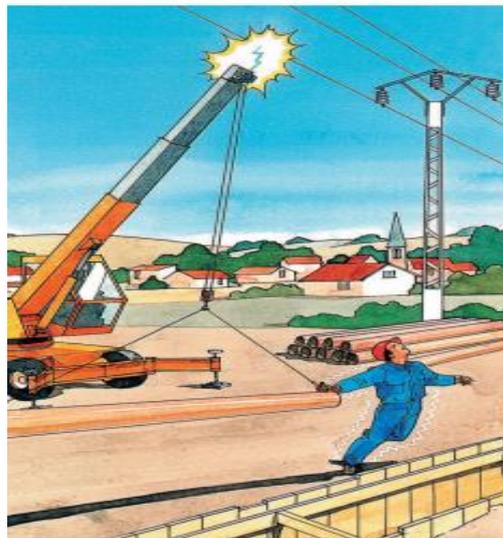


Figure II.4 : Contact entre un échafaudage métallique mobile et une ligne sous tension

II.4.1.4. Contact d'un appareil de levage avec des conducteurs sous tension

Un chantier, une entreprise procède à la réfection de canalisations métalliques. Ces canalisations sont stockées à une distance d'environ 80 m des tranchées et un monte-levageur guide à la main les charges déplacées par une grue mobile sur pneumatiques, en principe isolants. Dans la position flèche relevée totalement, la partie haute se situe à 7 m au-dessus du sol.

Entre le lieu de stockage et l'emplacement des travaux, une ligne électrique sous tension de 20 kV franchit la piste de circulation de la grue. Le conducteur inférieur de la ligne est situé à 8 m au-dessus du sol.

Pour améliorer la stabilité longitudinale de la grue, le conducteur de l'engin effectue le transport flèche totalement relevée, bien que la charge ait permis d'abaisser la flèche de façon à ne pas dépasser 5 m au-dessus du sol.

Du fait du mauvais état de la piste, la flèche se relève et s'approche à moins de 0,50 m du conducteur inférieur. Un double amorçage se produit d'une part entre la flèche et la ligne, d'autre part entre le sol et la charge suspendue, à travers le corps de l'accompagnateur ; celui-ci est projeté à terre et ses vêtements secs prennent feu ; très gravement brûlé, il décède peu après.

Comme dans l'accident précédent, l'ouvrier a été soumis à une différence de potentiel mains / pieds de 20 kV /G3

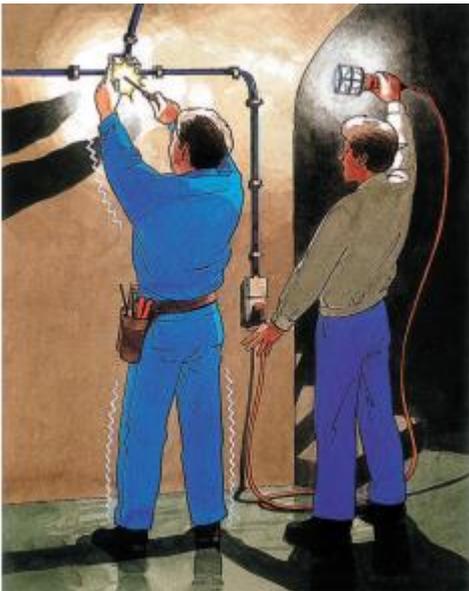


Figure II.5 : Contact d'un appareil de levage avec des conducteurs sous tension

II.4.1.5 Travail sous tension

Ouvrier électricien procède, dans un sous-sol, au remplacement d'un coffret de raccordement en 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, il s'écroule foudroyé.

II.4.1.6 Electrocuton sur un matériel de battage

Dans une grange, des ouvriers agricoles sont occupées à charger une batteuse en fonctionnement.

L'installation électrique, sous tension de 230 V, est vétuste et en mauvais état d'entretien.

Les câbles d'alimentation du moteur de la batteuse traînent par terre ; à un moment donné, un des ouvriers, chaussé d'espadrilles à semelles de cordes humides, met le pied sur l'un des câbles d'alimentation dont l'isolant, détérioré, laisse apparaître des tronçons de conducteurs dénudés.

Par suite du choc électrique, l'ouvrier, projeté sur la machine et happé par la courroie, est atteint de fractures multiples et immobilisé pendant des mois.

II.4.1.7 Mauvais branchement

Sur un chantier de travaux publics, un poste de soudure situé sur le plateau d'une camionnette est alimenté en 400 V à partir

prise de courant 3 P + T et par l'intermédiaire

Au moment où il veut mettre le poste de masse de celui-ci ; il tombe électrocuté

L'examen de l'installation fait apparaître que, par la suite d'une inversion des conducteurs au niveau de la fiche de la prise de courant d'alimentation, le conducteur de protection du câble a été raccordé à l'une des

phases du réseau, mettant ainsi sous tension la masse de l'appareil de soudure qui, elle-même, est isolée du sol par les pneumatiques de la camionnette.

Lorsque l'ouvrier a touché cette masse il a été soumis, entre main et pieds, à la tension phase/terre de 230 V.

Par suite de l'humidité du sol et du mauvais état des chaussures, la résistance du contact avec le sol était très faible.

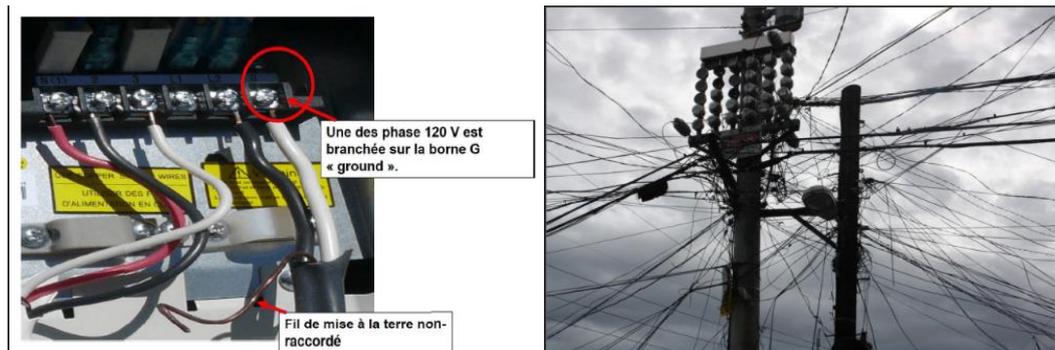


Figure II.6. Mauvais branchement

II.4.1.8 Chute dans une cellule haute tension

Dans une usine, un ouvrier voulant, par curiosité, voir de près un inverseur 1 500 V situé dans une cellule sous tension, est monté sur une échelle de 2,50 m qu'il a appuyée sur le grillage de protection de la cellule.

Ayant placé le pied sur la cornière supérieure du grillage, il tombe électrocuté à l'intérieur de la cellule, victime, semble-t-il, d'un amorçage ou d'un contact avec l'une des trois barres partant de cet inverseur



Figure II. 7 : La ligne haut tension de 63000 v

II.4.1.9 Nettoyage de cellule HT dans un poste d'usine

Un électricien a reçu l'ordre de nettoyer certaines cellules HT, préalablement consignées. D'autres cellules voisines devant lignes auxiliaires et d'un départ de distribution, leurs grillages sont demeurés en place et cadenassés. L'ouvrier commence le nettoyage d'une des après une interruption de travail et, pour une raison inexplicable, dispose un escabeau contre une des cellules sous tension, monte jusqu'au niveau du cadre supérieur du grillage et entre, par sa main gauche, en contact avec l'un des conducteurs d'alimentation d'un transformateur de potentiel. L'ouvrier tombe brutalement sur le sol cimenté ; il décédera d'une fracture du crâne.

II.4.1.10 Nettoyage d'un poste HT

Un ouvrier est chargé de balayer un poste de transformation de type ouvert.

Au cours de ce nettoyage, il constate que le matériel situé derrière le grillage des cellules est également sale.

Croyant probablement bien faire, il retourne à l'atelier pour chercher un escabeau.

Revenu dans le poste, il monte sur l'escabeau et veut nettoyer le matériel en passant bras et balai au-dessus du grillage.

Il entre en contact avec un conducteur sous tension et est électrocuté, car son corps était par ailleurs appuyé sur le grillage lui-même mis à la terre.

II.4.1.11 Travaux sur toiture à proximité d'une ligne aérienne

Deux couvreurs travaillent sur le toit d'une maison en construction survolée par une ligne 20 kV à 1 mètre de la panne faîtière et l'un d'eux tombe au sol après avoir vraisemblablement touché les conducteurs ;

Selon les déclarations recueillies, la présence de la ligne n'avait pas été prise en compte ni par les couvreurs, ni par les conducteurs de travaux, ni par l'architecte, ni par le distributeur d'énergie électrique.

Par ailleurs, aucune déclaration d'intention de commencement de travaux n'avait été établie.

II.4.2 Contact indirect

II.4.2.1 Electrocutation par une perceuse

Dans un atelier, un ouvrier est en train de percer des ferrures fixées aux bâtis métalliques de l'atelier en utilisant une neutre et phase. Subitement il s'écroule, les mains crispées. Malgré l'intervention rapide pour de la respiration artificielle, il ne peut être ranimé.

L'enquête fait apparaître que la perceuse est de type standard (classe I), qu'elle n'est pas phase du câble d'alimentation est détérioré, à l'intérieur de l'appareil, et est en contact avec l'enveloppe métallique de celui-ci.

L'ouvrier est ainsi entré en contact indirect avec la tension par l'intermédiaire de l'enveloppe de la perceuse ; il a été soumis à une différence de potentiel entre mains et pieds (reposant au sol) de 230 V.

II.4.2.2 Eclairage provisoire dans un local mouillé

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 la terre.

L'éclairage du chantier correspondant est, réalisé à l'aide d'un câble fixé ça 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 des ampoules par une autre de plus forte puissance.

En touchant la douille, il tombe au sol sans connaissance ; transporté à l'infirmerie, il ne pourra être ranimé.

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.

II.4.2.3 Electrocutation dans une filature

Dans l'atelier de lavage d'une filature de laine, une ouvrière est victime d'une électrocutation en voulant manœuvrer le levier d'une essoreuse.

La recherche des causes de cet accident fait apparaître que le conducteur de protection (terre) a été débranché et laissé en 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.

Comme dans l'accident précédent, l'ouvrière a été soumise entre main et pieds à la différence de potentiel phase / terre.

II.4.2.4 Alimentation électrique d'appareils mobiles

Sur un chantier de bâtiment, un ouvrier tient à la main droite la manivelle d'un treuil et pose la main gauche sur le bâti d'un poste suite d'un raccordement défectueux ; ses dégager seul.

L'intervention immédiate d'un camarade de travail permet d'effectuer la coupure du courant et l'électrisation n'a pas de suite grave.

II.4.3 Coupure d'urgence non identifiée

II.4.3.1 Protection contre les défauts d'isolement mal assurée

Dans une importante imprimerie, un ouvrier circule sur une passerelle, fixée le long d'une rotative et solidaire de celle-ci.

Cette passerelle comporte un plancher en bois mais la rambarde, métallique, est en liaison électrique avec la machine.

Pour éclairer le sol de l'atelier sous la passerelle, on a fixé de place en place des réglettes fluorescentes, que l'on a installées dans l'épaisseur du plancher pour gagner de la hauteur.

Pour cela, des découpes ont été pratiquées dans le plancher et les réglettes ont été fixées sur des contre-plaques métalliques affleurant la partie supérieure du plancher.

En circulant sur la passerelle, l'ouvrier tient la main courante métallique et, à un moment donné, vient en contact, par un pied, avec l'une des contre-plaques.

Il pousse un cri et ne peut se dégager seul.

Ses camarades perdent un temps précieux à trouver, parmi plusieurs autres, l'inter-rupteur qui permet de couper l'alimentation de la machine.

Lorsqu'ils arrivent, quelques dizaines de secondes après, l'ouvrier est mort.

Après enquête on constate que l'électricien qui a branché les réglettes d'éclairage n'a raccordé le conducteur de protection existant dans les câbles sur aucune des réglettes (il les a même coupés au ras de la gaine du câble).

Par ailleurs, en fixant la réglette sur laquelle a eu lieu l'accident, il a coincé l'un de ses conducteurs internes entre celle-ci et la contre-plaque. Ce faisant l'isolant a été coupé et la masse de la réglette d'éclairage a été mise sous tension ainsi d'ailleurs que la contre-plaque.

Lorsque l'ouvrier est arrivé sur la plaque, son pied (il était chaussé d'espadrilles en très mauvais état) s'est trouvé porté potentiel de la phase.

Comme d'autre part il tenait la main courante, parfaitement reliée à la terre par la masse de la rotative, il a été soumis à une différence de potentiel, entre main et pied, de 230 V.

I.4.3.2 Canalisations d'eau utilisées comme circuit de protection

Dans une blanchisserie, un ouvrier est commotionné en ouvrant un robinet d'eau. Il se trouve pieds nus sur un sol mouillé et le choc électrique l'ayant projeté contre le mur,

Après examen de l'installation, il ressort que :

L'isolation du câble d'alimentation du la masse de l'appareil se trouve, de ce fait le conducteur de protection (terre) de l'essoreuse est raccordé à la canalisation la continuité électrique de cette canalisation avec la terre n'est pas assurée, une partie de celle-ci ayant été remplacée par un tuyau en matière plastique.

Par suite de la mise sous tension accidentelle de l'essoreuse, la canalisation d'eau qui est en liaison avec elle est également sous tension.

Or celle-ci est isolée de la terre par la portion de canalisation isolante.

Quand l'ouvrier a touché le robinet, il s'est trouvé en contact simultané main / pieds entre cette canalisation sous tension et le sol.

II.4.4 Brûlure, incendie ou explosion d'origine électrique

II.4.4.1 Enlèvement d'un fusible en charge

Dans un atelier, où les machines sont alimentées à partir d'une gaine préfabriquée située en hauteur, un électricien enlève, dans un coffret de dérivation situé sur une gaine, un coupe-circuit à fusible de 200 A, en charge, c'est-à-dire sans avoir, au préalable, arrêté la machine ne correspondante.

Un arc se produit et l'ouvrier est gravement brûlé aux mains et au visage.

II.4.4.2 Ouverture d'un sectionneur en charge

Un incident mécanique s'étant produit sur un tour automatique, l'ouvrier chargé de la conduite de la machine utilise, pour arrêter celle-ci, le sectionneur général situé en tête de l'armoire de commande. Un flash se produit à l'intérieur de l'armoire. Celle-ci étant fermée, l'utilisation ne subit aucun dommage, mais l'appareillage interne est en grande partie détruit.

II.4.4.3 Danger de l'électricité statique

Dans une fabrique de peinture, lors du transvasement d'un solvant de nettoyage dans un broyeur à boules (revêtement intérieur et boules en stéatite) une violente explosion se produit ; l'ouvrier qui procède à cette opération est fortement commotionné et gravement brûlé.



Figure II.8 : signalisation d'électrostatique

II.4.4.4 Appareil de mesure en mauvais état

En effectuant une mesure de tension à l'intérieur de l'armoire de commande d'une machine, à l'aide d'un contrôleur universel, le dépanneur électricien provoque un flash.

Il est brûlé à une main et à la figure.

A l'enquête on constate que les pointes de touche, livrées d'origine avec l'appareil, ont été remplacées par d'autres, de fabrication locale, et dénudées sur plusieurs millimètres.

En voulant faire cette mesure sur un contacteur, l'ouvrier a touché simultanément, avec l'une de ces pointes de touche, deux bornes sous tension situées l'une à côté de l'autre provoquant ainsi un court-circuit entre phases (traces d'amorçage sur les vis).



Figure II.9 : Appareil de mesure en mauvais état

II.4.4.5 Travail au voisinage de pièces nues sous tension sans protection

Après remplacement d'un disjoncteur, dans une armoire sous tension, l'électricien procède au serrage des bornes de raccordement.

La clé lui échappe des mains et tombe sur les barres d'alimentation des disjoncteurs situés au-dessous. Ceci provoque un violent court-circuit et l'ouvrier est gravement brûlé.

II.4.4.6 Utilisation d'outils mal adaptés

En procédant sous tension au dépoussiérage de l'appareillage d'une armoire, à l'aide d'un pinceau, l'électricien d'entretien provoque un court-circuit.

Il est brûlé à une main et au visage.

Le pinceau possédait une virole métallique qui est venue en contact avec deux bornes d'un des disjoncteurs.

II.4.4.7 Intervention par du personnel non qualifié

Un ajusteur, qui remonte une pièce dans une machine, entre en contact, par son bras, avec les bornes d'alimentation d'un transformateur BT / BT ; il est profondément brûlé

A l'enquête on s'aperçoit que :

- l'ajusteur est intervenu seul, sans faire appel à un électricien, alors qu'il n'est ni qualifié ni habilité pour cela,
- l'interrupteur général (combiné 125 A) de la machine a bien été ouvert mais que, par suite d'un mauvais contact sur l'un des pôles, qui a provoqué un échauffement important, la commande simultanée

de tous les pôles a été détériorée, et que l'un de ceux-ci est resté fermé, laissant ainsi sous tension l'une des phases de l'installation.

L'ouvrier a donc été soumis à une différence de potentiel de 230 V, entre les deux points de son bras, l'un au potentiel de la terre, par l'intermédiaire de la masse de la machine, l'autre au potentiel de la phase restée sous tension.

II.5 les effets des accidents électriques

II.5.1 Sur la côté de l'Individus

II.5.1.1 Electrocutation

Les accidents électriques professionnels peuvent être provoqués par un courant basse tension ou haute tension (supérieur à 1000 volts). Dans ce second cas, la victime souffre de brûlures plus profondes et de lésions plus importantes sur le trajet emprunté par le courant électrique dans le corps. Ce type d'accident se produit essentiellement lors de travaux d'installations fixes basse tension, lors de l'utilisation de machines ou appareils électriques et au cours d'interventions proches d'un réseau en haute tension.

31% des salariés concernés travaillent dans les travaux publics, 21% en métallurgie, 13% dans des activités de service ou de travail temporaire et 11% dans l'alimentation.

Enfin, la foudre peut aussi provoquer une électrisation. La victime peut présenter des brûlures avec un aspect caractéristique en forme de branches d'arbre ou d'un éclair qui disparaissent en quelques jours. Certaines lésions peuvent être graves : troubles du rythme voire arrêt cardiaque, lésions neurologiques ou traumatiques (en lien avec la chute qui suit le foudroiement).

Symptômes de l'électrocutation

Les lésions provoquées par le passage de l'électricité dans le corps peuvent être diverses, plus ou moins graves en fonction:

De l'intensité du courant ;

De la tension du courant ;

Du type de courant (alternatif ou continu) ;

De la durée du passage de l'électricité dans le corps ;

De l'étendue de la zone de contact avec la source électrique ;

De la trajectoire du courant ;

De l'état de la peau (l'humidité est un facteur aggravant)

Du sol (matériau isolant ou conducteur).

Le passage d'un courant électrique dans le corps provoque des picotements, fourmillements, une sensation de décharge électrique, voire une tétanie avec impossibilité de relâcher la source électrique.

Une électrocution ou électrisation, peut être responsable de brûlures cutanées allant de la simple rougeur à la brûlure au 2ème ou 3ème degré au niveau du point d'entrée et de sortie du courant.

Des blessures internes (cardiaques, musculaires, pulmonaires, neurologiques, etc.) peuvent aussi être constatées tout le long du trajet du courant. Ce type de lésions peut être suspecté lors :
D'engourdissements avec des douleurs musculaires ;

De spasmes associés à des douleurs musculaires ;

De maux de tête ;

De troubles de la vigilance et de la conscience voire pertes de connaissance;

De mouvements anormaux ou convulsions;

De difficultés à respirer ;

De battements cardiaques irréguliers voire arrêt cardiaque.

D'autres lésions existent : insuffisance rénale aiguë, lésions de l'appareil respiratoire, lésions digestives, vasculaires et oculaires.



Figure II.10. électrocution

II.5.1.2 Électrisation

Conséquences :

Les blessures occasionnées par une électrisation vont dépendre de l'intensité du courant (basse tension ou haute tension) mais aussi de son trajet dans le corps. "Quand on est électrisée, il y a toujours un point d'entrée et un point de sortie du courant, détaille le Dr Cassan. Quand on n'est pas en contact avec quelque chose de conducteur, on peut très bien avoir une porte d'entrée et une porte de sortie extrêmement proches. Par exemple, le cas de deux doigts : le courant électrique passant dans une portion de notre corps extrêmement réduite, les dégâts sont faibles, voire presque nuls."

Quand le courant traverse une partie plus importante du corps, les risques sont plus élevés

Exemple– Situation : installateur électricien ; 230/400 V ; électrisation

La personne accidentée (PA) devait sectionner un tube en aluminium au moyen d'un coupe-tube, car il croisait

Une conduite d'évacuation de fumée. Le tube en aluminium contenait des câbles sous tension.

Un jour après avoir sectionné le tube en aluminium, la PA avait pour tâche d'y tirer un autre câble (pour le

contrôle d'accès). Pour tirer le câble destiné au contrôle d'accès, la PA a voulu tenir le tube en aluminium, qui était sous tension, et a été électrisée.

Causes

La protection principale du câble était inexistante suite au sectionnement du tube en aluminium, le câble ayant été endommagé.

Les 5 règles de sécurité n'ont pas été appliquées pour l'installation de

Câbles dans le tube en aluminium. (art. 72b de l'ordonnance sur le

Courant fort / art. 22 OIBT)

Les câbles du tube en aluminium n'ont pas été déclenchés avant le

Sectionnement (art. 72 de l'ordonnance sur le courant fort / art. 22 OIBT).

La PA n'a pas vérifié conformément à EN 61243-3 si le câble du tube

en aluminium était bien hors tension.



Figure II.11 : Câbles dans le tub

- La PA a travaillé à proximité de parties sous tension sans porter d'équipement de protection individuel (EPI). (directive ESTI 407 / art. 5 OPA).
- La PA a effectué des travaux sur des installations sous tension (TsT 2) sans y être autorisée ni avoir été formée à cet effet. (art. 76 de l'ordonnance sur le courant fort)
- Le responsable des travaux n'a pas effectué d'analyse des risques (sectionnement sous tension). (art. 70 de l'ordonnance sur le courant fort)



Figure II.12 : Brûlure électrique

Une électrisation peut ainsi entraîner :

des brûlures plus ou moins importantes au niveau cutané,

des lésions internes dues à la traversée du courant dans le corps (électrothermie) au niveau des muscles, du système nerveux, des poumons, des os et des yeux,

une atteinte rénale, causée par “la destruction d’un certain nombre de muscles qui vont libérer des corps toxiques pour le rein, précise le médecin. Cela peut provoquer une insuffisance rénale plus ou moins grave”,

des troubles du rythme cardiaque (fibrillation ventriculaire) voire l’arrêt du cœur (électrocution)

Symptômes

- D’abord, par une sensation de picotement pouvant aller jusqu’à l’incapacité de lâcher la source électrique (tétanie),
- Ensuite, par l’éventuelle présence d’une brûlure cutanée plus ou moins grave,
- D’autres signes vont être plus difficiles à reconnaître, comme l’atteinte rénale, “qui survient dans un second temps, explique le Dr Cassan. En fonction de l’intensité du courant délivré au sein de l’organisme, cela peut varier de quelques heures à quelques jours. Les dysfonctions peuvent être observées après une prise de sang.” En ce qui concerne les autres blessures internes, elles peuvent se manifester par des douleurs musculaires, des maux de tête, des troubles de la vigilance, des convulsions, des difficultés respiratoires, des troubles du rythme cardiaque, etc. Des examens approfondis pourront alors être réalisés en consécutifs tels que des chutes (blessures dues à l’impact) ou des coupures

II.5.1.3 Brûlure

L'action locale du courant électrique forme une brûlure électrique sous la forme de "marques de courant" - entrée et sortie, conformément à la boucle de son passage: longitudinal (central), oblique, transversal supérieur et inférieur.

La gravité d'une brûlure électrique a 4 degrés:

•I. Vaincre l'épiderme de la peau. Il y a une brûlure électrique sous l'influence d'un courant de faible force sous la forme de trois formes:

- En cas de contact - local dans la zone de contact avec l'électrode, l'étiquette de sortie, en règle générale, ne se forme pas;
- En l'absence de toucher les électrodes (arc voltaïque), la brûlure électrique se manifeste sous la forme d'une brûlure thermique;
- En cas d'exposition à l'électricité atmosphérique sur la peau, des bandes "d'arbres" roses ou rouges apparaissent.

•II. Lésion de la peau à la couche basale. Le trou d'entrée se manifeste par la formation de cloques remplies de contenus séreux ou séreux-hémorragiques, qui s'ouvrent rapidement. La surface désérisée est fortement douloureuse, elle guérit avec une tension primaire. L'étiquette de sortie, en règle générale, correspond au degré I, sous la forme d'une tache rouge douloureuse et enflée (rarement avec une teinte bleuâtre), mais peut être absente.

•III. La défaite de toute l'épaisseur de la peau. L'étiquette d'entrée ressemble principalement à une brûlure électrique de degré II. Mais après l'ouverture des cloques on ouvre la surface désérisée avec la formation subséquente d'une croûte foncée. Il est distingué par indolence. L'étiquette de sortie peut être de différents degrés, mais sa présence est obligatoire.

•IV. La défaite de toute l'épaisseur de la peau, des muscles, des tendons, des os. L'étiquette d'entrée peut également apparaître initialement comme une brûlure électrique de grade II, mais indolore. Après 5 à 7 jours, une nécrose profonde, une démarcation se forme et des signes clairs de carbonisation apparaissent (moins souvent, une gangrène humide se forme). Correspond au degré IV.



Figure II.13 : différents degrés de brûlure électrique

En raison de l'angiospasm persistant, de la microcirculation et des troubles de l'innervation, la guérison est lente. Le rejet de la croûte est prolongé, les granulations sont lentes, le processus de régénération est faible, prolongé. La guérison se produit généralement avec la formation d'une cicatrice déformante rugueuse. Souvent, des changements sont formés dans les troncs nerveux, qui déterminent par la suite le développement de la causalgie.

II.5.2.4 Brûlures par arc

Sont des brûlures thermiques dues à l'intense chaleur dégagée par effet joule, au cours de la production de l'arc électrique. Elles sont superficielles (cutanées) localisées aux parties découvertes (face, mains).

Exemple 3 – Situation : apprenti A3 ; 230/400 V ; brûlure par arc électrique Après que le collaborateur et la PA ont identifié le câble en le bougeant, l'apprenti (électricien de réseau) A3 a sectionné le câble dans la chambre du coffret de distribution. Lors du sectionnement du câble réseau, qui était encore sous tension, un court-circuit accompagné d'un arc électrique s'est produit. La PA a subi des brûlures du 2e degré à cause de l'arc électrique

Causes

- Le mauvais câble a été identifié
- Le câble n'a pas été sectionné au moyen d'un outil de sécurité (art. 11 OPA).
- Les directives internes n'ont pas été respectées (instruction du poste de conduite). (art. 1 OPA)
- Des travaux sous tension ont été effectués sans équipement de protection individuelle (EPI). (Directive ESTI n° 407 / art. 11 OPA)

- L'absence de tension du câble réseau n'a pas été vérifiée. (art. 72 de l'ordonnance sur le courant fort / art. 22 OIBT)

II.5.2 Les effets des accidents électriques sur l'installation électrique

II.5.2.1 Incendie

Selon l'ONSE (Observatoire national pour la sécurité électrique) 25 % des incendies seraient d'origine électrique. Les principales causes sont :

L'échauffement des câbles dû à une surcharge,

le court-circuit entraînant un arc électrique,

un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteur et masse ou entre récepteur et terre, des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant une résistance anormale et un échauffement, la foudre, une décharge électrostatique.

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.

II.5.2.3 Détérioration

Un système électrique est la plus grande machine interconnectée jamais conçue par l'humanité. Avec une demande croissante d'approvisionnement en électricité, les systèmes électriques sont devenus plus grands et plus complexes.

Auparavant seulement, les centrales électriques telles que les centrales thermiques, les centrales hydroélectriques ou les centrales à turbine à gaz étaient utilisées pour convertir d'autres ressources énergétiques en électricité.

Cependant, de nos jours, les ressources énergétiques renouvelables sont utilisées comme générateurs distribués, augmentant ainsi la complexité du système électrique.

En raison de sa complexité, les pannes du système électrique sont inévitables.

Avec l'augmentation de la complexité, la protection du système électrique a également eu un impact négatif et il est plus difficile que jamais de protéger complètement un système électrique et tous ses équipements contre tous les types de défauts et de conditions anormales.

Aucun système d'alimentation ne peut être conçu de telle manière qu'il ne tomberait jamais en panne. Dans le langage des ingénieurs de la protection, ces défaillances sont appelées des défauts.

La protection du système d'alimentation traite de la manière de prévenir les pannes et d'atténuer les conséquences des pannes.

Types de défauts du système d'alimentation

Défauts en série

Les défauts en série ne sont rien d'autre qu'une rupture dans le trajet du courant. Normalement, de tels défauts n'entraînent pas de catastrophes sauf lorsque le conducteur rompu touche d'autres conducteurs ou une partie mise à la terre.

Cependant, il existe des cas où un circuit ouvert peut avoir des conséquences dangereuses.

Par exemple, le circuit secondaire d'un transformateur de courant et le circuit de champ d'une machine à courant continu s'ils sont en circuit ouvert peuvent avoir des conséquences dangereuses.

Défauts shunt (court-circuit)

Lorsque le trajet du courant de charge est coupé en raison de la rupture de l'isolation, nous disons qu'un « court-circuit » s'est produit. L'isolant peut tomber en panne pour diverses raisons.

Les causes des défauts de shunt :

Les défauts shunt sont essentiellement dus à la défaillance de l'isolation. L'isolation peut échouer en raison de son propre affaiblissement ou en raison d'une surtension.

L'affaiblissement de l'isolation peut être dû à un ou plusieurs facteurs tels que le vieillissement, la température, les conditions météorologiques, c'est-à-dire la pluie, la grêle, la neige, etc., la pollution chimique, les corps étrangers et certaines autres causes. La surtension peut être soit interne (due à la commutation) soit externe (due à la foudre).

Effets des défauts de shunt

Dans un système électrique isolé, les courants de défaut en régime permanent ne seraient pas très préoccupants car ils sont trop faibles pour causer des dommages.

Cependant, dans un système électrique interconnecté, tous les générateurs (et même les moteurs) contribueront au courant de défaut, augmentant ainsi la valeur du courant de défaut à quelques dizaines de fois le courant normal à pleine charge.

Les défauts provoquent le passage de courants importants. Si ces courants de défaut persistent même pendant une courte période, ils causeront des dommages importants à l'équipement qui transporte ces courants.

Les surintensités, en général, provoquent une surchauffe et un danger d'incendie. La surchauffe provoque également une détérioration de l'isolation, la fragilisant ainsi davantage.

Les transformateurs sont connus pour avoir subi des dommages mécaniques à leurs enroulements, en raison de défauts.

Impact des défauts dans le système électrique interconnecté

Dans un système interconnecté, il y a une autre dimension à l'effet des défauts. Les générateurs d'un système électrique interconnecté doivent fonctionner en synchronisme à tout instant.

La puissance électrique délivrée par un alternateur à proximité du défaut chute fortement.

Cependant, la puissance mécanique absorbée reste sensiblement constante à sa valeur avant le défaut. Cela provoque l'accélération de l'alternateur.

II.6 Les conséquences des accidents électriques sur le rendement

- Selon les statistiques pendant les dernières années

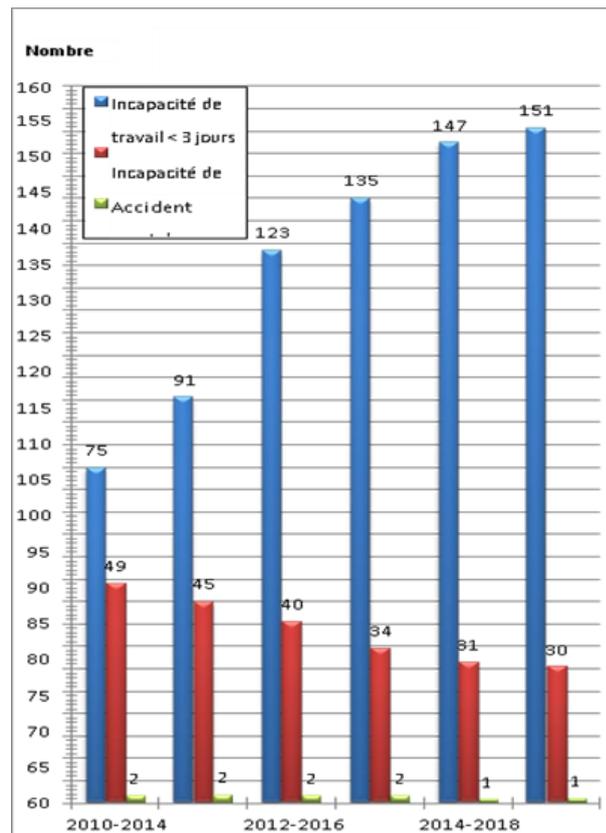


Figure II.14 . les statistiques de conséquence des accidents électrique pendant les dernières années

II.7 La sécurité électrique

II.7.1 La sécurité électrique

L'emploi général de l'énergie électrique dans tous les domaines, fait que le risque d'accidents électriques se trouve partout présent ; ceci implique évidemment des risques sérieux pour la vie des personnes et l'intégrité des biens en cas de défaillance du système.

II.7.2 La sécurité

Caractérise l'absence de circonstances susceptibles d'occasionner une blessure du personnel ou une dégradation des biens et des équipements. Le risque électrique est certes invisible mais heureusement bien connu, ce qui le rend maîtrisable. La maîtrise des risques comprend trois techniques selon l'intégrité attendue de la mission confiée :

- La sécurité passive qui consiste à interrompre le fonctionnement du système tant que l'action correctrice nécessaire n'a pas été exécutée.

b. La sécurité active dans laquelle le système continu à fonctionner jusqu'à ce qu'une action mette fin à la mission en éliminant le danger.

c. La sélectivité opérationnelle pour laquelle la mission du système est assurée sous défaillance par l'emploi d'action compensatrice, sans perte de fonctionnement

principale, dans l'attente d'une action correctrice possible.

- L'action correctrice se détermine suivant le taux de risque encouru, ou une fois l'accident survenu. Elle correspond à la mise en œuvre d'une procédure de réparation et de reprise affectant soit la structure, soit la commande du système.

- L'action éliminatrice se caractérise, quant à elle, par la suppression de l'élément dangereux, ce qui dans certains cas met un terme à la mission.

- L'action compensatrice doit être mise en œuvre afin de permettre la poursuite de la mission accompagnée d'un éventuel fonctionnement dégradé; les techniques de compensation utilisées font généralement référence aux fautes.

Il convient de rappeler d'abord aux accidents d'origine électrique qui conduiraient à l'occurrence d'un accident.

II.7.3 Les 13 bonnes réflexes et bonnes pratiques à adopter

Quelques règles de bon sens et la surveillance régulière de votre matériel vous permettront de diminuer les risques d'accident électrique. Sensibilisez les petits, les enfants doivent connaître les dangers de l'électricité et protégez-les à l'aide d'un matériel adapté :

1. Faites contrôler la conformité de votre installation électrique, prenez contact avec un électricien pour procéder aux vérifications et mises aux normes si nécessaire ;
2. Protégez l'ensemble de votre installation électrique, en installant un parafoudre sur votre tableau électrique, qui se doit d'être parfaitement lisible, et un disjoncteur différentiel à haute sensibilité (30 mA), facilement accessible ;
3. Équipez votre logement d'un onduleur électrique afin de pallier les éventuelles coupures de courant et protéger vos appareils électriques et électroniques, mais aussi vous prémunir des chutes de tensions ou surtensions ;
4. Ne surchargez pas les prises de courant murales et les multiprises, privilégiez les appareils avec

coupe circuit intégré ;

5. Dans la même veine, ne cumulez pas les multiprises ou doublettes en les branchant les unes sur les autres, pour éviter le risque de surtension ;
6. Si vous devez brancher plusieurs équipements au même endroit, optez pour des blocs multiprises munis, dans l'idéal, d'un interrupteur, voire d'un disjoncteur, que vous répartirez là où vous en avez besoin. Branchez notamment votre box Internet, votre télévision ou votre ordinateur sur ce type de multiprise sécurisée ;
7. Utilisez des protections de prises norme NF pour protéger les bébés commençant à se déplacer et les enfants (caches prises) ;
8. Réparez ou faites réparer les prises de votre habitation qui sont abîmées ou mal fixées. Remplacez-les par des prises comprenant une broche de terre (ou prises de courant 2P+T), qui vous protègent contre tout risque d'électrisation, voire d'électrocution ;
9. Les fils électriques doivent être protégés : évitez le passage à même le sol, de les faire passer sous une porte, le frottement régulier peut les abîmer ;
10. Les rallonges doivent être utilisées de manière ponctuelle : préférez, au prix d'une petite intervention d'un électricien, la mise en place d'une nouvelle prise électrique plutôt qu'une rallonge de 4 mètres courant le long du mur ;
11. Tout appareillage, multiprise, rallonge abîmée, détériorée, présentant un risque, ne doit pas être utilisé et doit être remplacé ;
12. L'utilisation d'un appareil électrique avec de l'eau est proscrite : vous avez les mains mouillées, pieds dans l'eau, êtes près d'une baignoire, d'une douche ou d'un robinet ? Oubliez l'utilisation de votre sèche-cheveux, rasoir électrique ou fer à lisser !
13. Prenez soin de vos appareils : ne tirez pas sur la prise pour les débrancher, mais prenez le temps de le faire correctement.

II.7.4 Les normes à suivre la sécurité électrique

Intervenir sur une installation électrique dans un logement nécessite de respecter certaines normes qui réglementent la réalisation de ces installations dans les locaux d'habitation. Pour s'assurer de la qualité de l'opération, il vous faudra connaître au moins trois normes, indispensables pour garantir le bon usage des équipements et la protection du logement : la NF C 15-100, la NF C 14-100 et la NF C 16-600.

La NF C 15-10 définit les éléments pour réaliser correctement les installations électriques dans les locaux d'habitation. Elle s'applique aux bâtiments neufs et aux installations neuves des bâtiments existants dans le cadre d'une rénovation totale.

Régulièrement mise à jour par amendement en fonction des avancées technologiques et des exigences en matière de sécurité électrique, la NF C 15-100 est une norme électrique incontournable, avec laquelle il est impossible de déroger lorsqu'on s'attaque à l'installation électrique d'un logement.

C'est en effet la seule norme connue et reconnue pour garantir le respect des objectifs réglementaires en termes de sécurité et de bon fonctionnement des installations électriques.

La NF C 14-100

Alors que la NF C 15-100 est dédiée aux installations électriques domestiques, la NF C 14-100 est la norme prévue pour le distributeur d'électricité, à savoir Enedis. La NF C 14-100 définit les règles à suivre en matière d'installation des réseaux de distribution publique d'électricité.

Elle s'applique donc aux installations de branchement à basse tension comprises entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison aux utilisateurs. Elle concerne à la fois les branchements individuels et les branchements collectifs (branchements présentant plusieurs points de livraison).

La NF C 16-600 La norme NF C 16-600 fixe les règles permettant de réaliser le diagnostic de l'état des installations électriques existantes des locaux à usage d'habitation, une évaluation obligatoire en cas de vente ou de location d'un logement

II.7.5 Les 10 élémentaires de sécurité électrique

Ne pas sous-estimer les risques

Si l'électricité statique ne représente pas de risque direct pour les personnes, il n'en est pas de même pour l'électricité qui est présente chez nous ou sur notre lieu de travail. Toute intervention sur ou à proximité d'une installation ou d'un équipement électrique est risquée

Ne pas bricoler

Réparer ou modifier des appareils électriques peut entraîner des risques importants pour soi mais également pour

ceux qui les utiliseront. L'électricien est un professionnel qualifié pour ces opérations : à chacun son métier

Utiliser correctement le matériel

Le matériel électrique est conçu pour assurer la protection de son utilisateur. Ce matériel peut cependant se dégrader avec le temps ou suite à une mauvaise utilisation. Avant chaque utilisation, il faut s'assurer du bon état de ses outils avant

de les utiliser (carcasse, câble et fiche d'alimentation)

Ne pas confondre les câbles

Un câble électrique comporte plusieurs conducteurs qui sont identifiés par des couleurs différentes.

Ces «fils électriques» n'ont pas la même fonction. Ils ne sont donc pas interchangeables. S'emmêler ou

se mélanger dans les fils entraîne toujours un risque pour soi-même ou pour le matériel.

De plus, un câble électrique ne doit servir qu'à alimenter un matériel. L'utiliser à d'autres fins est dangereux

Se méfier de l'eau

L'eau et l'électricité ne font pas bon ménage ! La présence d'eau augmente considérablement le risque

de choc électrique. Dans ces conditions, le matériel électrique, et plus particulièrement les outils électroportatifs en mauvais état, peut s'avérer particulièrement dangereux

Respecter les autorisations d'accès

Un travailleur qui ouvre une armoire électrique ou qui réarme une protection électrique doit être autorisé à le faire par son employeur. Si ce n'est pas le cas, il doit s'abstenir.

Ne pas toucher ce que l'on ne connaît pas

Toucher quelque chose qui n'est pas connu peut être dangereux. Ce principe de précaution est applicable dans tous les cas, par exemple :

- ce qui est apparemment hors tension peut être réalimenté,
- ce qui est à l'arrêt peut redémarrer

Localiser et utiliser la coupure d'urgence

La coupure d'urgence permet de couper le courant en cas de danger pour la sécurité des personnes et du matériel

Respecter les distances de sécurité

Prendre ses distances avec les pièces nues sous tension permet d'éviter un contact fortuit avec elles, directement ou indirectement par l'intermédiaire d'objets conducteurs (perches, barres, échelles métalliques...). Sur les chantiers, cette distance est de 3 m pour une tension inférieure ou égale à 50 kV et de 5 m pour une tension supérieure à 50 kV

Signaler les anomalies Toutes les anomalies

Observées sur les équipements ou les installations électriques doivent impérativement être signalées à la personne chargée de la surveillance des installations électriques. Il peut s'agir :

- d'un matériel défectueux,
- d'une odeur de brûlé,
- d'un dégagement de fumée,

- d'un bruit anormal (grésillement, claquements),
- de l'émission d'étincelles.

II.8 Assurer la sécurité électrique dans le milieu industriel

Orientation, formation et sensibilisation

Étant donné que de nombreuses entreprises offrent un programme d'orientation générale dans le cadre du nouveau processus d'embauche, y compris une formation de sensibilisation aux risques électriques ainsi que des instructions générales sur la sécurité au travail est le meilleur moyen de garantir que les nouveaux employés sont alertés des risques électriques potentiels.

Une orientation initiale bien conçue améliore la sensibilisation à la sécurité des travailleurs, peut aider à prévenir des blessures graves ou pire, et envoie un message fort que l'employeur est sérieux au sujet de l'établissement et du respect de pratiques de travail sécuritaires. Gardez cela à l'esprit si vous avez des travailleurs non électriques qui n'ont pas de formation de sensibilisation aux dangers électriques et qui travailleront dans et autour des dangers.

Un programme efficace de sensibilisation à la sécurité électrique et aux dangers fournit un aperçu des dangers électriques potentiels, des stratégies de protection et d'évitement et des instructions sur les politiques et procédures de l'entreprise qui soutiennent les pratiques de travail sécuritaires. Bien que les éléments spécifiques d'un programme de sensibilisation varient en fonction de l'industrie, des installations, des machines et de l'équipement, un programme de formation utile pourrait comprendre une variété d'éléments.

- Sensibilisation générale à l'électricité
- Conséquences des dangers électriques
- Le modèle de sécurité
- Risques majeurs et stratégies de prévention
- Sensibilisation au verrouillage / étiquetage (LOTO)
- Sensibilisation aux équipements de protection individuelle de base (EPI)
- Signaler les dangers à un superviseur
- Formation de suivi

II.9 La secourisme des accidents électriques

Objectifs : Identifier et exploiter les consignes verbales ou écrites en cas d'accident d'origine électrique.

Mise en situation : la pancarte ci-contre apporte les consignes relatives aux premiers secours à donner aux victimes d'accidents électriques (conformément à l'annexe I de l'arrêté du 14 février 1992), mais

- : - quels sont les moyens à mettre en œuvre pour assurer la protection (protéger) de l'accidenté ?
- quels sont les examens à effectuer et les gestes à entreprendre (secourir) avant d'alerter les secours ?
- qui contacter (alerter) et quelles informations communiquer ?

Comment

Par suppression de la cause de l'accident c'est-à-dire en faisant couper le courant à l'aide d'un système de coupure accessible sans risque :

- coupure d'urgence
- interrupteur omnipolaire
- Disjoncteur
- Débranchement d'une prise de courant
- Suppression des fusibles d'un sectionneur.

En basse tension, le sauveteur peut s'isoler lui-même à l'aide d'une perche isolante, de gants isolants...

En haute tension, il faut mettre hors tension avant de toucher à la victime ou au conducteur. Cette manœuvre ne peut être assurée que par une personne qualifiée connaissant l'installation. L'isolement du sauveteur ne suffit pas.

Les gestes de premiers secours en cas d'électrocution

Il s'agit toujours d'une urgence vitale.

Il faut faire preuve de sang-froid et appliquer une **procédure adaptée** à ce type d'accident car le temps d'intervention est déterminant dans l'évolution de l'état de santé des accidentés.

Il est généralement recommandé d'agir de la sorte:

- 1- Ne pas toucher le corps de la victime pour éviter d'être à son tour traversé par le courant.
- 2- Couper l'électricité en mettant le circuit hors tension : appuyer sur l'interrupteur de l'appareil, débrancher sa prise ou couper le courant avec le disjoncteur du lieu (appartement, maison, bâtiment...).
- 3- Appeler les secours : le 14 ou le 1021.
- 4- Rester à proximité de l'accidenté.

Si la personne est consciente, il faut évaluer son état et procéder aux soins de premières urgences en cas de brûlures notamment.

Si la personne est inconsciente et que son cœur bat, la placer en position latérale de sécurité. Si elle est en arrêt cardiaque, pratiquer au plus vite un massage cardiaque.

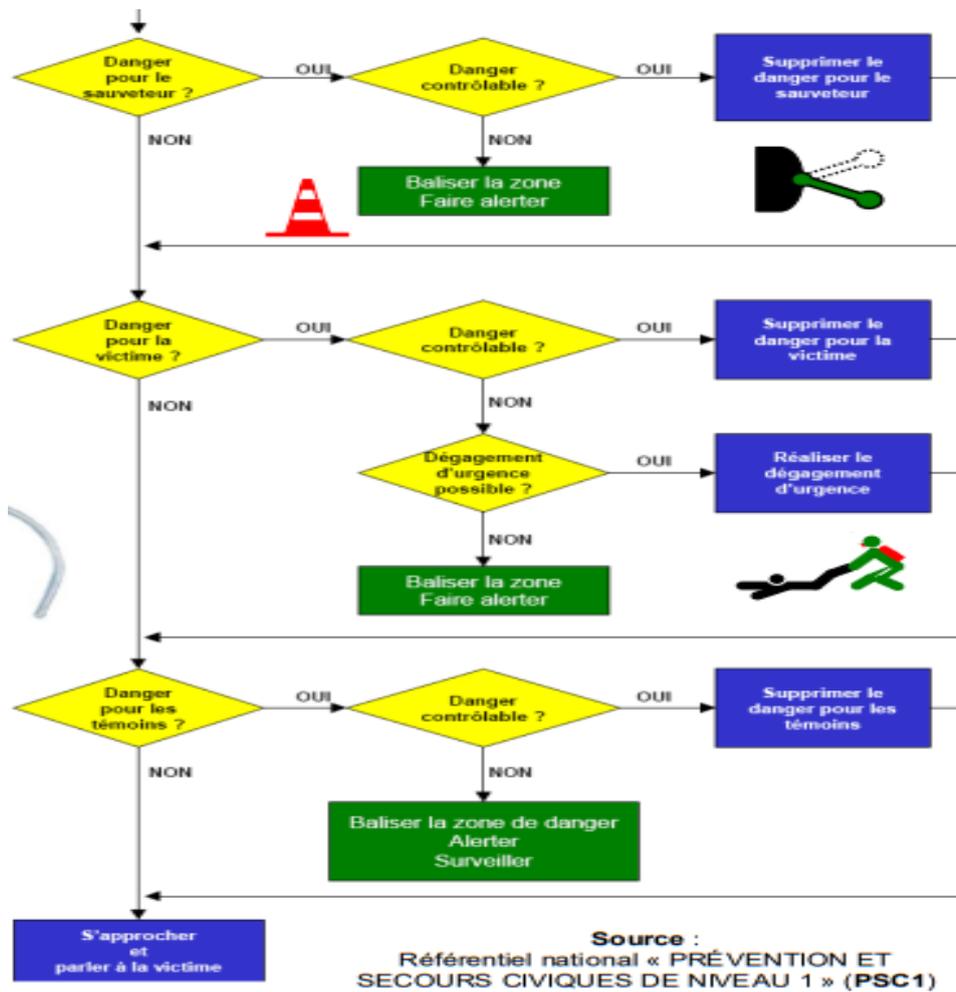
Les mesures de prévention

Dans le milieu professionnel, la vigilance est de mise dans les espaces où se trouvent des installations électriques sous tension. Il est fortement conseillé de former un salarié aux **gestes de premiers secours**.

Dans la vie quotidienne, les risques existent surtout lorsque la maison abrite de jeunes enfants. Les gestes de prévention à appliquer sont multiples. On conseille de débrancher les appareils électriques à proximité des points d'eau, d'utiliser des caches prises et surtout d'éduquer aux **dangers électriques**



Figure II.15 : Coupure d'urgence



Source :
Référentiel national « PRÉVENTION ET SECOURS CIVIQUES DE NIVEAU 1 » (PSC1)

Figure II. 16 . secourisme d'accidents électrique

SOINS AUX ELECTRISES

ne perdez pas une seconde

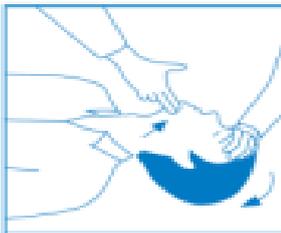
PROTEGER

Soustraire la victime aux effets du courant par la mise hors tension.
 Si la mise hors tension n'est pas possible par le sauveteur, prévenir le distributeur.
**TOUTE INTERVENTION IMPRUDENTE DU SAUVETEUR
 RISQUE DE L'ACCIDENTE LUI-MEME**

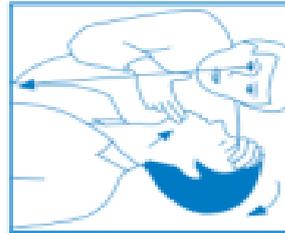
SECOURIR

ASSURER LA RESPIRATION

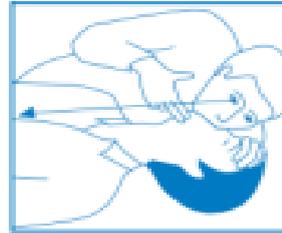
La victime est inanimée et ne répond pas, thorax et abdomen sont immobiles.



Basculer prudemment la tête en arrière et soulever le menton



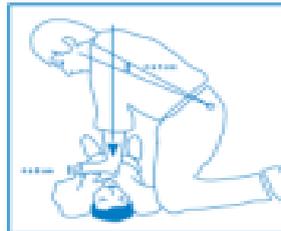
Observer, écouter, apprécier le souffle



Insuffler si arrêt ventilatoire



Evacuation éventuelle de corps étrangers en position latérale de sécurité



Message cardiaque si nécessaire par sauveteur formé et entraîné

ALERTER

Suivant consigne préétablie

	Pompiers..... 18	Services d'urgence :	
	S.A.M.U 15		
	Police secours... 17		

Ne jamais abandonner les soins avant l'arrivée des secours spécialisés

AR 20

1990

SIGNALE

Figure II.17: les étapes de secourisme

II.10 Conclusion

Les accidents électriques provoquent chaque année pas assez de morts et plusieurs personnes présentent des blessures invalidantes ; toutefois, ces résultats sont relatifs compte tenu de la multitude des utilisateurs et du nombre des imprudences commises. La prévention prend une dimension indiscutable et primordiale, et repose sur le respect et l'amélioration des normes de fabrication, d'installation et sur l'utilisation de système de sécurité en cas d'accident électrique.

Une personne soumise à une tension électrique subit, selon l'importance de celle-ci, des effets graves pouvant aller jusqu'à la mort.

Si on examine l'évolution des causes d'accidents, bien que leur nombre ne soit pas constant et qu'ils n'aient pas tous été répertoriés, on s'aperçoit que c'est la qualification inadéquate du personnel et la mauvaise organisation du travail qui restent les causes principales d'accidents d'origine électrique, alors que la défektivité des installations est plutôt en régression.

Il faut donc porter tout particulièrement les efforts sur :

La formation du personnel: sensibilisation aux risques électriques (contact avec des conducteurs actifs ou les pièces conductrices habituellement sous tension, contact avec des masses mises accidentellement sous tension, risques de brûlures, incendies ou explosion), dispositions à prendre pour assurer la protection des travailleurs contre ces risques, utilisation et entretien des installations.

L'organisation du travail : utilisation d'outils, appareils de mesure, équipements, etc., adaptés aux interventions et travaux et en bon état, méthodes de travail, procédures à respecter...

III.1 Introduction

Il ne suffit pas qu'un matériel réponde aux exigences fonctionnelles qui lui sont assignées. Il faut aussi le protéger contre les influences externes qui pourraient lui être nuisibles, et s'assurer qu'il n'est pas dangereux pour son utilisateur ou pour son environnement.

Différents moyens peuvent être utilisés, séparément ou en combinaison, pour satisfaire cette dernière exigence. Ils se ramènent tous à l'une des méthodes suivantes :

La mise hors de portée par éloignement en hauteur ou horizontalement par exemple au moyen d'un obstacle ;

L'isolation solide totale utilisée en particulier pour les câbles mais qui s'applique également lorsqu'il y a des pièces en mouvement ;

La mise sous enveloppe, objet de ce cahier.

Cette dernière méthode présente l'avantage de répondre facilement à l'autre exigence, la protection du matériel contre certaines influences telles que :

La pénétration de corps étrangers qui viendraient perturber le fonctionnement mécanique ou électrique. On trouve parmi eux aussi bien le sable et la poussière que les petits animaux et les insectes volants ou rampants ;

Eau et autres liquides qui viendraient altérer les isolations et provoquer des dégradations ;

Impacts mécaniques qui pourraient déformer ou briser des parties fragiles ;

Gaz corrosifs de l'environnement ;

Champs électromagnétiques rayonnés

Radiations diverses, dont la lumière.

Constituant un support, l'enveloppe permet aussi de réaliser des ensembles d'appareils complémentaires et coordonnés. C'est donc la méthode de protection la plus répandue. Elle est utilisée aussi bien pour des matériels électroniques ou informatiques que pour des matériels électrodomestiques ou pour des équipements à basse ou à haute tension ou pour des machines tournantes. L'enveloppe peut être panier intégrante du matériel ou construite séparément et vendue vide à un tableautier. Elle peut être faite de différents matériaux : Métallique ou synthétique, isolant ou conducteur.

III.2 Notions général de prévention

III.2.1 Le code de travail

La prévention « des risques d'accident d'origine électrique », s'inscrit dans les dispositions générales prises au titre des règles d'hygiène, de sécurité et de conditions de travail énumérées dans le code du travail.

Art. L4121

L'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs.

L'employeur met en œuvre les mesures prévues sur les bases des 9 principes généraux de prévention.

Sans préjudice des autres dispositions du code du travail

Art. L4122-1

Conformément aux instructions qui lui sont données par l'employeur

Art. L4721-1

Le directeur du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle, sur le rapport de l'inspecteur du travail constatant une situation dangereuse

III.2.2 La prévention

La protection et vise à prévenir les risques avant qu'ils ne se produisent. Un exemple de prévention pour la sécurité des entreprises comprend un ensemble de règles et de rappels sur les meilleures pratiques de sécurité.

III.2.3 La protection

C'est l'étape suivante et prend généralement le relais si la prévention échoue. La protection est une combinaison d'utilisation d'équipements de sécurité et de procédures pour se défendre et éliminer les menaces. La protection implique des plans d'action ou des stratégies avec des étapes à suivre en cas d'urgence.

III.3 Principes généraux de prévention au regard au risque d'origine électrique

III.3.1 Objectif de prévention

Définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées aux risques d'origine électrique

Mise en situation :

La norme NF C18-510 précise : « l'analyse du risque électrique doit précéder toute opération d'ordre électrique ou d'ordre non électrique afin de définir et de mettre en place, lors des opérations, les mesures de prévention appropriées pour la protection des personnes et des biens ».

III.3.2 Les principes généraux de prévention des accidents électrique

Suppression du phénomène dangereux

Puisque le risque d'apparition d'un dommage est lié à l'existence d'un phénomène dangereux,

le premier principe est de supprimer le phénomène dangereux lui-même

Réduction du phénomène dangereux

La réduction du phénomène dangereux peut être une solution permettant de limiter les risques de dommages

Suppression du voisinage

Lorsque la suppression du voisinage ne peut être obtenue, tout doit être mis en œuvre pour que l'intervenant soit isolé par rapport aux sources de tension et par rapport à la terre

Etablissement d'instructions

En complément des mesures de prévention précédentes, un document écrit peut être porté à la connaissance des intervenants

Formation

III.4. Les périmètre de protection

Durant les travaux sous tension, il y a un risque non seulement pour la personne qui effectue les travaux, mais également pour les autres personnes qui se trouvent dans l'environnement de travail immédiat. En effet, il est difficile de deviner si la personne qui effectue des travaux sur un équipement travaille sous tension ou non, tout comme il est impossible de deviner en voyant un panneau ou un boîtier électrique ouvert s'il est sous tension ou non. Il est recommandé de

prendre quelques précautions pour aménager l'espace de travail de manière à améliorer sa propre sécurité et celle des autres:

- Faire en sorte que l'emplacement soit bien dégagé.
- Avoir un appui solide afin d'être dans une position stable, en particulier pour le travail en hauteur.
- Délimiter ou identifier la zone où le travail sous tension s'effectue.

La norme CSA Z462 définit deux types de périmètres de protection, soit celui contre les chocs et celui contre les éclairs d'arcs.

III.4.1 les périmètres de protection contre les chocs électriques

On distingue deux périmètres de protection contre les chocs :

- Le périmètre d'accès limité qui définit l'espace à l'intérieur duquel les personnes non qualifiées ne sont pas admises à moins d'être informées des dangers et d'être accompagnées par une personne qualifiée.
- Le périmètre d'accès restreint qui définit la limite à ne pas franchir par la personne qualifiée à moins d'utiliser des moyens pour isoler ou protéger la personne (ÉPI, barrière isolante, etc.).

III.4.2 Le périmètre de protection contre les éclats d'arcs électriques

Ce périmètre correspond à la distance à laquelle l'énergie incidente, c'est-à-dire l'énergie dégagée par l'arc électrique, est égale à $1,2 \text{ cal/cm}^2$ (5 J/cm^2). Il est à noter que des brûlures au 2e degré pourraient être subies à ce niveau d'énergie*.

Il y a deux méthodes pour établir le périmètre de protection contre les éclats d'arcs :

- Calculer l'énergie incidente pouvant être dégagée en cas de court-circuit franc (voir la norme CSA Z462 pour les méthodes de calcul);
- Utiliser les tableaux fournis dans la norme lorsque les critères

Si la méthode de calcul de l'énergie est retenue, il faudra confier ces calculs à des experts.

Le périmètre d'éclats d'arcs varie selon la conception du système électrique sur lequel les travaux sont effectués et selon les tâches effectuées. Ce périmètre peut donc être inférieur au périmètre de protection contre les chocs (accès limité) ou plus élevé que celui-ci.

Pour réduire l'étendue de ce périmètre, il faut réussir à diminuer l'énergie incidente pouvant être dégagée

III.5 les équipements de protection

Certains équipements sont spécialement conçus pour protéger les individus en matière de danger relié à l'électricité :

- Les équipements ayant une résistance électrique très élevée qui créent une barrière isolante entre le corps et un point de contact sous tension (ex. : les gants isolants).
- Les vêtements et les équipements ayant une résistance à la flamme et à la chaleur qui protègent la peau contre les brûlures en cas d'éclats d'arcs. Ils ont une cote anti-arcs (ATPV; Arc Thermal Protection Value) qui s'exprime

en cal/cm².

III.5.1. Les gants

Les gants isolants sont faits typiquement de caoutchouc et offrent une très grande résistance électrique. Ces gants sont utilisés pour manœuvrer des appareils électriques ou pour travailler près de pièces sous tension. Ils ne sont pas conçus pour travailler directement en contact avec des pièces sous tension qui ne sont pas isolées, mais bien pour protéger le travailleur d'un contact accidentel avec ces pièces.

Sur les gants, on retrouve un marquage qui indique la classe pour laquelle ils sont approuvés. On choisit la classe de gants selon la tension (voltage) à laquelle on est exposé

- Classe 00 : approuvé jusqu'à 500 V
- Classe 0 : approuvé jusqu'à 1 000 V
- Classe 1 : approuvé jusqu'à 7 500 V

- Classe 2 : approuvé jusqu'à 17 000 V
- Classe 3 : approuvé jusqu'à 26 500 V

Il faut porter des gants de cuir par-dessus pour les protéger contre les dommages mécaniques (ex. : coupure) et pour assurer une meilleure protection contre les brûlures en cas d'éclats d'arcs. L'ensemble gants isolants - gants de cuir est vendu avec un sac de rangement qui aide à préserver l'intégrité des gants. Le principal inconvénient de l'utilisation des gants isolants est la perte de dextérité. Pour diminuer cet inconvénient, il est primordial de suivre les indications du fournisseur pour bien choisir la grandeur de gants qui convient à vos mains.

III.5.2 Les bottes munies de semelles isolantes

Un travailleur doit porter des bottes de sécurité munies de semelles isolantes dès qu'il est exposé au risque de subir un choc électrique. Ces bottes sont facilement identifiables. Elles portent une étiquette cousue sur laquelle on retrouve le sigle \square . Ces bottes répondent à la norme CSA Z195 qui exige, entre autres, que la semelle offre une résistance de 18 millions d'Ohms.

Les bottes à semelles isolantes contribuent à protéger contre un choc électrique en augmentant la résistance électrique du corps en cas de passage de courant entre le point de contact sous tension et le sol (0 V). Par contre, elles ne protègent pas contre un choc entre deux autres parties du corps, par exemple, d'une main à l'autre.

Les bottes de sécurité en cuir offrent une bonne protection contre les éclairs d'arcs. Par contre les bottes de sécurité en nylon, plus légères et souvent plus confortables, n'offrent pas une protection suffisante

III.5.3 La visière le balaclava et la cagoule

La visière n'offre aucune protection contre le risque de subir un choc électrique. Elle permet de protéger le travailleur des éclats, de la « boule de feu » et de l'éblouissement provoqués par la formation d'un arc électrique suite à un court-circuit accidentel ou à une quelconque défectuosité dans un équipement électrique. Elle doit couvrir le visage, le cou et les côtés de la tête. L'utilisation d'un balaclava (cagoule de type passe-montagne portée sous le casque-visière) est nécessaire pour augmenter la protection contre

les brûlures. Dans le cas d'un risque d'exposition à un éclair d'arc puissant, on utilisera une cagoule avec visière intégrée, qui recouvre les épaules, le haut de la poitrine et du dos (voir l'illustration Équipement de protection à la page 37). La norme spécifie qu'il faut porter des lunettes de sécurité sous la visière.

III.5.4 Les vêtements protecteurs

Les vêtements synthétiques, comme le polyester ou les mélanges coton/polyester, sont à éviter parce qu'en cas d'exposition à des éclats d'arcs, la chaleur intense et les particules en fusion peuvent faire fondre le polyester sur la peau et ainsi aggraver les brûlures. Ils peuvent également s'enflammer.

Les vêtements doivent la plupart du temps avoir une certaine résistance à la flamme et à la chaleur dès qu'il s'agit de travail sous tension. Il peut s'agir de vêtements en coton traité ou des vêtements dont la fibre elle-même est ignifuge et offre une bonne résistance à la chaleur (Nomex, Ultra Soft, etc.).

La valeur de résistance à la chaleur nécessaire pour assurer une bonne protection dépend directement du niveau d'énergie dégagée en cas d'éclats d'arcs. Cette énergie varie selon le système électrique

sur lequel on doit travailler et les tâches à effectuer. Plus l'énergie pouvant être dégagée est élevée, plus les vêtements de protection devront résister à la chaleur, c'est-à-dire qu'ils devront bloquer suffisamment la chaleur pour réduire le risque de brûlure de la peau. Cette propriété est définie par la cote anti-arcs appelée ATPV (Arc Thermal Protection Value) et s'exprime en cal/cm². La valeur ATPV d'un vêtement est indiquée à même le vêtement ou sur une étiquette.

Les vêtements ayant une résistance de 4 cal / cm² ou de 8 cal/cm² ressemblent à un vêtement de travail normal, à la différence qu'ils sont faits d'un tissu plus dense. Par contre, les vêtements de 25 cal/cm² et de 40 cal/cm² sont beaucoup plus épais et par le fait même beaucoup plus chaud.

Finalement, la norme spécifie de porter des sous-vêtements faits de fibres qui ne fondent pas sous l'effet de la chaleur. Les sous-vêtements en coton sont de mise.

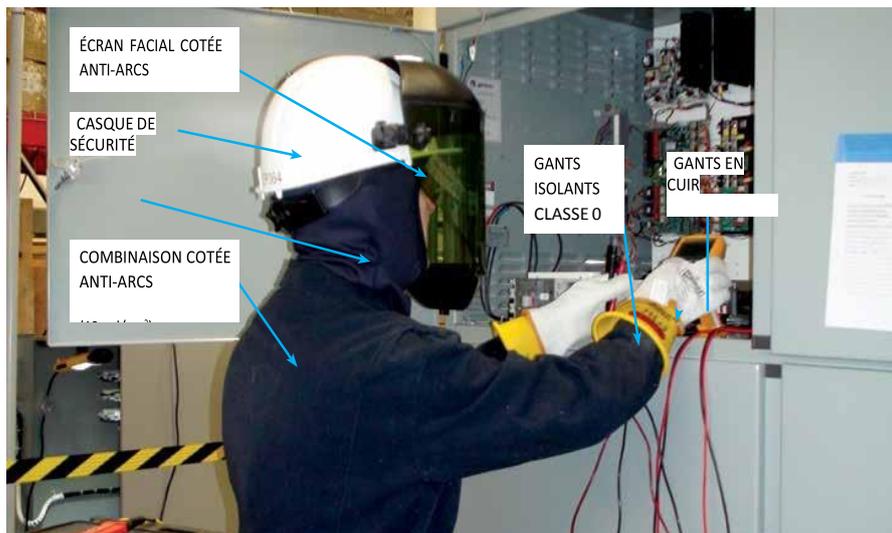


Figure III.1 Travail effectué sous tension avec l'équipement approprié

III.5.4. Les instruments de mesure et le matériel isolé

Une panoplie de matériel est disponible sur le marché pour diminuer le risque de subir un accident d'origine électrique. En voici quelques-uns :

- Multimètres de catégorie appropriée
- Barrières isolantes
- Escabeaux non conducteurs
- Outils isolés

III.5.5 Un multimètre sécuritaire

Il arrive régulièrement des accidents liés à l'utilisation de multimètres. La situation la plus courante consiste à faire une erreur dans le branchement ou dans la sélection du paramètre à mesurer. Par exemple, le multimètre est ajusté en mode « résistance » alors que l'on s'apprête à mesurer une différence de tension. Il se produit alors une surintensité dans le circuit de mesure du multimètre. En temps normal, le fusible de protection fond et l'appareil de mesure demeure intact. Il arrive parfois que la surintensité soit suffisante pour créer un court-circuit dans le boîtier de l'instrument, au point où les circuits de l'instrument sont calcinés. Si le court-circuit est très intense, l'instrument peut littéralement exploser, provoquant des brûlures aux mains et au visage du travailleur si celui-ci n'est pas protégé.

Il existe sur le marché des multimètres à l'épreuve d'un mauvais branchement ou d'une mauvaise sélection d'échelle de mesure. Les multimètres vendus sur le marché ont également des cotes de

sécurité qui correspondent à des catégories de surtension. Selon l'endroit où l'on se trouve par rapport au point d'alimentation, il y a des risques de fluctuations dans le signal qui peuvent engendrer des surintensités dans l'appareil de mesure et provoquer une « explosion » de l'appareil. Il est important d'utiliser un instrument de mesure ayant la cote de sécurité correspondante à son utilisation.

Il y a quatre cotes de sécurité ou catégories de surtension : CAT I, CAT II, CAT III et CAT IV. Plus la cote de sécurité est élevée, plus l'appareil de mesure est apte à supporter des conditions de défaut sévères (surtensions, courants de court-circuit). Le choix de la cote dépend grandement du point de mesure. De manière générale, plus on est près de la source de puissance (entrée électrique), plus la cote de sécurité de l'appareil doit être élevée.

Tableau III.1 : *les catégories de surtension*

CATÉGORIE DE SURTENSION	EXEMPLES
CAT I	<ul style="list-style-type: none"> • Matériel électronique protégé • Source de tension élevée et de basse puissance comme la section haute tension d'un photocopieur • Matériel raccordé à des circuits dont les extensions transitoires sont limitées à un niveau acceptable
CAT II	<ul style="list-style-type: none"> • Outils portables et appareils électriques domestiques • Prises de courant et longs circuits de dérivation • Prises à plus de 10 mètres (30pi) de la source CAT III
CAT III	<ul style="list-style-type: none"> • Appareillage de commutation, moteurs triphasés • Barres omnibus, circuits d'alimentation industriels • Systèmes d'éclairage dans les grands bâtiments
CAT IV	<ul style="list-style-type: none"> • Sectionneur principal • Compteurs électriques • Extérieur du bâtiment, entrée électrique

I.5.6. Les barrières isolantes

Il existe sur le marché des tapis isolants, des écrans ou des tabourets qui augmentent le niveau d'isolement en offrant une résistance électrique très élevée. Ils sont disponibles, entre autres, chez les fournisseurs d'équipements en santé et en sécurité du travail.

I.5.7 Les escabeaux

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (s-2.1, r.19.01) RSST, stipule que tout escabeau utilisé sur un lieu de travail doit être en bois ou fait d'un autre matériau isolant lorsqu'il est utilisé près de conducteurs électriques. Les escabeaux d'aluminium ne doivent pas être utilisés durant les travaux sous tension ou à proximité de composantes sous tension.



Figure III. 2 : Equipement de protection ayant une cote anti –arc

III.5.8. Les outils isolés

Les outils isolés sont typiquement approuvés jusqu'à 1 000 V. Le manche et la tige sont recouverts d'un matériau isolant qui augmente le niveau de protection contre les chocs électriques et contre la formation d'un arc électrique. L'utilisation d'un tournevis dont la tige n'est pas recouverte d'un matériau isolant pourrait :

- Provoquer un court-circuit à l'intérieur d'un panneau électrique ;

Provoquer un choc électrique si la main glisse et crée un contact

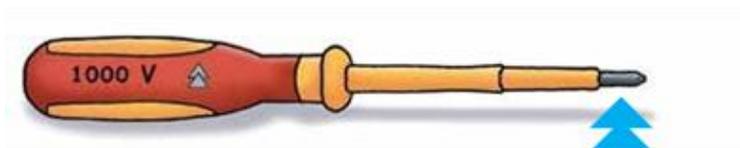


Figure III. 3 : Tournevis approuvé pour 1000v

III.5.9 Les stations d'essais électriques

Certaines entreprises doivent effectuer des tests électriques sur leur produit tels que des tests diélectriques (Hi-Pot) ou des tests de fonctionnement. La norme NF EN 50191 *Installation et exploitation des équipements électriques d'essais* fournit des recommandations pour réduire le risque de subir un choc durant les essais.

III.5.10 Les principes généraux

Tout d'abord, la station d'essai doit être disposée et conçue de manière à empêcher l'accès à des éléments sous tension. Il existe plusieurs moyens d'y parvenir, par exemple :

- Isoler les conducteurs sous tension.
- Placer des couvercles de protection sur les parties sous tension.
- Instaurer des distances de sécurité à l'aide de barrières.
- Installer un dispositif de commande bimanuel.
- Assurer une protection en cas de défaut d'isolation (GFCI).
- Installer des voyants lumineux indiquant l'état de l'alimentation électrique :
 - Un voyant vert indique que la station d'essai n'est pas alimentée.
 - Un voyant rouge indique que la station est alimentée et qu'il y a un danger potentiel.
- Installer visiblement des signaux d'avertissement et d'identification de la zone d'essai.
- Munir la station d'essai d'un bouton d'arrêt d'urgence.

Il est à noter que d'autres moyens de protection peuvent être nécessaires selon les dangers présents (rayonnement, particules en suspension, bruit, incendie, etc.).

III.8.11 Les types de stations d'essai

Selon les besoins, la faisabilité et la nature des tests à effectuer, les stations d'essais ne sont pas aménagées de la même façon. La norme fournit différentes recommandations selon qu'il s'agit de :

- Stations d'essais avec protection automatique contre les contacts directs (aucune pièce sous tension accessible durant les tests)
- Stations d'essais sans protection automatique contre les contacts directs

- Laboratoires d'essais et stations expérimentales
- Stations d'essais temporaires
- Stations d'essais sans personnel permanent

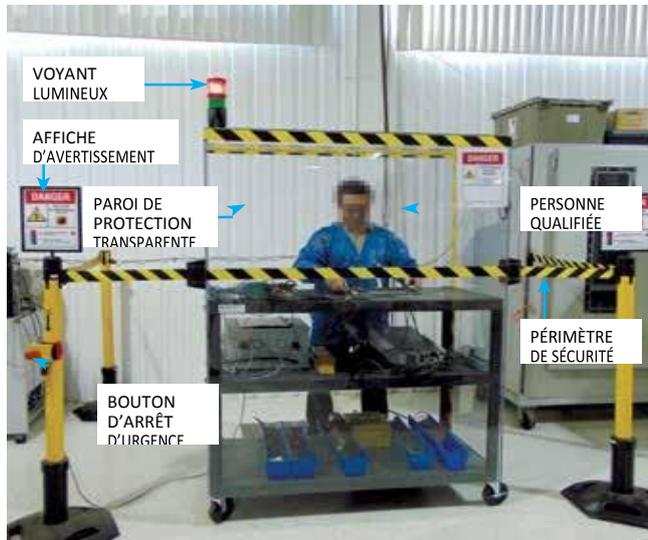


Figure III.4 : Aménagement d'une station mobile d'essais électrique

III.5.12 Réalisation des essais

Les personnes affectées aux tests électriques doivent être informées des dangers auxquels elles s'exposent, des procédures de travail et des mesures de sécurité à suivre. Par exemple, voici des mesures de sécurité à mettre en place durant des tests diélectriques (Hi-Pot test) :

- Effectuer les tests sur une table recouverte d'un matériau non conducteur.
- Si possible, utiliser un gabarit ou un support pour ne pas tenir la pièce (celle-ci pourrait devenir sous tension en cas de défaut d'isolation).
- Identifier les boutons d'ajustement de tension et d'ampérage (ne pas mettre inutilement sur un courant trop élevé).
- Prévoir plusieurs voyants lumineux et des barrières autour de la zone d'essai si les pièces à tester sont de grandes dimensions.

III.5.12.1 Consignes de sécurité pour les essais sous tension

Danger

Toute tension supérieure à 24 V ~ (alternatif) est dangereuse pour l'homme.

Il y a risque d'électrisation, d'électrocution ou de brûlures graves

Consignes générales

- Seules les personnes qualifiées et formées peuvent effectuer les essais sous tension et demeurer à l'intérieur du périmètre de sécurité qui délimite l'aire d'essai.
- Le personnel doit être formé selon une procédure bien définie et il doit être supervisé par une personne qui comprend parfaitement l'utilisation du testeur et des risques qui y sont associés.
- Ne jamais intervenir mains nues sur une installation électrique ou sur un équipement électrique en présence de pièces nues sous tension supérieure à 24 VAC.
- Ne réaliser des essais que sur un plan de travail recouvert d'une surface isolante.
- Ne pas se laisser distraire en demeurant concentré sur les essais à effectuer.

Avant de travailler sur des pièces sous tension vous devez :

1. Avoir enlevé vos bijoux.
2. Retirer tout équipement conducteur de l'aire d'essai (pas d'échelle ou de mètre métallique).
3. Porter les équipements de protection requis.
4. Avoir des outils isolants.
5. S'assurer que l'emplacement est dégagé. Mettre les équipements et le matériel non utilisé à leur place de rangement avant de commencer les essais.
6. Disposer d'un éclairage suffisant pour voir le travail à accomplir
7. Délimiter l'aire d'essai à l'aide des barrières et des affiches prévues à cet effet.
8. Inspecter visuellement l'état des appareils et des accessoires. Toute fissure sur les gaines, les pinces ou les boîtiers isolants et toute défectuosité doit être signalée au superviseur. Ne pas utiliser ces appareils et ces accessoires tant que les réparations n'auront pas été effectuées.
9. S'assurer qu'aucune autre personne est à l'intérieur du périmètre de sécurité pour les essais.
10. Réviser et suivre attentivement les procédures d'essai.
11. Avant de mettre en fonction le HI-POT, régler la tension à zéro volt.

Durant les essais sous tension

- L'échantillon en essai doit être traité avec précaution et comme un équipement présentant un risque de choc électrique jusqu'à ce que les tests aient prouvé le contraire.
- Il faut se tenir éloigné des parties sous tension à découvert.
- Ne saisissez les pinces que par leur poignée isolante. Ne touchez jamais directement une pince!
- Le testeur ne doit jamais être utilisé si son boîtier est retiré. Sa réparation doit être réalisée uniquement par le personnel de maintenance et qualifié.

Après les essais sous tension

- Les appareils d'alimentation doivent être éteints lorsqu'il n'y a pas de tests en cours.
- Le matériel doit être rangé à sa place.

III.6. Prévenir les chocs électriques indirects

III.6.1 La mise à la terre

La mise à la terre est une protection prévue pour les individus. Elle agit comme circuit de retour de courant en cas de mise sous tension accidentelle de la masse de l'équipement. La mise à la terre ne fait pas partie du circuit de fonctionnement d'un appareil électrique. Elle s'effectue typiquement par l'intermédiaire d'un fil de cuivre vissé sur le boîtier métallique de l'équipement électrique. En cas de défaut d'isolement, le courant circulera dans le circuit de mise à la terre devenu sous tension. L'intensité du courant sera très élevée puisque la résistance électrique du fil de mise à la terre est très faible. Cette surintensité déclenchera les dispositifs de protection, c'est-à-dire les fusibles ou les disjoncteurs. Il s'en suivra une coupure immédiate de l'alimentation électrique.

III.6.2 Le détecteur de fuite à la terre

La fonction d'un Détecteur De Fuite à la Terre (DDFT), aussi appelé GFCI (Ground Fault Circuit interrupteur) ou encore disjoncteur différentiel est de protéger les personnes contre un choc électrique indirect en cas de défaut d'isolement sur un équipement électrique.

Ces disjoncteurs sont utilisés dans les endroits où la mise à la terre n'offre pas une sécurité suffisante; là où il y a présence d'humidité, d'eau ou encore dans les milieux très conducteurs

tels que des surfaces de planchers métalliques ou l'intérieur d'une cuve. Au niveau résidentiel, on les retrouve principalement dans les prises des salles de bain et d'extérieur.

Il ne faut pas confondre le détecteur de fuite à la terre et l'interrupteur de courant d'arc. Ce dernier est conçu pour protéger contre les incendies en coupant l'alimentation électrique d'un circuit lorsqu'un arc est détecté. Il est appelé AFCI (Arc Fault Circuit Interrupteur) ou DAA (Disjoncteur Anti-Arc). Les défauts d'arc peuvent se produire dans le système électrique suite à une détérioration de l'isolation électrique du câblage ou à un dommage causé au filage ou à l'équipement électrique.

Le schéma ci-dessous illustre le principe de fonctionnement du DDFT. Le courant i doit être égal au courant de retour i . S'il y a un courant

Les DDFT sont habituellement utilisés via des prises électriques. Ils peuvent également être installés directement dans le panneau principal. Dans ce cas, ils protègent toutes les prises de courant reliées au circuit.

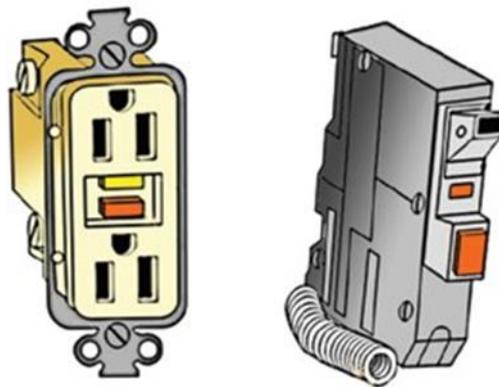


Figure III.5 : Différent modèle de DDFT

Le principe de protection contre les chocs repose sur la mesure de la différence entre le courant dans le conducteur sous tension et le courant de retour dans le conducteur neutre. Si ces deux courants ne sont pas égaux, c'est qu'il y a une fuite de courant, c'est-à-dire qu'il y a du courant qui passe ailleurs que dans le circuit normal. Dès qu'une différence de courant de quelques milliampères est atteinte, le disjoncteur se déclenche, coupant ainsi l'alimentation.

Il est à noter que ces dispositifs ne protègent pas contre un choc électrique entre le conducteur sous tension et le conducteur de retour, mais bien entre le conducteur sous tension et le sol ou avec une surface conductrice environnante.

de fuite (i_3) ou s'il y a un courant qui circule ailleurs que dans le circuit normal, le courant i_1 devient égal à $i_2 + i_3$. Autrement dit, i_1 n'est plus égal à i_2 . Si cet écart atteint ou dépasse 5

mA, le disjoncteur se déclenche et coupe l'alimentation. Le temps de réaction des DDFT est d'environ 25 millièmes de seconde.

III.6.3 Les outils à double isolation

Certains outils ou équipements sont à double isolation électrique. Ils sont munis d'une première isolation interne autour des composantes électriques et d'une enveloppe externe en plastique qui constitue la deuxième isolation. Les pièces métalliques externes sont isolées des composantes électriques internes de l'outil. Par exemple, le mandrin d'une perceuse électrique à double isolation est isolé des composantes électriques internes.

Ces équipements ne nécessitent pas de mise à la terre puisque la protection qu'ils offrent repose sur la double isolation. Ils sont construits de telle façon qu'un défaut d'isolement est improbable dans les conditions normales d'emploi.

Ils ne doivent pas être utilisés si leur boîtier est fissuré puisque la protection de la double isolation repose sur l'intégrité de l'enveloppe de plastique comme isolant. Il faut également savoir qu'ils n'ont pas un degré de protection suffisant pour être utilisés dans des emplacements humides ou mouillés, par exemple, sous la pluie.

Les outils à double isolation sont identifiés par le symbole du double carré

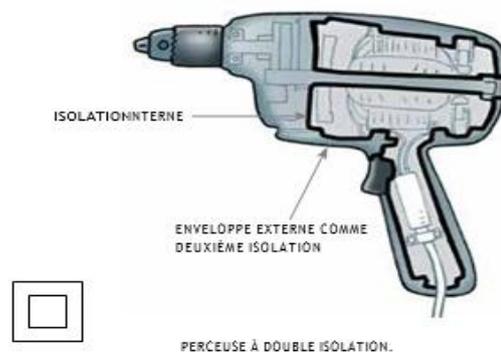


Figure III.6 : perceuse à double isolation

III.6.4 La bonne polarité

Dans plusieurs circuits électriques, l'un des conducteurs d'alimentation est sous tension et l'autre à 0 V. Celui-ci est communément appelé

« fil neutre ». Une bonne polarité signifie que le fil neutre et le fil sous tension sont au fond de la douille alors que le conducteur neutre (0 V) est relié à la douille.

Dans la situation où la polarité serait inversée, le conducteur sous tension serait relié à la douille et le conducteur neutre serait relié au fond de la douille. L'ampoule fonctionnerait quand même, mais cette situation présenterait un danger parce que :

- Toute la douille deviendrait sous tension.
- L'interrupteur installé pour couper le courant sur le conducteur sous tension couperait alors le courant sur le neutre. L'ampoule s'éteindrait, mais la douille demeurerait sous tension malgré le fait que l'interrupteur soit en position « off ».
- Il y aurait danger de subir un choc électrique en touchant la douille ou l'enveloppe de la douille.

En somme, une mauvaise polarité résulte typiquement d'une erreur de branchement.

III.7 Inspecter et entretenir les appareillages électriques

III.7.1 Les câbles souples

- Vérifier si les gaines isolantes des câbles (y compris les rallonges) sont en bon état.

Si les câbles présentent des signes de détérioration, il faut les réparer ou les remplacer parce qu'éventuellement un conducteur sous tension pourrait devenir exposé et accessible.

III.7.2 Les fiches et les prises

- Vérifier s'il y a des connexions lâches. Par exemple, la fiche ne tient pas bien dans la prise.
- Vérifier s'il y a des conducteurs exposés.

raccordés aux bons endroits sur l'appareil ou le réseau électrique.

Pour illustrer cette notion, prenons l'exemple d'une ampoule électrique branchée sur un circuit de 120 V.

Dans la situation où la polarité est respectée, le conducteur sous tension (120 V) est relié

- Vérifier la continuité de la mise à la terre et la polarité.

Il faut également porter une attention particulière dans les endroits où des rallonges ou des accessoires à prises multiples sont utilisés. Le cas échéant, il faudra peut-être faire installer des prises de courant supplémentaires.

III.7.3 Les rallonges électriques

- S'assurer que les rallonges électriques ne servent pas de câbles électriques permanents.
- Vérifier la polarité et la continuité de la mise à la terre.
- Vérifier si la rallonge a les bonnes caractéristiques: dimension du câblage (14G, 12G), résistance à l'huile, etc.

III.7.4 Les outils et appareils portatifs

- Vérifier l'isolation entre les composantes électriques et le boîtier.
- Vérifier la continuité entre la mise à la terre et le boîtier (sauf s'il s'agit d'un outil à double isolation).
- Vérifier l'état du boîtier (ex. : présence de fissures) et du cordon d'alimentation.
- Réparer l'outil si nécessaire.

Si un travailleur mentionne qu'il ressent un fourmillement dans les mains durant l'utilisation d'un équipement électrique, il y a probablement un courant de fuite. Les vérifications suggérées permettent de détecter et de prévenir la présence d'un courant de

fuite qui pourrait, dans certaines circonstances, présenter un risque de choc électrique.

III.7.5. Les couvercles de protection

- S'assurer que tous les couvercles de protection empêchant l'accès à des composantes sous tension sur les appareillages électriques, les boîtes de jonction, etc. sont en place.
- Vérifier si les couvercles ferment bien et s'ils sont en bon état.

III.7.6 Les dispositifs de protection contre les surintensités

S'assurer que les dispositifs de protection sont entretenus conformément aux directives du fabricant ou à des normes reconnues.

Un manque d'entretien peut provoquer des défaillances qui pourraient avoir de graves conséquences (éclair d'arc, incendie, choc électrique).

L'identification des circuits

- Vérifier que tous les circuits d'alimentation sont identifiés, que ce soit dans les panneaux de distribution, aux sectionneurs, etc.

Il est primordial de savoir d'où provient l'alimentation électrique lorsque vient le moment de cadenasser un appareillage.

III.7.7 Les emplacements dangereux

- S'assurer qu'aucune réparation sous tension n'est effectuée dans les endroits où se trouvent des substances ou des gaz inflammables. La moindre étincelle pourrait provoquer un accident.
- Vérifier que les composantes électriques (luminaires, interrupteurs, prises de courant, etc.) placées dans ces emplacements ont une approbation spécifique.

Le Code de construction, Chapitre V - Électricité a une section sur les emplacements dangereux.

III.7.8 Les détecteurs de fuite à la terre (DDFT)

Ou ground fault circuit interrupteur (GFCI)

- Vérifier régulièrement le bon fonctionnement des détecteurs de fuites à la terre.

Ceux-ci sont munis d'un bouton qui sert à simuler un courant de fuite. Lorsque ce bouton est actionné, le disjoncteur doit se déclencher et couper l'alimentation à la prise électrique.

Normalement, le fabricant indique la fréquence à laquelle ce type de disjoncteur doit être testé.

III.7.9 Les équipements de protection individuelle et le matériel isolant

• Vérifier et faire vérifier périodiquement les équipements de protection individuelle. Le fabricant et certaines normes prescrivent la fréquence à laquelle ces vérifications doivent être faites. Par exemple, on doit soumettre les gants isolants à un test électrique à tous les 6 mois.

- Vérifier l'état du matériel isolant utilisé (outils, escabeau, etc.).

Étant donné que ces équipements sont utilisés pour le travail sous tension ou à proximité d'appareils sous tension, il est primordial de vérifier la présence de tout signe de détérioration sur ces équipements. La sécurité des utilisateurs est directement reliée

à l'intégrité de ces équipements.

III.7.10 Le dégagement

Selon le Code de construction, Chapitre V - Électricité, il doit y avoir un espace utile d'au moins un mètre assurant une position stable autour de l'appareillage électrique tels que les tableaux de contrôle, de distribution et de commande.

- Vérifier si l'espace d'un mètre est maintenu là où c'est requis.

III.7.11 La thermographie

Des techniques de vérification plus spécialisées, comme la thermographie, peuvent être utilisées à titre préventif. Cette technique permet de détecter les endroits où il y a un dégagement de chaleur anormal. Ces « points chauds » sont habituellement des indicateurs de détériorations tels que des connexions lâches ou d'autres défauts dans les installations électriques.

De nombreux appareils et équipements dans les installations électriques doivent être inspectés périodiquement. Les manufacturiers sont souvent une bonne source d'information. Ils peuvent recommander d'effectuer des vérifications et de l'entretien périodiques tels que des mesures de température et de courant, le nettoyage des orifices de ventilation, etc.

Il est à noter que de manière générale toute surchauffe d'appareils, toute odeur suspecte, tout bruit anormal méritent d'être analysés. Comme le dit si bien le dicton « mieux vaut prévenir que guérir ».

III.8 Conclusion

Au cours d'opérations de quelque nature que ce soit, le personnel peut être amené à s'approcher de pièces nues sous tension.

Pour tenir compte des risques résultant de cette éventualité, la notion d'environnement a été introduite. Des zones précises ont été définies parmi lesquelles apparaît la zone de voisinage. Ces zones et les règles particulières d'accès font l'objet du présent fascicule.

Pour la définition de ces zones, on ne prendra en compte que les pièces nues sous tension ne

Il est préférable, dans la mesure où aucun impératif d'exploitation ou de sécurité n'existe, d'éliminer les risques liés au voisinage de pièces nues sous tension en procédant :

- Soit à la consignation de l'ouvrage,
- Soit à la mise hors de portée par éloignement, isolation ou interposition d'obstacles.

Dans les cas où les risques ne peuvent être supprimés, il sera tenu compte de la présence éventuelle dans le voisinage d'installations de caractéristiques et de tensions différentes.

Les mesures de prévention à mettre en œuvre seront celles prévues pour la zone la plus contraignante.

IV. La Présentation de l'entreprise

IV.1 Introduction

Les centrales thermiques à flamme sont capables de produire rapidement de l'énergie, c'est pourquoi leur rôle principal est de répondre aux augmentations forcées soudaines de la consommation d'électricité.

Dans une centrale thermique en chauffe de l'eau pour la transformé en vapeur c'est le principe de la cocotte-minute, la force de cette vapeur entraine une turbine dans la rotation va permette la production de l'énergie électrique.

Tout d'abord pour chauffé l'eau on installe plusieurs brûleurs dans une chaudière, la flamme de brûleur peut être alimenté par différents types de combustibles : les fuels, des charbons pulvérisés ou du gaz, la chaudière est apaisée de milliers de tubes, l'eau est chauffée à haute température puis est dirigé vers un ballon où elle se transforme en vapeur, la vapeur est ensuite envoyée sous pression vers la turbine qui mise en mouvement est transformé l'énergie thermique en énergie mécanique, la turbine est couplée à l'alternateur qui génère l'électricité par rotation de rotor (la partie mobile) à l'intérieur de stator (la partie fixe) ; l'énergie produite par cet alternateur est évacuée vers le réseau d'électricité par l'intermédiaire d'un transformateur, on sortie de la turbine la vapeur est alors dirigé vers le condenseur dans laquelle circule de l'eau froide qui permettre de retransformé la vapeur en eau, enfin cette tour retourne vers la chaudière au elle est de nouveau transformé en vapeur est le cycle recommence

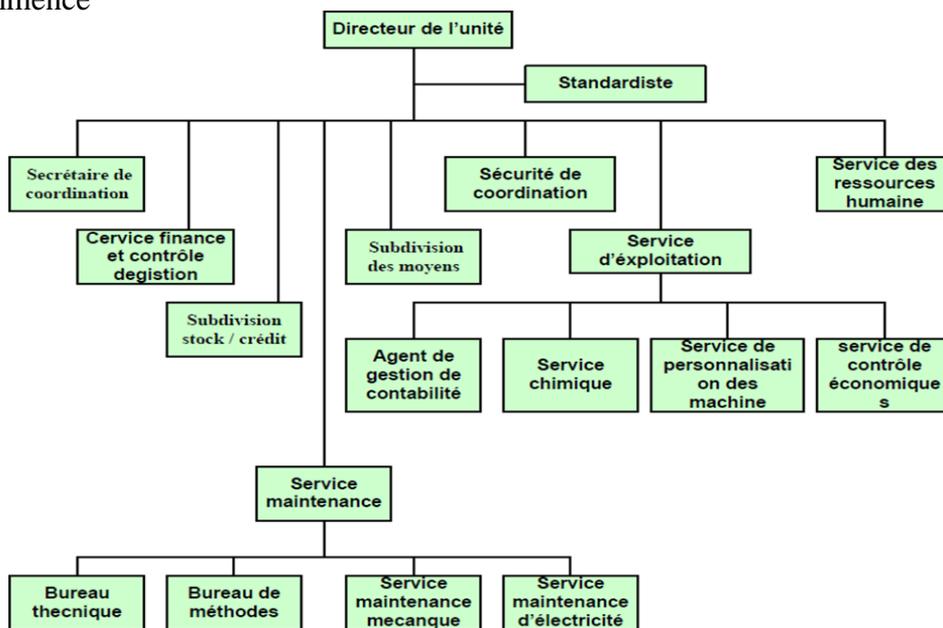


Figure IV.1 : Organigramme de la centrale

IV.2. Plan de masse de la centrale de jijel

La centrale thermique de Jijel est située à l'Est du pays à proximité de la Daïra de TAHER, port de DJENDJEN, aéroport FERHAT ABBES et la route national 43, au bord de la mer méditerranée.

Elle s'étend sur une superficie de 60 Hectares ; La centrale thermique est composée principalement de 03 turbos alternateurs (turbines à vapeur) d'une puissance unitaire de 210MW.

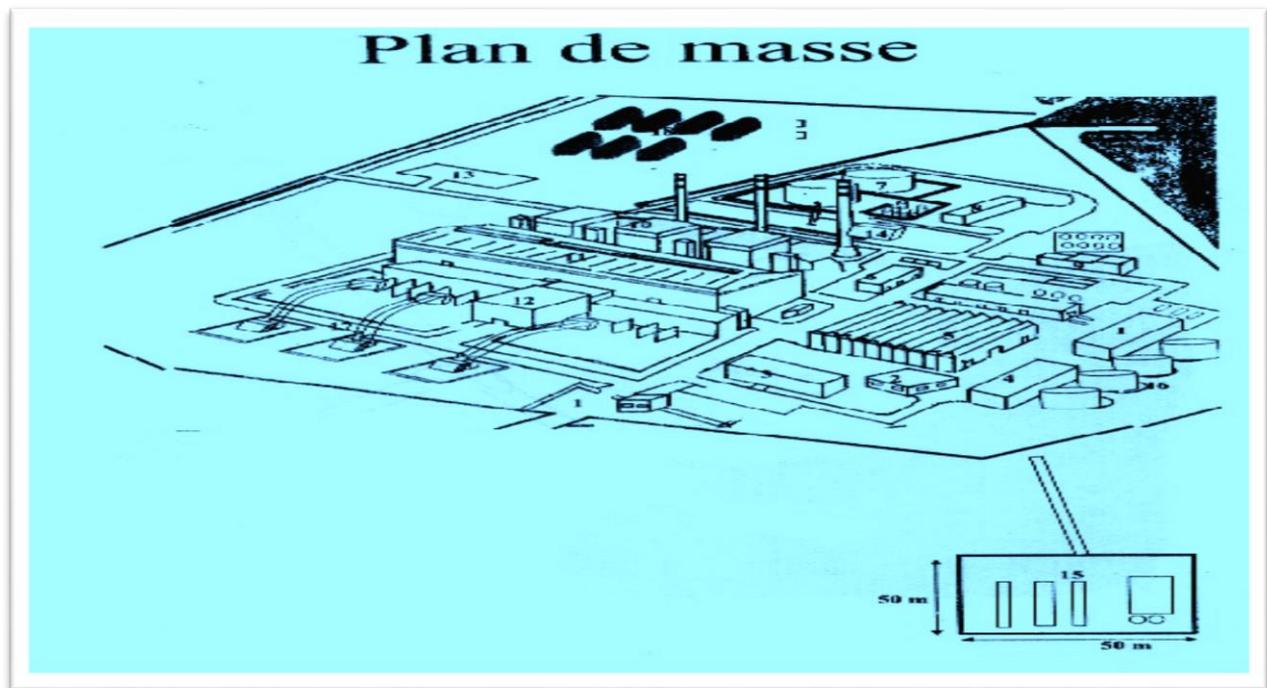


Figure IV.2 : plan de masse

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1- Entrée principale. | 12-Salle de commande. |
| 2-Cantine. | 13-Poste de détente gaz. |
| 3-Bloc administratif. | 14-Chaudière auxiliaire. |
| 4-Station de dessalement d'eau. | 15-Station de pompage. |
| 5-Atelier mécanique. | 16-Bâches d'eau. |
| 6-groupe diesel de secours. | 17-Evacuation d'énergie. |
| 7-Bâches fuel. | 18-Hangars. |

- | | |
|---|---------------------------------|
| 8-Station de pompage fuel, Huile et Incendie. | 19-Station de déminéralisation. |
| 9-Station d'électrolyseurs. | 20-Station d'Air Comprimé. |
| 10-Chaudières. | 21-Bâches N2, H2, CO2. |
| 11-Salle des machines. | |

IV.3. Organes principaux de la centrale

La centrale de JIJEL est de type thermique, située au bord de la mer ; elle est constituée de 3 groupes et d'auxiliaires communs.

 **Les groupes** : Un groupe est un ensemble d'équipements suivants :

- La chaudière (générateur de vapeur).
- La turbine (transmetteur de l'énergie thermique cinétique en énergie mécanique).
- L'alternateur (transmetteur de l'énergie mécanique en énergie électromagnétique).
- Le transformateur.
- Le poste d'eau (qui ferme le cycle thermodynamique).
- La salle de commande principale (ou salle de contrôle).

Les auxiliaires : sont les organes indispensables pour le bon fonctionnement d'une centrale :

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| - Station de pompage. | - Station de dessalement. |
| - Station de déminéralisation. | - Station d'électro-chloration. |
| - Station d'hydrogène. | -Chaudière auxiliaire. |
| - Station d'air comprimé. | - Station de stockage du fuel. |
| - Station diesel. | -Station de détente du gaz. |
| - Station de traitement d'huile. | -Dispositif de protection. |
| - Stock d'azote. | |



Figure IV.3 . Organes principaux du central

IV.4 Principe de fonctionnement de la centrale

La centrale thermique à vapeur, comme son nom l'indique, utilise la vapeur d'eau comme élément moteur de la turbine, ainsi on aura besoin de très grandes quantités d'eau, d'où la nécessité de construire ce type de centrales au bord de la mer.

1. En premier temps la chaudière auxiliaire assure le vide (50 mbar) dans le condenseur facilitant la condensation et l'obtention d'une eau déminée.
2. Des pompes d'extraction refoulent cette eau vers les RBP Réchauffeur Basse Pression qui chauffe l'eau à partir de la vapeur de soutirage du CBP Corps Basse Pression.
3. L'eau parvient ensuite dans le dégazeur pour éliminer les gaz O₂ qui peuvent y être dissous dans l'eau, puis à la bêche alimentaire.
4. L'eau est refoulée vers les RHP (Réchauffeur Haute Pression : échangeurs thermiques chauffés par la vapeur de soutirage du CHP) grâce aux pompes d'alimentation. Les RBP et

RHP servent à économiser du combustible dans la chaudière, et à gagner du temps pour vaporiser l'eau.

5. Après l'eau circule à travers l'économiseur, qui joue un double rôle, c'est un échangeur de chaleur, il chauffe l'eau davantage et refroidissent les fumées, issues de la combustion à envoyer dans l'atmosphère.
6. À ce stade l'eau est à environs 330° C, elle entre dans le ballon chaudière pour le remplir à un certain niveau, sous une pression de 125 bars, et à partir duquel sortent plusieurs colonnes (grosse tuyauterie) qui amènent l'eau dans les tubes-écrans dans le foyer chaudière, où la température est à 1200° C, c'est ici que se passe l'évaporation d'eau.
7. La vapeur ainsi produite passera par les surchauffeurs pour être séchée et chauffée avant d'aller vers la turbine CHP.
8. La vapeur est progressivement détendue dans la turbine (CHP) et passe à travers une série de roues équipées d'ailettes, ce qui entraîne la rotation de la turbine (3000 tr/min).
9. La vapeur n'a pas transmis toute son énergie thermique dans le CHP, donc elle est renvoyée vers la chaudière pour y être resurchauffée.
10. Après le résurchauffage la vapeur passe ensuite au CMP.
11. Ensuite elle est ramenée au CBP, au fur et à mesure de la détente, la pression de la vapeur diminue. Pour récupérer le maximum d'énergie mécanique, les ailettes des trois corps de la turbine (CHP, CMP et CBP) ont une taille inversement proportionnelle à la pression (c.-à-d. plus la pression diminue, plus leurs tailles augmentent).
12. À la fin de la détente, la vapeur s'échappe avec une pression de 50 mbar conduite vers le condenseur ou elle sera condensée et le cycle recommence.

13 La vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

14 Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur (15,75 kV au 220 kV) pour qu'elle puisse être plus facilement transportée dans les lignes à très haute et haute tension.

L'eau utilisée pour le refroidissement est restituée à son milieu naturel ou renvoyée dans le condenseur.

Les fumées de combustion sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées.

IV.5 Partie électrique de la centrale

En plus de l'alimentation du réseau via des transformateurs élévateurs, les alternateurs doivent assurer l'alimentation en tensions spécifiques des différents auxiliaires, Il existe différentes gammes de tension d'alimentation: le secteur 6 kV pour auxiliaires d'une puissance supérieur à 160kw.

Le secteur 0.4 kV pour des auxiliaires d'une puissance inférieure à 160kw.

Le secteur 220 pour les consommateurs du premier ordre.

Transformateur principal :

Il est couplé à l'alternateur, il a pour rôle de porter la tension aux bornes de l'alternateur 15.75 kV à la tension de la ligne de transport 220 kV pour l'évacuer sur le réseau de transport d'électricité. Il est doté d'un système de refroidissement OFAF (Oil Forced Air Forced) et d'une protection par relai Bucholz.

Transformateur d'excitation :

Il est alimenté par la barre conductrice reliée à la sortie d'alternateur, assure l'excitation d'alternateur, par l'intermédiaire d'un redresseur à base de thyristor, son système de refroidissement se base sur la circulation naturelle d'air et celle d'huile.

Transformateur de secours (Tr. abaisseur) (63KV /6kv) :

Alimenté à partir d'une ligne du réseau de 63kv et réservé comme une alimentation de Secours pour les auxiliaires, son refroidissement est assuré par un système ONAF (Oil Natural Air Forced).

L'alimentation de secours est assurée par la ligne qui provient du réseau 63kv, après passage dans le transformateur abaisseur de secours, elle sera distribuée sur deux jeux de barre (BL, BM) de 6 kV chacun.

Transformateur de soutirage (tr abaisseur) (15.75KV/6kv) :

IL est alimenté par la barre conductrice reliée à la sortie d'alternateur à fin d'assuré l'alimentation des auxiliaires de la centrale, il est équipé d'un système de refroidissement du type ONAF (Oil Natural Air Forced).

Aussi au niveau de la barre conductrice, on fait un picage de la tension pour alimenter le transformateur de soutirage et celui d'excitation .les deux sorties secondaires de transformateur de soutirage sont reliées respectivement a deux jeu de barre (NBA, NBB) de chaque tranche (de 6kv), à partir de ces derniers on alimente les différents moteurs des dispositifs fonctionnant a 6kv par exemple le moteur de ventilateur de soufflage.

Disjoncteur :

Les disjoncteurs sont capables de fermer et interrompre un circuit dans toutes les circonstances. Le disjoncteur constitue l'appareil de protection par excellence, doué à la fois d'intelligence et d'une totale capacité d'intervention.

La chambre de coupure du disjoncteur est remplie du gaz (SF6) pour étouffer l'arc électrique.

Sectionneurs

Parmi les constituants classiques d'appareillage, seuls les sectionneurs échappent à la contrainte d'avoir à dominer un arc de coupure ou de fermeture. Ils sont en effet prévus pour ouvrir ou fermer les circuits lorsque ces derniers ne sont parcourus par aucun courant.

Ce sont, avant tout, des organes de sécurité chargés d'isoler, par rapport au reste du réseau, un ensemble de circuits, un appareil, une machine, afin de permettre au personnel d'exploitation d'y accéder sans danger.

IV.6 conclusion

Au cours de notre stage, nous nous sommes familiarisés avec le secteur de l'industrie. Nous avons relevé les différentes composantes d'une centrale thermique en particulier la centrale de JIJEL, ainsi que le principe de fonctionnement de cette dernière. Nous avons pu suivre tout un cycle de production en commençant par la station de pompage de l'eau de mer jusqu'à l'évacuation de l'énergie électrique vers le réseau à travers les transformateurs.

V. Introduction

Sous l'effet de pressions institutionnelles, la prise en compte des problématiques environnementales est devenue un enjeu stratégique pour les entreprises. Sur le plan académique, ces dernières décennies sont marquées par le développement de la littérature de management environnemental. Malgré la mise en évidence de grilles de lecture permettant de comprendre les enjeux qu'elles représentent, certaines questions restent cependant en suspens. En effet, comme le mentionne Gendron (2004), le principal défi pour les entreprises ne concerne plus la reconnaissance des impacts écologiques, ni leur engagement formel, mais bien l'amélioration sensible de leur performance dans ce domaine.

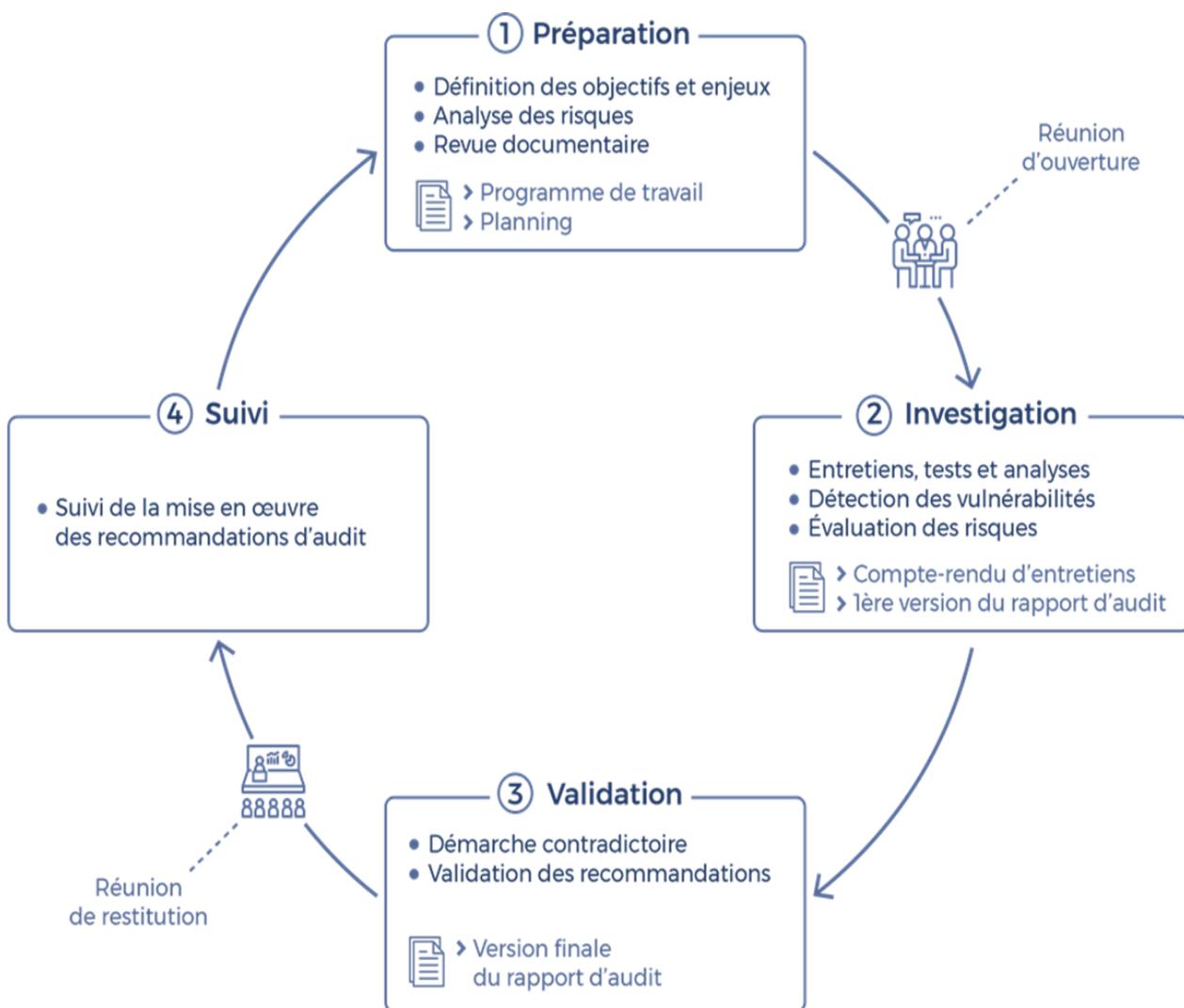


Figure V. 4 : le programme de l'Audit

V-2 La métrologie de l'audit

V-2-1 La préparation

Cette première **phase de préparation** a pour objet de :

- prendre connaissance des objectifs d'audit, du périmètre à auditer, et identifier les risques ainsi que le dispositif de contrôle ;
- construire et valider le référentiel d'audit ;
- élaborer le programme de travail et valider l'organisation de la mission.

Pour ce faire, vous allez vous appuyer sur les **ressources documentaires existantes**, afin de prendre connaissance de ce périmètre et cadrer la mission d'audit. Vous devrez également identifier les **acteurs** et les **personnes** à solliciter dans le cadre de l'audit. Il en résultera un référentiel, ou grille d'audit, ainsi qu'un programme de travail.

La **réunion de lancement** permettra de réunir toutes les personnes qui seront sollicitées dans le cadre de l'audit et l'équipe qui réalisera la mission ; mais également de :

- partager et échanger autour des objectifs de la mission et du périmètre ;
- présenter l'équipe d'auditeurs, ainsi que leurs compétences et parcours.

Nous reviendrons sur la méthode d'élaboration d'une grille d'audit et l'organisation de la réunion de lancement.

V-2-2 L'investigation

Après avoir officialisé le lancement de l'audit et communiqué sur son déroulement, la **phase d'investigation** est l'occasion de rentrer dans le vif du sujet. Les objectifs de cette phase sont de :

- collecter les informations et constituer les preuves d'audit au moyen d'outils tels que les entretiens ou des analyses de données ;
- analyser les informations collectées et élaborer les recommandations.

À l'issue de cette phase, vous aurez une **première version du rapport d'audit**, dont les observations et les recommandations devront être validées par les audités.

V-2-3 La validation

La **phase de validation** est primordiale et parfois oubliée. Il s'agit de mettre en œuvre une démarche contradictoire pour donner l'opportunité aux audités de revenir sur certaines observations et recommandations, et de fournir aux auditeurs des compléments d'informations.

Afin d'établir un environnement bienveillant, je vous recommande d'initier cette démarche de validation **avant** la présentation des conclusions de l'audit.

Dans certains cas, la démarche contradictoire se fait pendant la réunion de clôture. Par expérience, lorsque les audités n'ont pas été tenus au courant des recommandations et qu'ils ne sont pas d'accord, ils l'expriment haut et fort !

Je vous présenterai les **activités clés** de cette phase dans la quatrième partie du cours. Je vous proposerai également des **outils** pour rédiger le rapport d'audit et formuler vos **recommandations**, afin qu'elles soient percutantes.

V-2-4 Le suivi

La **phase de suivi** intervient après l'audit, lorsque les recommandations ont été traduites par des plans d'action à mettre en œuvre afin de maîtriser les risques et d'améliorer les dispositifs de contrôles, et in fine aider à atteindre les objectifs de l'entreprise.

En tant qu'auditeur, ou responsable de la fonction d'audit, vous ne pouvez pas participer à la mise en œuvre des plans d'action. **On ne peut être juge et partie.**

Néanmoins, il est possible de réaliser une **mission de suivi des recommandations d'audit**. Vous pourrez donc intervenir lorsque les plans d'action auront suffisamment avancé. Vous allez effectuer un audit de suivi des recommandations, en collectant de nouvelles informations et de nouvelles preuves. Les recommandations seront alors mises à jour, voire clôturées, en fonction de l'avancement des actions.

V.2. Démarche de l'audit

Tableau V.1 : démarche de l'audit

	RAPPORT D'AUDIT	Audit N°1/2022	
Date de l'audit :10/04/2022	Auditeur GUENOUNA NABILA LEBBAD CHUAIB IMSI – Oran 2		
Objectif de audit	périmètre à auditer	Reference	Ressources documentaires
<ul style="list-style-type: none"> • Identification et évaluation des risques dans les installations industrielles et stratégies de gestion des risques • Technologie de la sécurité et de la santé au travail en milieu de travail • Causes des accidents électriques et méthodes de contrôle et de contrôle • La présence de normes de sécurité pour les installations électriques dans l'usine • Les causes des accidents électriques • Lieux d'exposition aux accidents électriques <p>Veiller à ce que les accidents soient surveillés et évités</p>	Les accidents électriques	IOS 45001	Registre des accidents de travail DU
Annexes : <ul style="list-style-type: none"> • Plan d'audit • Questionnaire d'audit • Fiche d'évaluation des accidents électriques • Rapport de stage (GUENOUNA NABILA ET LEBBAD CHOUIB) 			

V.3 l'horaire de l'audit

Tableau V.2. l'horaire de l'audit

Date	Horaier	Objet d'audit
10/04/2020	09h –10h	<ul style="list-style-type: none"> • Réunion d'ouverture • Critères & méthodologie d'audit • Domaine d'application • Confirmation de faisabilité d'audit
	10h –10.30h	<ul style="list-style-type: none"> • Consulter le dossier des accidents du travail • -identification les risques • -verification du site
	10h 30 –11h 20	Planification Identification des dangers, évaluation des risques et mesures de contrôle. Exigence légale et autres
	13h 00 –14h 00	Formation et sensibilisation
	14h 00 –15h 00	Communication, participation et consultation
	15h 00 –15h 50	Prévention des situation d'urgence et suivi des accidents rapport final
	16h 00	Fin de la journée d'audit

V.4 Le questionnaire

Tableau V.3: Le questionnaire

QUESTIONS	REPONSE 1	REPONSE 2
certifications en hse existe	43.75% oui	56.25% NON
Les installation électrique nommerez	100% OUI	0% Non
Formation contre incendie	87.5% OUI	12.5% Non
Formation de secourisme	100% OUI	0% Non
Formation sur les risques électriques	100% OUI	0% Non
Les EPI étaient-ils présents en suffisance	100% OUI	0% Non
accident électrique qui a causé des dommages et des blessures	100% OUI	0% Non
outils ou machines cause de accident électrique	70% OUI	30% aucun réponse
Les actions corrective sont suivies	100% OUI	0% Non
Les accidents électrique causé des dommages et blessures dans la centrale	100% OUI	0% Non
Les installations électrique contrôlées périodiquement	100% OUI	0% Non

V.5 Analyse de risque

Tableau V.4 : Analyse Préliminaire des Risques (l'APR)

Danger	Risque	Persons exposer	Consequence	P	G	C
Eléctrique	Electrocution	Electrisien Technisien de electricite	Brûlures internes et externs • Autres risques médicaux : picotement, choc, secousse, spasme, contraction musculaire (empêchant de lâcher l'objet), tétanisation du sujet, paralysie respiratoire, trouble du rythme cardiaque (parfois tardif).	3	4	12
Eléctrique	Electrocution	Electrician Technician de electricite	La mort	4	4	16
Eléctrique	Incendies	Electrician Technician de electricite	Dégât matérielle Brûlure dégradation de l'image de marque	3	3	9

V.6 Les mesures contrôle

Tableau I.5 : les Mesures control

Risque	Mesure control	P	G	F
Electrissation	<ul style="list-style-type: none"> • T (Dispositifs de Mise a la terre Régime IT) • La mise en sécurité des installations et des matériels électriques. • Dispositif de coupure intrinsèque • Ventilation suffisante • Détecteur de fumée • Moyens d'arrêt d'urgence. 	2	3	6
Electrocussion	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des gants isolants • Utiliser des chaussures de sécurité • Connaissiez vos limites. • Coupez l'électricité • Couvrez les prises électriques. • Remplacez tout équipement usé ou endommagé • Évitez les erreurs courantes. • Coupez la source d'alimentation • Faites appel à un professionnel pour les travaux majeurs 	3	4	12
Incendie	<ul style="list-style-type: none"> • Extincteurs • La mise en place des appareils de contrôle • Issues de secours Barrières Organisationnels: • Plan de Circulation • Pancarte et signalisation sur le risque incendie • Programme de nettoyage des locaux • Personnel formé a la premiere intervention contre les incendies • Verification peroidiquement de appariell électrique 	2	2	4

V.7 Les actions correctives

Tableau V.6 : les actions correctives

Le risque	Les recommandations	
Electrocution Electrissation	<p>Barrieres Technique:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DMT (Dispositifs de Mise a la terre Regime IT)W • Dispositif de coupure intrinsèque. • Ventilation suffisante • Détecteur de fumée • Moyens d'arrêt d'urgence. • Equipements dans la zone conformes ATEX 	<p>Barrieres EPI/EPC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extincteur • Equipement de protection Individuelle • Casque anti flash EN397 • Gants de Sécurité Electrique (30kV-->200kV) • Chaussure de securité S3 EN345 • Contrôle Reglementaire des APE (Appareils Electrique) • Moyen Fixe et mobile d'intervention • Perches isolantes
Incendie explosion	<ul style="list-style-type: none"> • Barrieres Technique: • La mise en sécurité des installations et des matériels électriques. • Dispositif de coupure intrinsèque. • Ventilation suffisante • Détecteur de fumée • Moyens d'arrêt d'urgence. • Equipements dans la zone conformes ATEX • Systeme d'extinction automatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabouret Isolant et VAT (Verificateurs d'absence de tension) Barrieres Organisationnel: • Autorisation de travail • Bon de Consignation • Habilitation Electrique • Procedure d'isolation et consignation • Consignes et pancarte de signalisation • Formation et sensibilisation des travaillleurs (Risque Electrique) • Respecter les règles de conception et d'installation • Verification et entretien des appreilless • et armoires electriques

V.8 Rapport final

D'après ce qui a été examiné et audité, nous avons conclu que l'entreprise fonctionne conformément aux normes de sécurité et qu'il n'y a aucune violation à cet égard.

La cause des accidents électriques n'est pas technique, mais plutôt due à la non-conscience du travailleur de son manque de capacité et de la pleine conscience des risques électriques, et d'autre part, à la négligence de la part du HSE dans le respect des équipements de sécurité

Il faut donc d'abord éviter tout ce qui est possible pour prendre des mesures de sécurité, puis assurer une formation complète et complète sur les risques électriques, ainsi que fournir des fiches à tous les travailleurs concernés par ce type d'accidents.

IV.9 Conclusion

L'audit fait partie intégrante de la structure de base pour maintenir le nom de l'entreprise et surtout pour surveiller et éliminer tout ce qui est nuisible, que ce soit le travailleur ou l'équipement.

Le type d'audit dans cette entreprise est lié aux accidents électriques

De l'audit que nous avons réalisé dans cette entreprise, nous avons conclu que la plupart des accidents électriques sont causés par le non-respect des équipements de sécurité individuels, et surtout, il n'y a pas de formation spécifique aux risques électriques.

En somme, toutes les entreprises doivent procéder à un audit périodique pour maintenir les règles générales de sécurité professionnelle les plus élevées que tous les accidents du travail.

Conclusion générale

Les risques électriques liés à la défaillance de l'installation électrique peuvent être sécurisés

Ils exposent des dangers réels pour la vie et les biens des personnes, car les êtres humains

Soumis à la tension électrique est sujet, selon l'importance de celle-ci, des effets plus ou moins importants

C'est dangereux et peut entraîner la mort

La prévention des risques électriques joue un rôle très important pour sauvegarder et garantir la sécurité des personnes, la continuité de service ou de production tout en minimisant

L'influence des risques. Pour cette raison en utilise les moyens adéquats et le personnel qualifié et habilité.

Malgré toutes les évolutions dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail, la défaillance est toujours présente, qu'elle soit de l'entreprise ou du travailleur ou simplement d'un accident imprévu et non étudié.

Par conséquent, l'audit interne périodique établi par des personnes compétentes et ayant des principes est extrêmement important pour faire pression sur l'entreprise et l'obliger à respecter les normes de sécurité afin de fournir le plus possible ce qui est nécessaire contre les accidents.

En ce qui concerne Sonelgaz pour la production d'électricité, nous avons fourni un ensemble d'instructions et nous espérons qu'elles seront prises en compte.

Les sites web : Tous visites de 10 mars à 15 septembre 2022

https://fr-m.iliveok.com/health/brulures-electriques_79884i88387.html visit

<https://www.inrs.fr/risques/electriques/accidents-origine-electrique.html>

<https://www.engie.be/fr/business/blog/safe-and-reliable-installations/les-cinq-principaux-risques-electriques-dans-une-entreprise/>

<https://www.intermedialab.eu/defauts-dans-le-systeme-electrique-types-causes-et-arcs-electriques/>

<https://www.intermedialab.eu/defauts-dans-le-systeme-electrique-types-causes-et-arcs-electriques/>

<https://www.tecnipass.com/cours-electricite-protections-ddr.protection.terre>

[Élaborez votre méthodologie d'audit - Planifiez une politique d'audit au sein de votre entreprise - OpenClassrooms](#)

[prevention_accidents_electriques.pdf](#)

[GUIDE-risques-electrique-edition3.pdf](#)

[Modele rapport V1.3.pdf](#)

[ISO450012018AuditChecklistEng.pdf](#)

[Risques électriques. Prévention du risque électrique - Risques - INRS](#)

[Prévention des accidents électriques - Présentation générale : Dossier complet | Techniques de l'Ingénieur \(techniques-ingenieur.fr\)](#)

[Evaluation des risques Croisement de pipes.pdf](#)

[habilitation_final.pdf](#)

[ed6344.pdf](#)

[Accidents d'origine électrique.pdf](#)

[Audit de sécurité informatique : les étapes à suivre \(value-info.fr\)](#)

<https://www.tecnipass.com/cours-electricite-protections-ddr.protection.terre>

[Analyse et gestion des risques : Exemple et méthodes | SafetyCulture](#)

[Officiel Prévention : Sécurité au travail, prévention risque professionnel. Officiel Prévention, annuaire CHSCT \(officiel-prevention.com\)](#)

[Risques électriques. Prévention du risque électrique - Risques - INRS](#)