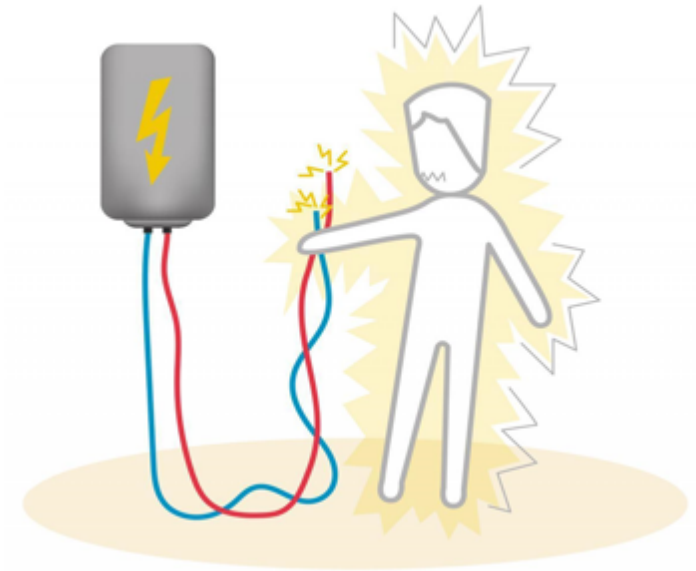
Travaux encadrés d'alternants réalisés dans le cadre du module
« Facteurs de risque et prévention »
Master IS-PRNT – Année 2020/2021



Titre : RISQUE ELECTRIQUE DANS LES LOCAUX DE TRAVAIL

Composition du groupe de travail :
ARNAUD MAEVA ~ CUNTRERI CLEMENT
MUDADU REMY ~ PEYROUSE OLIVIA

Travaux coordonnés par :
Santé Sécurité PACA ~ DIRECCTE PACA
Master IS-PRNT ~ Faculté de Pharmacie La Timone

Date : 2020 / 2021

Table des matières

Table des matières 2

Table des figures 4

Table des tableaux 5

Glossaire 6

Introduction 7

I. Généralités 8

A. Définition 8

1. Le courant électrique 8

2. L'intensité 11

3. La résistance 11

4. Les opérations d'ordre non-électrique 12

5. Les opérations d'ordre électrique 12

B. Les risques 13

1. Le contact direct 13

2. Le contact indirect 14

3. L'amorçage 14

C. Les effets 14

1. Les effets des contacts direct ou indirect : 15

D. Accidentologie 17

II. Les rôles et responsabilités 21

A. Les acteurs 21

1. Employeur 21

2. Chargé d'exploitation électrique 21

3. Chargé de consignation électrique BC/HC 21

4. Chargé d'essais B2V/H2V 21

B. L'habilitation électrique 22

1. Organisation et modalités des formations 24

C. La sensibilisation au risque électrique 24

E. Les zones et distances à risques 25

1. Les distances 25

2. Les zones 26

III. Les grands axes de prévention **29**
A. Classes de matériels 29
B. La protection des travailleurs 30
1. La consignation 30
2. Contre les contacts directs 31
3. Contre les contacts indirects 32
4. Balisage et signalisation 32
5. Les EPI 33
D. Les contrôles et vérifications 35
IV. Les responsabilités **36**
A. L'employeur 36
B. Le travailleur 37
Conclusion ***38***
Bibliographie ~ Sitographie ***39***

Table des figures

Figure 1 : Électricité *(Source : Neozone)*

Figure 2 : Exemple 1 variations de la résistance corporelle *(Source : Livret de formation électrique CEFTIC)*

Figure 3 : Exemple 2 variations de la résistance corporelle *(Source : Livret de formation électrique CEFTIC)*

Figure 4 : Schéma du courant monophasé 230V *(Source : Livret de formation électrique CEFTIC)*

Figure 5 : Schéma du courant triphasé 400V *(Source : Livret de formation électrique CEFTIC)*

Figure 6 : Exemples d'équipements selon les tensions possibles *(Source : M-GYS)*

Figure 7 : Exemple d'amorçage *(Source : Vidéo YouTube - Générateur à arc électrique)*

Figure 8 : Résistance du corps humain en fonction de l'intensité du courant électrique *(Source : CYPRUSTAR)*

Figure 9 : Dommages possibles en fonction des dangers *(Source : Livret de formation électrique CEFTIC)*

Figure 10 : Les triangles de sévérité du risque électrique *(Source : INRS)*

Figure 11 : Répartition des causes d'accidents des causes électriques (*Source : INRS 2006)*

Figure 12 : Boîtier électrique *(Source : M-GYS)*

Figure 13 : Un opérateur utilisant une perceuse

Figure 14 : Coffret de dérivation

Figure 15 : Zone des opérations en champs libres – courant alternatif *(Source : lewebpedagogique.fr)*

Figure 16 : Zones des opérations en local clos *(Source : lewebpedagogique.fr)*

Figure 17 : Indices de protection (*Source : Tecnipass*)

Figure 18 : Balisage danger électrique

Figure 19 : Les EPI pour les travaux sur ou à proximité de l'électricité (*Source : ACFITEC*)

Table des tableaux

Tableau 1 : Tensions en fonction du type de courant (*Source : Livret de formation électrique CEFTIC*)

Tableau 2 : Accidentologie du risque électrique 2012 (*Source : Livret de formation électrique CEFOTEC SUD*)

Tableau 3 : Tableau des habilitations électriques (*Source : INRS*)

Tableau 4 : Habilitations selon les rôles (*Source : Livret de formation électrique CEFOTEC SUD*)

Tableau 5 : Classes des matériels électriques (*Source : INRS*)

Glossaire

A : Ampère

AT : Autorisation de Travail

BT : Basse Tension

BTP : Bâtiment Travaux Publics

CA : Courant Alternatif

CC : Courant Continu

CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie

CNAMTS : Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs

DUER : Document Unique d'Évaluation des Risques

EPC : Équipements de Protection Collective

EPI : Équipement de Protection Individuelle

ERP : Établissement Recevant du Public

HTA : Haute Tension A

HTB : Haute Tension B

HT : Haute Tension

I : L'intensité du courant traversant le corps de la personne (en Ampère : A)

IGH : Immeuble Grande Hauteur

PDP : Plan de Prévention

R : la résistance que le corps de cette personne oppose au passage du courant (en Ohm Ω)

U : la tension entre la phase (ici, la main de la personne) et la terre (en Volt : V)

V : Volt

TBT : Très Basse Tension

Ω : Ohm, la résistance

Introduction

L'électricité est la source d'énergie la plus utilisée dans le monde du travail, ce qui amène les travailleurs à utiliser du matériel électrique. Pourtant, c'est également une source de risques considérables et travailler à son contact nécessite certaines précautions.

Figure 1: L'électricité (Source : Neozone)

Ce dossier vous apportera des informations sur les risques électriques, notamment sur les lieux de travail et installations électriques fixes. Le personnel concerné est le travailleur électricien, non-électricien, chargé de la maintenance et les entreprises extérieures. Il ne concerne pas les risques liés aux travaux en extérieur à proximité des réseaux électriques (aériens et enterrés) pour lesquels il existe des exigences réglementaires particulières.

L'article L-4121-1 du Code du Travail dispose des obligations de l'employeur vis-à-vis de ses travailleurs : « L'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs ». Ces mesures comprennent :

1° Des actions de prévention des risques professionnels, y compris ceux qui sont mentionnés à l'article L. 4161-1*[du Code du Travail] ;

2° Des actions d'information et de formation ;

3° La mise en place d'une organisation et de moyens adaptés.

L'employeur veille à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes. »

Voici quelques explications afin de mieux comprendre le risque électrique par la suite. Dans le cas d'un contact entre un fil de phase et la terre, 3 grandeurs vont permettre de caractériser les dommages dont la personne va être victime :

*Manutentions manuelles de charges, postures pénibles définies comme positions forcées des articulations, vibrations mécaniques, agents chimiques dangereux y compris poussières et fumées, activités exercées en milieu hyperbare, températures extrêmes, bruit, travail de nuit, travail en équipe successives alternantes, travail répétitif.

U : la tension entre la phase (ici la main de la personne) et la terre (en Volt : V)

R : la résistance que le corps de cette personne oppose au passage du courant (en Ohm Ω)

I : l'intensité du courant traversant le corps de la personne (en Ampère : A)

La loi d'Ohm formule la relation entre ces 3 grandeurs : **U = R x I**

Exemples tenant compte de la variation de résistance du corps humain suivant la tension de contact et l'état de la peau :

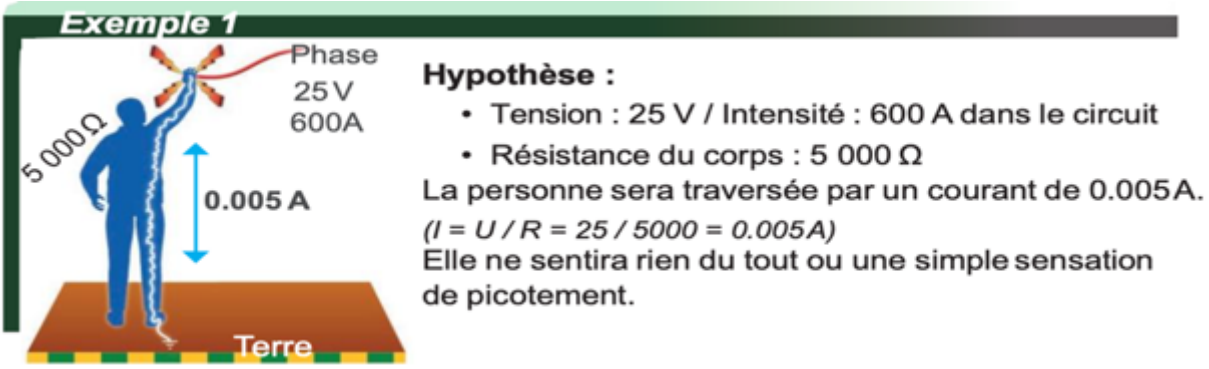


Figure 2: Exemple 1 de la variation de la résistance corporelle (Source : Livret de formation électrique CEFTIC)

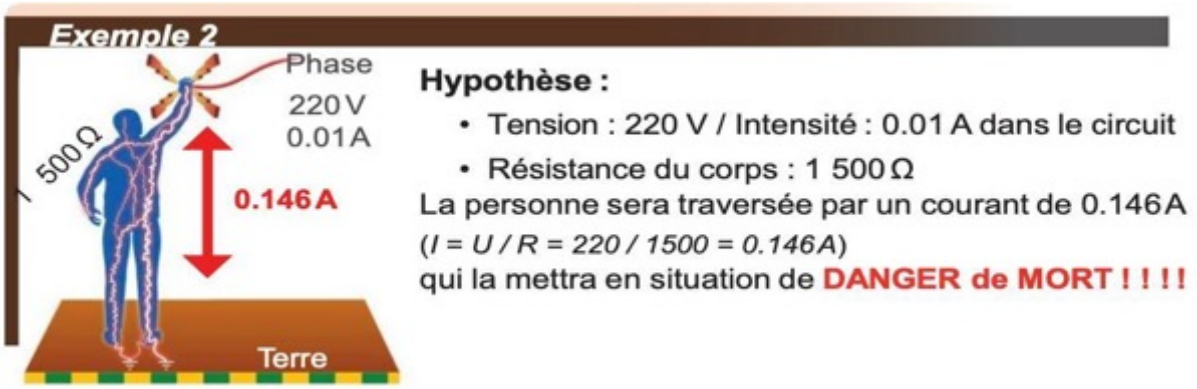


Figure 3 : Exemple 2 de la variation de la résistance corporelle (Source : Livret de formation électrique CEFTIC)

I. Généralités

A. Définitions

1. *Le courant électrique*

C'est un déplacement de charges électriques (électrons) au sein d'un matériau conducteur, provoqué par une différence de potentiel électrique, appelée « **tension** » (notée U et s'exprimant en Volt), entre deux points d'un circuit. Elle peut être comparée à la hauteur d'une cascade : plus elle est haute, plus la force de l'eau au point bas est importante.

Il existe plusieurs types de courant et de tension (voir Tableau 1 pour les tensions) :

- **Très Basse Tension** (TBT).
- **Basse Tension** (BT).
- **Haute Tension** (HT), dont 2 catégories distinctes : HTA et HTB.
- **Le courant continu** (CC ou DC en anglais) est un courant électrique dont la tension est quasiment constante.

  Ce courant peut être produit par des piles, des batteries d'accumulateurs, des dynamos, des panneaux solaires... Il est également utilisé en électronique et dans le milieu ferroviaire. Il est par exemple présent dans les rails d'alimentation du métro parisien.
- **Le courant alternatif** (CA ou AC en anglais) est produit par la rotation d'un alternateur, générant un mouvement de va-et-vient des électrons, dont la fréquence (Hertz) varie en fonction de la vitesse de rotation de la bobine.

  En Europe, cette fréquence est de 50 Hz, ce qui signifie que le courant effectue 50 «allers-retours» par seconde.

C'est ce type de courant (alternatif) qui est distribué (sauf cas particuliers) aux installations domestiques et industrielles, soit en monophasé 230 V soit en triphasé 400 V.

Courant monophasé : tension de 230 V entre la phase et le neutre.

Il est utilisé dans la plupart des applications courantes.

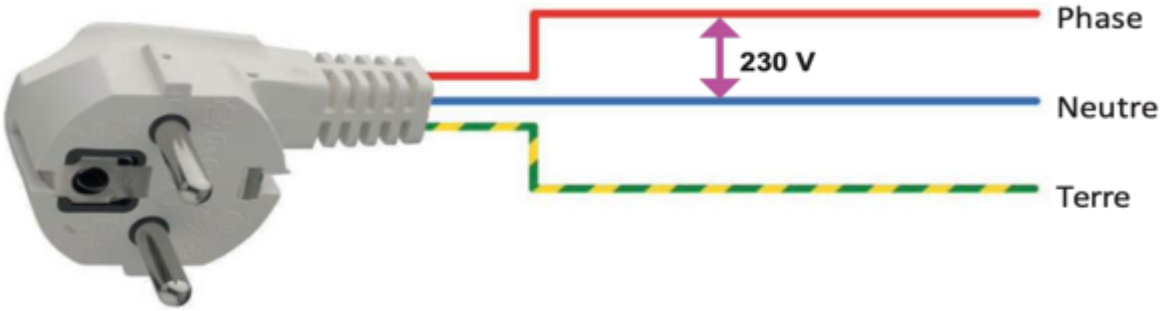


Figure 4 : Schéma du courant monophasé (Source : Livret de formation électrique CEFTIC)

Courant triphasé : tension de 400 V entre chacune des phases et de 230 V entre chaque phase et le neutre.

Il est utilisé pour des installations nécessitant de fortes puissances, comme par exemple des moteurs industriels, ...

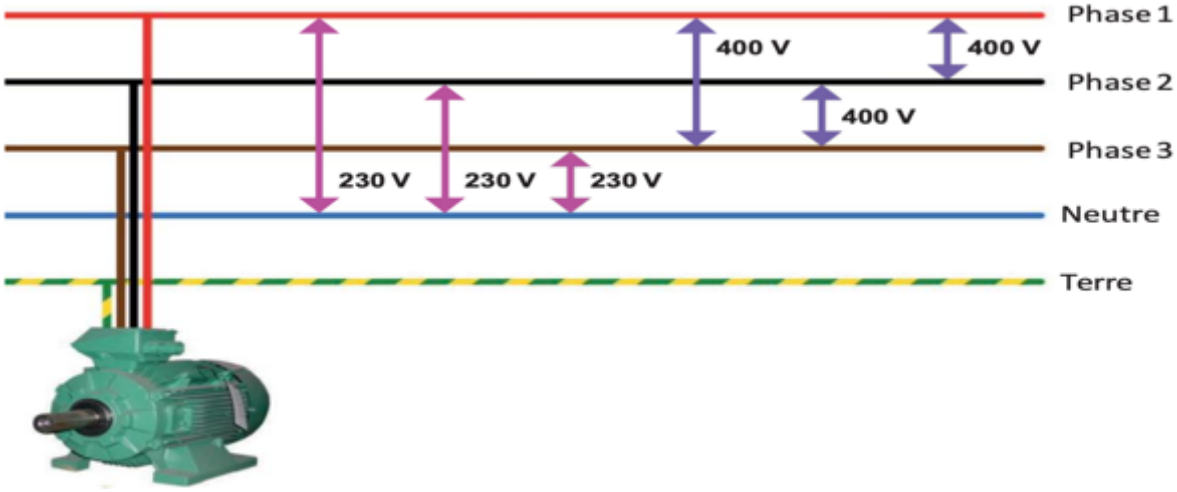


Figure 5 : Schéma du courant triphasé (Source : Livret de formation électrique CEFTIC)

<u>*Quelques exemples d'équipements*</u> :

Figure 6 : Exemples d'équipements selon les tensions possibles (Source : livret de formation électrique CEFTIC)

2. *L'intensité*

Elle représente la quantité de charge par seconde (elle se note I et son unité est l'Ampère) dans un circuit. Elle peut être comparée au débit d'un barrage : plus on ouvre la vanne, plus le débit sera important.

3. *La résistance*

Grandeur électrique qui caractérise :

- Un dipôle non polarisé de forme cylindrique aussi appelé résistance.
- Les matériaux conducteurs (cuivre, métal, outils, corps humain).

Lorsqu'une résistance est introduite dans un circuit, elle a pour effet de faire diminuer l'intensité du courant électrique. Cette diminution est d'autant plus forte que la valeur de la résistance est élevée (en Ohm).

Tableau 1: Tension en fonction du type de courant (Source : livret de formation électrique CEFTIC)

Courant / Tension		Courant alternatif	Courant continu
TBT		U ≤ 50V	U ≤ 120V
BT		50V < U ≤ 1000V	120V < U ≤ 1500V
HT	**HTA**	1000V < U ≤ 50 000V	1500V < U ≤ 75 000V
	HTB	U > 50 000V	U > 75 000V

4. *Les opérations d'ordre non-électrique*

Une **opération d'ordre non-électrique** est "opération qui ne répond pas à la définition d'une opération d'ordre électrique, telle que :

- Celle liée à la construction, à la réalisation, au démantèlement ou à la maintenance dans le voisinage ou sur un ouvrage ou une installation électrique, tels que les travaux du BTP, de nettoyage, de désherbage, etc...
- Celle liée à une opération ne concernant pas directement un ouvrage ou une installation électrique, mais effectuée dans l'environnement de cet ouvrage ou cette installation tels que les travaux du BTP, les activités de livraison, de déménagement, etc." (NFC18 510, 3.4.9)

5. *Les opérations d'ordre électrique*

Une **opération d'ordre électrique** est "une opération qui, pour un ouvrage ou une installation en exploitation électrique, concerne les parties actives, leurs isolants, la continuité des masses et autres parties conductrices des matériels (les circuits magnétiques, etc.) ainsi que les conducteurs de protection" (NFC 18 510, 3.4.3).

On distingue 3 types de travaux d'ordre électrique :

- Les travaux réalisés hors tension.
- Les travaux réalisés dans un environnement électrique.
- Les travaux réalisés sous tension, relevant d'un cadre réglementaire.

B. Les risques

Toute personne intervenant sur un ouvrage électrique est soumise à 3 risques principaux :

1. Le contact direct

C'est le risque de contact entre le corps humain et une pièce métallique, normalement sous tension qui peut avoir lieu :

- Entre deux phases.
- Entre une phase et la terre ou une masse métallique, le courant circule de la phase vers la terre.
- Et entre le neutre et la terre ou une masse métallique, le courant va s'écouler de la terre vers le neutre.

Exemples d'accidents :

- Une personne intervient sur un circuit électrique, celui-ci est remis sous tension sans préavis.
- Lors du déplacement d'une échelle, celle-ci entre en contact avec une caténaire (ligne électrique ferroviaire).
- Une personne touche des conducteurs actifs avec l'extrémité d'un outil.

Dès lors, tout le corps humain est traversé par le courant. Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles ou les jambes. Il s'agit généralement d'un accident lié à la maladresse et/ou de l'insouciance de la personne.

2. *Le contact indirect*

Il survient en touchant une masse métallique (moteur, charpente métallique, etc.) qui a été mise accidentellement sous tension suite à défaut d'isolement :

- Contact entre une masse métallique en défaut d'isolement et la terre.
- Contact entre deux masses métalliques simultanément accessibles et mises accidentellement sous tension.

Exemple d'accident **:**

Pour donner suite à la détérioration de la gaine isolante d'une canalisation électrique, celle-ci est à nu et est entrée en contact avec le châssis d'une armoire métallique ou le carter d'une

3. *L'amorçage*

En cas d'approche d'un élément conducteur (personne ou objet) près d'une pièce sous haute tension, sans contact entre la pièce sous tension et le corps humain.

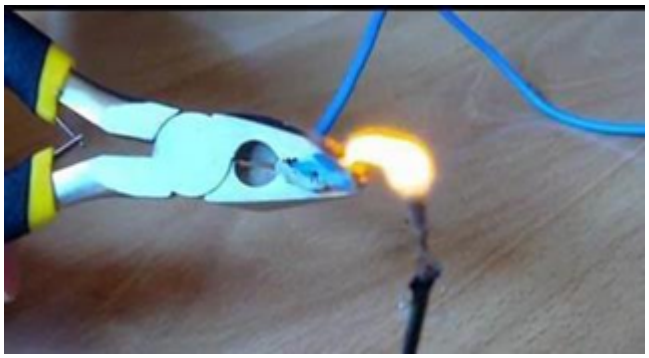


Figure 7 : Exemple amorçage

Exemple d'accident **:**

Les élagueurs, les conducteurs d'engins de chantier, les pécheurs sont les plus exposés. Selon la puissance électrique en jeu dans leur environnement de travail des étincelles ou des arcs électriques peuvent apparaître au niveau des lignes électriques.

C. Les effets

Les effets d'un choc électrique sur le corps humain ou le matériel sont divers et plus ou moins graves, ils dépendent de plusieurs facteurs (temps d'exposition et intensité).

1. *Les effets des contacts direct ou indirect*

- **Électrisation :** passage du courant électrique à travers le corps humain provoquant la tétanisation des muscles (jusqu'à 30mA). Au-delà de 30 mA on a un risque de fibrillation cardiaque. Voir Figure 7.
- **Électrocution** : même phénomène mais ayant la mort comme résultat.

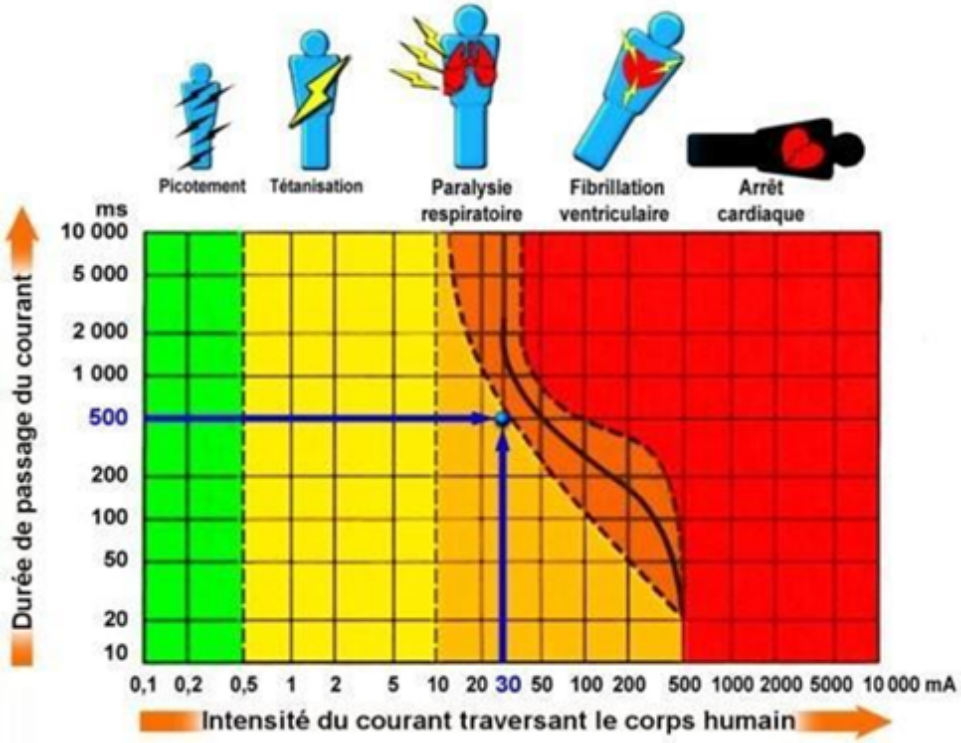


Figure 8 : Résistance du corps humain en fonction de l'intensité du courant électrique (Source : Cyprustar)

A 30 mA, le courant traverse le corps en 500 ms et provoque une paralysie respiratoire. C'est le seuil de dangerosité pour la vie humaine.

Il existe d'autres risques :

- Le risque de brûlures par projection de matières en fusion lors d'un court-circuit (arc électrique = 3800°C).
- Le risque spécifique propre à certains matériels et équipements ou pouvant découler de l'environnement dans lequel se déroule l'intervention.
- Un contact accidentel avec des pièces nues sous tension (PNST) peut également générer des mouvements incontrôlés comme une chute par exemple.

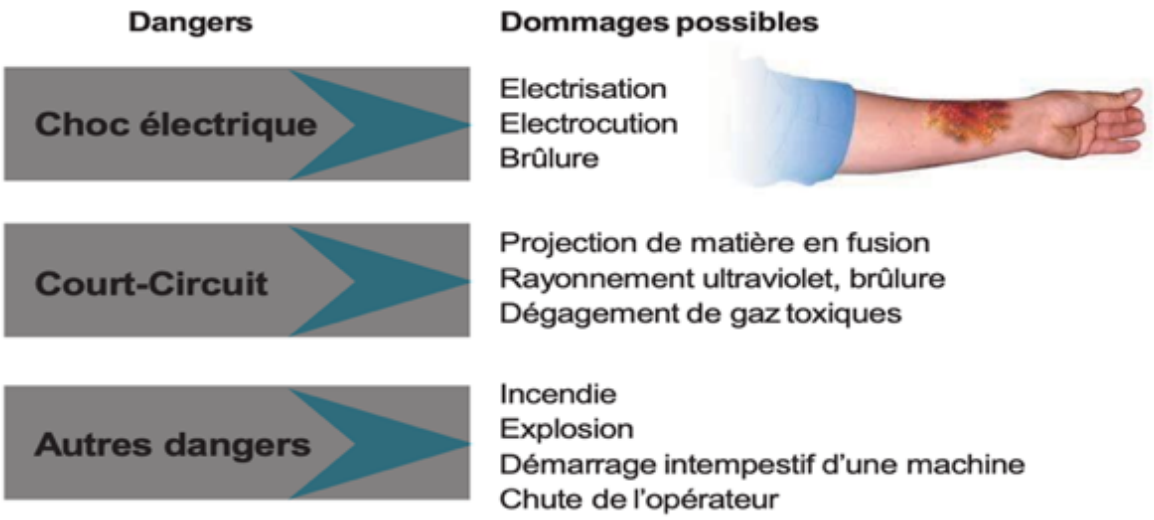


Figure 9 : Dommages possibles en fonction des dangers (Source : livret de formation électrique CEFTIC)

D. Accidentologie

Au cours des années de 2014 à 2018, le nombre moyen d'accidents du travail (AT) d'origine électrique enregistrés par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie (CNAM) est de 660, soit 0,10% du nombre total des AT. Si ce pourcentage est faible, il n'en est pas de même pour la gravité souvent élevée. Les secteurs les plus impactés sont le BTP et la métallurgie.

Les triangles de sévérité pour cette même période montrent qu'en électricité 0,43% des AT sont mortels contre 0,08% pour l'ensemble des risques professionnels. Il en est de même pour les AT avec incapacité permanente : en électricité, 6,6% des AT sont graves contre 5,5% pour l'ensemble des risques[†]. On remarque également que le seul accident mortel est causé par un accident d'origine électrique

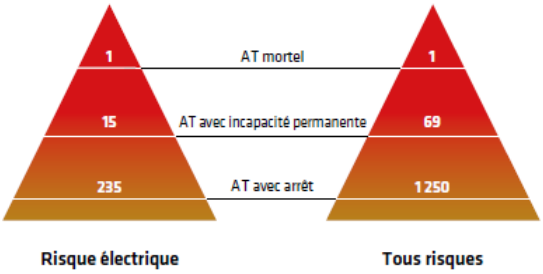


Figure 10 : Triangle de sévérité du risque électrique (Source : INRS)

Tableau 2 : Accidentologie du risque électrique 2012 (Source : Livret de formation électrique CEFOTEC SUD)

Type d'accident	**Nbre décès**	**Pourcentage de décès sur 2012**
Exposition au courant électrique, sans précision	22	78,57%
Exposition aux lignes électriques	4	14,29%
Exposition à d'autres formes précisées de courant électrique	2	7,14%
TOTAL	28	100%

[†] Ces chiffres ne tiennent pas compte des régimes de travailleurs autres que le régime général, tel que la Mutualité sociale agricole ou la Caisse nationale des industries électriques et gazières

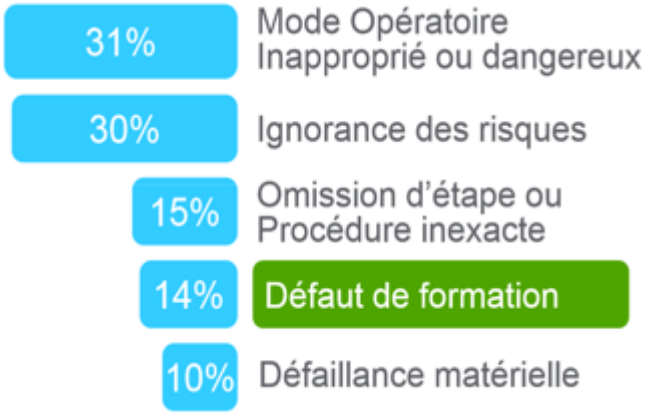


Figure 11 : Répartition des causes d'accident d'origine électrique (Source : INRS 2006)

Cette figure liste, dans l'ordre décroissant, les causes d'accidents d'origine électrique. On remarque donc que le mode opératoire inapproprié ou dangereux ainsi que les ignorances des risques sont les deux principales causes d'accident. Le défaut de formation représente 14% des accidents. Il est donc primordial que les travailleurs soient formés, sensibilisés et informés au risque électrique afin d'éviter au maximum les accidents, qui peuvent être dramatiques.

Exemples d'accidents

Exemple contact direct :

Nettoyage d'un poste HT (Figure 10)

Un ouvrir 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 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 appuyé sur le grillage lui-même mis à la terre.

Figure 12 : Poste haute tension (Source : M-GYS)

Enseignement :

Les mesures prescrites par les articles 24.48 et 51[‡] n'ont pas été respectées car le personnel n'était pas averti ni accompagné et il y a une absence de consigne et/ou de définition des tâches. La consignation n'a pas été faite.

[‡] Des articles du décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 concernant la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

Exemple contact indirect **:**

Électrocution 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 perceuse électrique alimentée en 230 V entre neutre et phase. Subitement il s'écroule, les mains crispées sur la perceuse. Malgré l'intervention rapide pour interrompre le courant et la mise en pratique 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 raccordée à la terre, que le conducteur de 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.

Figure 13 : Opérateur utilisant une perceuse

Enseignement :

Mauvaise ou absence d'observation au niveau de l'article 30, concernant la protection contre les risques de contact indirect, qui demande :

- Soit d'utiliser du matériel à double isolation, à isolation renforcée ou alimenté par transformateur de séparation des circuits.
- Soit d'assurer la mise à la terre des masses, associée à la coupure automatique de l'alimentation pour les appareils de la classe I.

Exemple brûlure, incendie ou explosion :

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 correspondante.

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

Figure 14 : Coffret de dérivation

Enseignements :

Le coupe circuit à fusible possède deux fonctions.

- La principale est celle de « coupure » automatique, par l'intermédiaire de l'élément fusible, en cas de surcharge ou de court-circuit.
- La seconde est celle de « séparation » par enlèvement de la partie fusible.

Cet appareil est prévu pour effectuer la coupure en charge, c'est-à-dire lorsque le courant circule, mais il ne l'est absolument pas pour séparer en charge. En effet, dans ce cas, il se produit un arc d'autant plus important que le courant interrompu est intense. Cet arc peut provoquer un court-circuit au niveau de l'installation fixe. Ce court-circuit est, lui-même, d'autant plus violent qu'il se situe près du générateur.

En conséquence, il ne faut jamais ouvrir ou fermer un circuit de charge à l'aide d'un dispositif de séparation (coupe-circuit à fusible, sectionneur…).

II. Les rôles et responsabilités

A. Les acteurs

1. *Employeur*

D'après le Code Pénal, l'employeur a « une obligation de sécurité de résultat », ce qui signifie qu'il doit mettre à disposition les moyens organisationnels et matériels nécessaires à la sécurité de ses travailleurs ; mais qu'il doit également s'assurer de leur efficacité pour garantir la santé et l'intégrité physique de son personnel.

Les moyens matériels sont les EPC (Équipements de Protection Collective), EPI (Équipements de Protection Individuelle). Quant aux moyens organisationnels, il s'agit de la formation et habilitation du personnel, désignation des personnes, définition des méthodes et procédures de travail, des instructions et consignes.

2. *Chargé d'exploitation électrique*

Il est formé à la prévention des risques électriques et fait réaliser une consignation lorsque nécessaire. Il rédige les instructions de sécurité, il émet ou réceptionne les documents (autorisation de travail, avis de fin de travail, certificat pour tiers, etc.)

3. *Chargé de consignation électrique BC/HC*

Ne fait pas de travaux.

Il réalise la consignation ou la mise hors tension dans l'environnement des PNST d'un autre domaine de tension.

- Chargé de chantier
- Chargé d'intervention élémentaire
- Chargé d'intervention générale
- Chargé de manœuvre d'exploitation

4. *Chargé d'essais B2V/H2V*

Il est initialement formé comme un chargé de travaux et il maîtrise les notions de voisinage et de consignation. Dans le cadre de travaux exclusivement, il est autorisé à réaliser des essais ; il peut également avoir sous son autorité des B1V ou H1V. Dans ce cas, il peut effectuer des

consignations.

Pour réaliser des travaux, il doit posséder les habilitations B2 ou H2 en plus.

- Exécutant électrique
- Exécutant non électrique

B. L'habilitation électrique

Il existe différents types d'habilitation électrique :

Tableau 3: Tableau des habilitations électriques (Source : INRS)

	Domaine de tension	Opérations d'ordre non électrique	Travaux d'ordre électrique		Autres opérations				
			Exécutant	Chargé de	Chargé de consignation	Chargé d'intervention	Spécifiques	Photovoltaïques	Spéciales
Hors tension	BT	B0 *(1)*	B1	B2	BC	BR BS *(3)*	BE *(5)*		B1X B2X
	HT	H0 *(1)*	H1	H2	HC		HE *(5)*		H1X H2X
Voisinage simple	BT	B0 *(2)*	B1	B2	BC	BR BS *(3)*	BE *(5)*	BP BR Photovoltaïque	B1X B2X
	HT	H0 *(2)*	H1	H2	HC		HE *(5)*		H1X H2X
Voisinage renforcé	BT		B1V	B2V	BC	BR *(4)*	BE *(5)* B2V Essai	BP BR Photovoltaïque	B1X B2X
	HT	H0V *(2)*	H1V	H2V	HC		HE *(5)*		H1X H2X
Sous tension	BT		B1T, B1N	B2T, B2N					
	HT		H1T, H1N	H2T, H2N					

Codage des habilitations :

- 1er caractère : domaine de tension (B ou H)
- 2ème caractère : type d'opération
  - 0 : travaux d'ordre non électrique
  - 1 : exécutant opération d'ordre électrique
  - 2 : chargé de travaux
  - C : consignation
  - R : intervention BT générale
  - S : intervention BT élémentaire
  - E : opérations spécifiques (préciser « manœuvre » ; « essai » ; « vérification » ; « mesurage »)
  - P : opérations sur les installations photovoltaïques
- 3ème caractère : précision sur la nature des opérations
  - T : travaux sous tension
  - V : travaux de voisinage
  - N : nettoyage sous tension
  - X : spéciale

Ce tableau désigne pour quels cas une habilitation est nécessaire :

Non élec		**Elec (travaux)**		**Elec (intervenant)**	
Exécutant non élec	B0-H0	Chargé consignation	BC-HC	Chargé d'intervention générale	BR
Chargé de chantier	B0-H0	Chargé de travaux	B2V-H2V	Exécutant élec	B1V
		Exécutant élec	B1V-H1V	Chargé d'intervention élémentaire	BS
		Chargé d'essais	B2Vessais-H2Vessais	Chargé de manœuvre d'exploitation	BEmanoeuvre

Tableau 4: Habilitations selon les rôles (Source : Livret de formation CEFOTEC SUD)

1. *Organisation et modalités des formations*

POUR LE PERSONNEL NON ELECTRICIEN

Il existe une formation/initiation à l'habilitation électrique pour le personnel non électricien. Cette formation dure une journée au bout de laquelle le travailleur obtient le titre d'habilitation H0-B0. Elle est réalisée par un organisme de formation extérieur à l'entreprise.

POUR LE PERSONNEL ELECTRICIEN

Les titres H0 ; B1-B1V-B2-B2V BR et BC sont délivrés pour donner suite à la formation habilitation électrique sur deux jours environ. Ils sont délivrés par un organisme extérieur à l'entreprise.

C. La sensibilisation au risque électrique

Il est important de sensibiliser le personnel au risque électrique présent dans l'entreprise. Les équipements de bureautique, les éclairages, peuvent également être vecteurs d'accident plus ou moins grave. Une sensibilisation adaptée au personnel peut permettre d'éviter de graves conséquences.

Dans ce type de sensibilisation, nous pouvons trouver les informations suivantes :

- La différence entre électrocution et électrisation
- Les seuils de danger pour la santé humaine
- Les effets sur le corps humain
- Le tableau 3 « Habilitations en fonction des opérations »
- Des chiffres sur l'accidentologie en France et dans les domaines d'activité autres que ceux concernés par les habilitations

D. Les zones et distances à risques

1. *Les distances*

Il existe différentes distances correspondant à une ou plusieurs zones à risque :

- **DLI** : Distance Limite d'Investigation : 50m des PNST (Pièces Nues Sous Tension) d'un ouvrage ou d'une installation (en extérieur uniquement)
- **DLVS** : Distance Limite de Voisinage Simple :
  - 3m des PNST pour U ≤ 50kV
  - 5m des PNST pour 50kV ≤ U ≤ 500kV
- **DLVR** : Distance Limite de Voisinage Renforcé :
  - 2m des PNST pour U ≤ 50kV
  - 3m pour U ≤ 250kV
  - 4m pour U ≤ 500kV (en HT)
- **DMA** : Distance Minimale d'Approche (à partir de laquelle il y a un risque d'amorçage) :
  - 0,6m pour U ≤ 20kV (elle suit une tangente avec l'augmentation de U) (en HT). Elle peut être déterminée en HTB par la relation suivante :
    DMA(m) = 0,005 x U(kV) + 0,5.
    Par exemple, pour 150 kV, on obtient 0,005 x 150 = 0,75 m, ce qui donne, arrondi au dm le plus proche 0,8 m, auquel on rajoute 0,5 m, d'où DMA = 1,3 m.
- **DMA** = 0,3m pour U ≤ 1kV (en BT)

2. Les zones

Les zones à risque électrique sont toutes celles contenant du matériel ou des installations électriques et l'environnement qui les entoure. On les appelle également « le voisinage ». Il existe donc les zones en champ libre (Figure 15) et les zones en local clos (Figure 16).

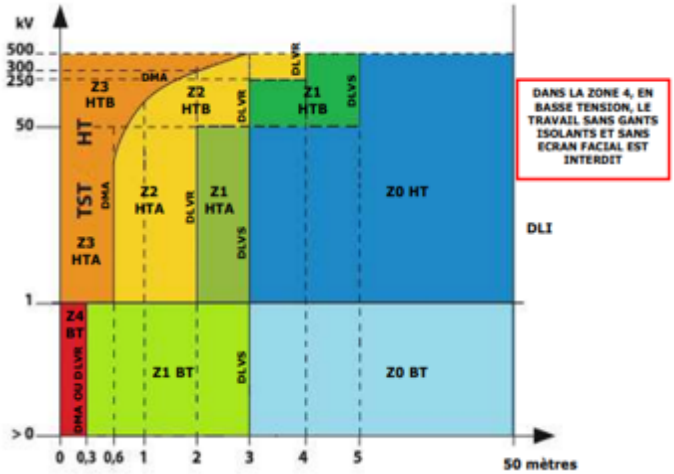


Figure 15 : Zones des opérations en champ libre (courant alternatif) (Source : lewebpedagogique.fr)

La **zone d'investigation** (zone 0 BT) :

D'après la NF C 18-510, c'est la zone dans laquelle il est demandé d'analyser si les opérations exécutées par les personnels peuvent les exposer au risque électrique. Pour les *opérations d'ordre non-électrique* : B0 exécutant ou chargé de chantier ou non habilité mais formé et sous surveillance.

La **zone de voisinage simple** (zone 1 BT) :

C'est la zone qui s'étend au-delà de la zone de voisinage renforcé. Limite de zone entre la DLVS et la DMA.

Pour *les opérations d'ordre non électrique* : B0 exécutant ou chargé de chantier.

Pour *les opérations d'ordre électrique* : B1, B2V, BR, BC+ (H0 voir 2 ou H0V voir 3), BE, BS.

La **zone de voisinage renforcé en BT** (zone 4) :

Limite de zone entre la DMA et sans contact.

Pour *les opérations d'ordre électrique* : B1V, B2V, BR, BC+ (H0 voir 2 ou H0V voir 3), BE, B1T, B2T, B1N.

La **zone d'investigation** (zone **0** HT) :

Limite de zone entre la DLI et la DLVS.

Pour *les opérations d'ordre non électrique* : H0 exécutant ou chargé de chantier.

La **zone de voisinage simple** (zone **1** HT) :

C'est la zone de voisinage renforcé ou de travail sous tension du domaine BT (distance inférieure à 30 cm à partir de pièces nues sous tension). Limite de zone entre la DLVS et DLVR.

Pour *les opérations d'ordre non électrique* : H0 exécutant ou chargé de chantier.

Pour *les opérations d'ordre électrique* : H1, H2, HC + (B0 voir 1), HE.

La **zone de voisinage renforcé** HT (zone **2** HT) :

Limite de zone entre la DLVS et DMA.

Pour *les opérations d'ordre non électrique* : H0V exécutant ou chargé de chantier.

Pour *les opérations d'ordre électrique* : H1V, H2V, HC + (B0 voir 1), HE.

La **zone des travaux sous tension HT** (zone **3**) :

Limite zone DMA.

Pour *les opérations d'ordre électrique sous tension* : lettre T et/ou N.

Les travaux d'ordre non-électrique sont formellement interdits en zones 3 et 4. Tout matériel correspondant au degré de protection IP2X ne doit pas être considéré comme pièce nue sous tension. Un matériel classé IP2X est protégé contre l'introduction d'objets d'un diamètre supérieur à 12,5mm. La réglementation n'exige pas la fermeture à clef des locaux BT.

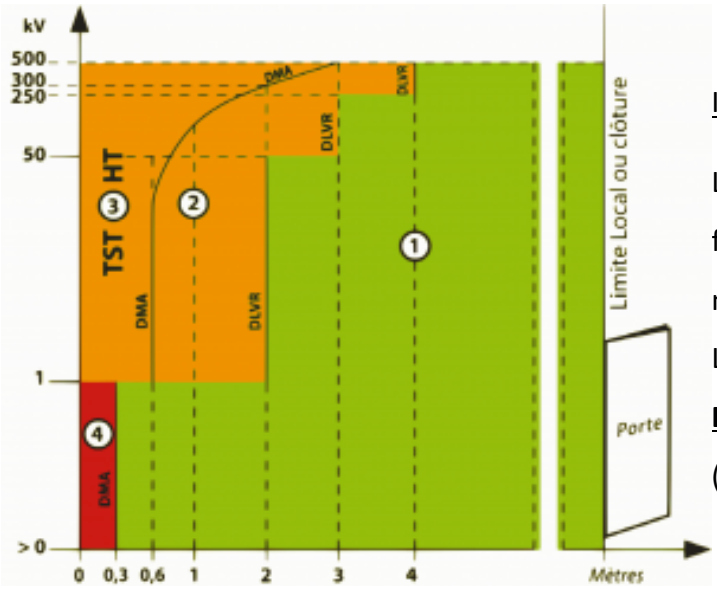


Figure 16 : Zones des opérations en local clos (Source : lewebpedagogique.fr)

Interprétation :

Les zones sont les mêmes que pour la figure 15. En revanche, la zone 0 n'existe pas en intérieur.

Les parois du local représentent la **D**istance **L**imite de **V**oisinage **S**imple (DLVS).

L'accès à la zone de voisinage simple (zone 1) ne peut se faire qu'après l'obtention d'une autorisation par le chef d'établissement ou le chargé d'exploitation électrique.

- En BT :
  - Les travaux se font sous la conduite d'un chargé de chantier (habilité B0) qui doit surveiller la limite de la DMA après avoir instauré un balisage.
  - Les travaux sont réalisés par du personnel habilité B0, ou du personnel non habilité mais ayant reçu une instruction de sécurité et étant sous surveillance d'un personnel de sécurité (présence obligatoire dans les deux cas, habilité B0).
- En HT :
  - Les travaux se font sous la conduite d'un chargé de chantier (habilité H0) qui veiller à respecter et à faire respecter la DLVR après avoir instauré un balisage.
  - Les travaux sont réalisés par du personnel habilité H0, ou du personnel non habilité mais ayant reçu une instruction de sécurité et étant sous surveillance d'un personnel de sécurité habilité H0.

La zone de voisinage renforcée (zone 2) est accessible après l'obtention d'une autorisation par le chargé d'exploitation électrique. Les travaux dans cette zone doivent être surveillés en permanence afin d'interdire de franchir la Distance Minimale d'Approche (DMA).

- Les travaux se font sous la conduite d'un chargé de chantier (habilité H0V) qui veiller à respecter et à faire respecter la DMA après avoir instauré un balisage.

- Les travaux sont réalisés par du personnel habilité H0V et placé sous la surveillance d'un surveillant sécurité lui-même habilité H0V.

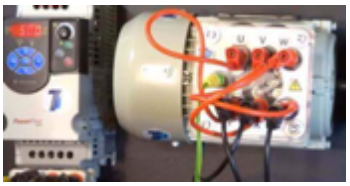
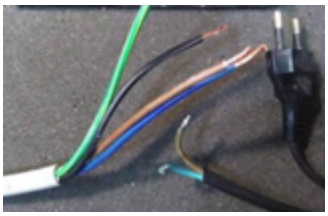
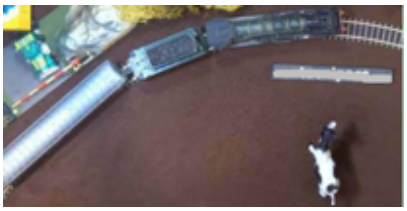
III. Les grands axes de prévention

A. Classes de matériels

Selon l'INRS : « La tension nominale du matériel électrique doit être en adéquation avec la tension d'alimentation.
La norme NF EN 61140 répartit les matériels électrotechniques en 4 classes en fonction de leur conception du point de vue sécurité :

- L'isolation entre les parties actives (normalement sous tension) et les parties accessibles (masses métalliques).
- La possibilité ou non de relier les parties métalliques accessibles à la terre. »

Tableau 5: Classes de matériels électriques (Source : INRS)

Classes	Caractéristiques	Emploi	Symbole	Exemple
0	Isolation principale. Pas de possibilité de relier les masses entre elles ou à la terre.	Utilisation interdite sur les lieux de travail	Pas de symbole	
I	Isolation principale. Masses reliées entre elles et à la terre.	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines fixes		
II	Isolation renforcée (ou double isolation). Masses non reliées à la terre.	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines non fixes		
III	Alimentation en très basse tension de sécurité (TBTS) ou de protection (TBTP). Masses non reliées à la terre. Alimentation sécurisée (transformateur de sécurité).	Obligatoire sur les appareils portatifs, non fixes en milieu confiné humide ou mouillé	Indication de la tension nominale (maximale)	

Selon cette même norme, les matériels électriques les plus utilisés dans les établissements industriels et tertiaires sont ceux de classe I et II.
Les matériels de classe 0 sont totalement interdits dans toute utilisation professionnelle.

B. La protection des travailleurs

La protection des travailleurs fait partie des obligations de l'employeur comme spécifié dans l'article L. 4121-1 du Code du Travail. Ainsi, l'employeur doit mettre à disposition plusieurs moyens de protection en privilégiant les mesures collectives.

1. *La consignation*

Pour pouvoir travailler en sécurité en l'absence de tension (hors tension), il est nécessaire d'effectuer en amont une **procédure de consignation**. Cette consignation ne peut être réalisée que par une personne disposant d'une **autorisation de travail** et d'une l'**habilitation électrique** particulière.

PROCEDURE DE CONSIGNATION

- Pré identification : obligatoire pour la préparation du travail, elle assure que les travaux seront bien réalisés sur l'équipement ou l'installation qui doit être consigné. Il faut donc :
  - Connaître la localisation du chantier et se repérer sur place.
  - Consulter les dossiers, les schémas en lien avec le chantier.
  - Identifier les caractéristiques de l'équipement ou l'installation sur lequel se fera l'intervention.
- Séparation : consiste à séparer la partie d'une installation à mettre hors tension de toute source d'énergie électrique (tous les conducteurs actifs y compris le neutre). Elle s'effectue, par exemple, à l'aide d'un disjoncteur ou d'un sectionneur préalablement identifié à partir d'un schéma électrique. La séparation doit être visible avec une distance d'ouverture adaptée ou par l'installation d'un écran isolant.
- Condamnation : en position ouverte l'organe de séparation, il peut s'agir d'un sectionneur, d'un interrupteur, d'un disjoncteur, ou le retrait de fusible. Pour assurer la condamnation, on utilise un cadenas permettant d'empêcher la

manipulation de l'organe de séparation. En complément, il est nécessaire d'avertir à l'aide d'une pancarte qu'il est interdit de toucher l'appareil condamné.

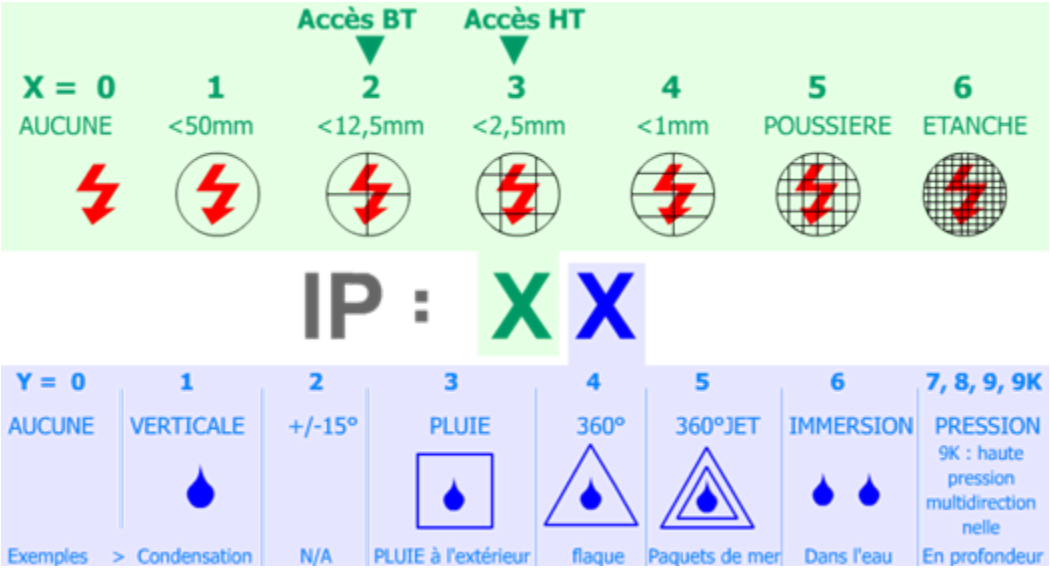
- Identification : doit se faire sur le lieu du travail concerné afin d'être certain que les travaux seront bien exécutés sur l'installation prévue. L'identification nécessite :
  - La lecture des schémas électriques.
  - La connaissance de l'ouvrage ou de l'installation (ses caractéristiques) sur lequel aura lieu l'intervention.
  - Identifier et lire les éventuelles pancartes ou indications présentes.
  - Repérer visuellement, si cela est possible, le parcours de la canalisation électrique du point de séparation jusqu'à la zone de travail.
- Vérification d'Absence de Tension (VAT) : doit être réalisée sur chacun des conducteurs actifs y compris le neutre à l'aide d'un VAT. Il faut vérifier le fonctionnement du VAT avant et après les mesures.
- Mise à la terre et en court-circuit (MALT) : quand elle est nécessaire doit être réalisée juste après la V.A.T. Cette procédure permet d'assurer une protection supplémentaire pour les personnes. Il faut impérativement réaliser le raccordement côté terre en premier avant de réaliser la mise en court-circuit des conducteurs.

2. *Contre les contacts directs*

Les dispositions de protection contre les contacts directs ont pour but d'assurer la mise hors de portée des pièces nues sous tension accessibles aux personnes.

Ce qui peut s'obtenir par :

- La mise en place d'enveloppes ou d'obstacles :
  - Éloignement de la personne.
  - Isolation des parties actives (obstacles, nappe isolante...).
- L'utilisation de matériel adapté aux contraintes (risque de pénétration de liquide ou de poussières)



IP = Indice de Protection

X = étanchéité aux solides (2 = BT ; 3 = HT)

X = étanchéité aux liquides

- L'utilisation de matériel alimenté par séparation.

3. *Contre les contacts indirects*

Les dispositions de protection contre les contacts indirects consistent à prendre des mesures destinées à protéger les personnes contre les dangers résultant d'un contact avec des masses mises accidentellement sous tension par suite d'un défaut d'isolement.

Ce qui peut s'obtenir par :

- Emploi de matériel à double isolation (classe II) ou isolation renforcée,
- Emploi de matériel alimenté en classe III,
- Par la séparation des circuits
  (transformateur de séparation n'alimentant qu'un seul appareil non relié à la terre : ex. prise rasoir dans les salles de bain).
- Mise à la terre des masses et dispositif de coupure automatique de l'alimentation (disjoncteur différentiel haute ou moyenne sensibilité selon les cas),
- Le choix du schéma de liaison à la terre TT (neutre à la terre), IT (neutre isolé) ou TN (mise au neutre).

4. *Balisage et signalisation*

- N'autoriser l'accès au local ou l'utilisation du matériel qu'à des personnes formées et habilitées.

- Utiliser un dispositif à courant différentiel résiduel, instantané, haute sensibilité au plus égale à 30 mA et mise à la terre des masses métalliques.

Figure 18 : Balisage électrique

Attention, pour des raisons techniques, bon nombre d'armoires de puissance ne sont pas équipées de dispositif de protection différentielle résiduel. Le balisage et signalement des installations est très important.

5. Les EPI

Par définition, les EPI sont des moyens que le travailleur doit porter ou tenir afin de se protéger d'un ou de plusieurs risques. Ils répondent aux exigences de la norme **NF C 18-510** et sont classés en trois catégories :

- Les équipements de travail couvrant les risques mineurs (classe I)
- Les équipements de protection spécifique pour les risques importants (classe II)
- Les équipements de sécurité (classe III) pour les risques graves à effets irréversibles ou mortels.

Pour le risque électrique, les EPI à utiliser sont de classe III, les voici :

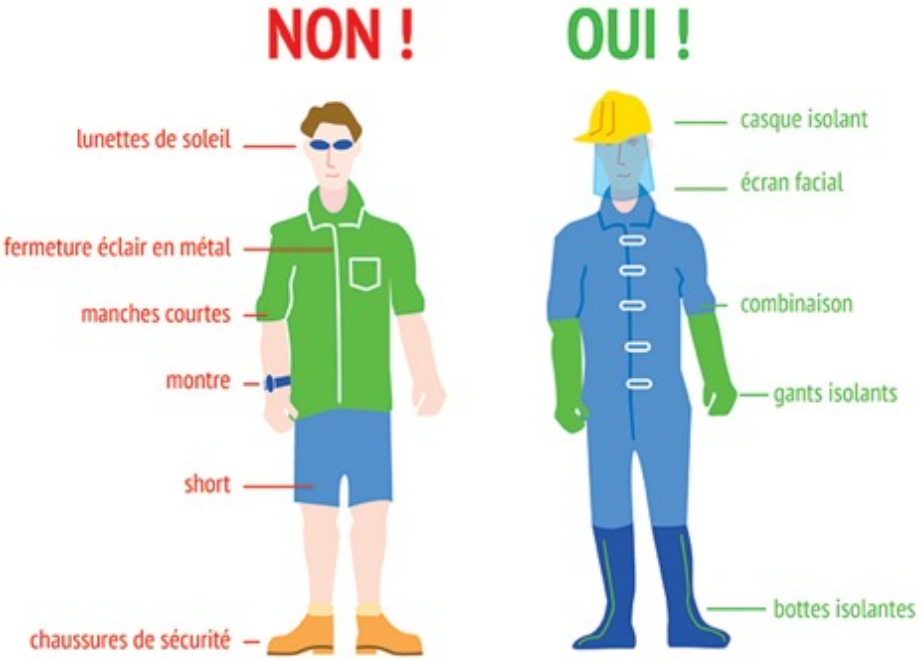


Figure 19 : Les EPI pour les travaux sur ou à proximité de l'électricité (Source : ACFITEC)

Concernant les EPI, l'employeur doit, selon la Directive européenne 89/656 et l'article R233 du Code du Travail, :

- Mettre à disposition, gratuitement, des EPI personnels et adaptés aux risques (ici, électriques).
- Vérifier leur bonne utilisation.
- Assurer leur maintien en conformité ou qu'ils soient remplacés si besoin.
- Informer les utilisateurs sur le risque électrique.

Avant toute intervention, le travailleur doit vérifier au moins visuellement et s'équiper des EPI adaptés à l'intervention. Des essais périodiques sont effectués au moins annuellement, par des personnes qualifiées.

En Basse Tension

Les EPI à porter en BT sont :

- Le casque isolant (avec ou sans écran facial intégré)
- L'écran facial
- La combinaison
- Les gants isolants
- Les bottes isolantes

EN HAUTE TENSION

En HT, on peut ajouter d'autres EPI à ceux listés ci-dessus :

- Des gants isolants HT

- Des sous-gants en coton

- Un tabouret isolant électrique

- Une perche de sauvetage électrique

C. Les contrôles et vérifications

Les machines et locaux sont des facteurs de gravité. En effet, lorsqu'ils sont mal entretenus, ils apportent un risque supplémentaire pour le travailleur.

Ainsi, sur une installation (type ERP de groupe 1[§] ou IGH), un bureau de contrôle effectue une vérification annuelle électrique, mais également à chaque nouvelle installation électrique ou modification d'ouvrage.

[§] Établissement dont la capacité d'accueil commence à 300 personnes et excède 1 501 personnes.

Avant chaque intervention, le travailleur doit vérifier son matériel (contrôle technique OK, état général de l'outil (câbles, etc.), etc.) et du lieu où il doit intervenir (propreté, contrôles techniques des machines/armoires, fuites, etc.).

B. Les responsabilités

A. L'employeur

L'employeur a des obligations et responsabilités vis-à-vis de ses travailleurs, s'il n'y répond pas, il peut faire l'objet de différentes sanctions.

Comme cité en introduction, l'employeur a pour responsabilités de mettre en place une prévention adaptée, une organisation et des moyens ainsi qu'informer et former son personnel.

Pour ce faire, il doit mettre en place les 9 principes de prévention connus de l'article de loi L.4121-2 :

1. **Éviter les risques, c'est supprimer le danger ou l'exposition au danger**.
2. **Évaluer les risques**, c'est apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.
3. **Combattre les risques à la source**, c'est intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.
4. **Adapter le travail à l'Homme**, en tenant compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé. En particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé.
5. **Tenir compte de l'évolution de la technique**, c'est adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.
6. **Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins**, c'est éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.
7. **Planifier la prévention** en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral et au harcèlement sexuel, tels qu'ils sont définis aux articles L.1152–1 et L. 1153–1.

8. **Donner la priorité aux mesures de protection collective** et n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.
9. **Donner les instructions appropriées aux salariés**, c'est former et informer les salariés afin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention.

Comme toute intervention, un PDP doit être réalisé avant le début des opérations. Il en va de même pour des opérations électriques. Une évaluation des risques doit être menée avant tout travaux, mise à jour chaque année et doit être formalisée dans le DUER.

Si une intervention ne nécessite pas un PDP, elle devra faire l'objet d'une AT (Autorisation de Travail) dont voici le cheminement :

B. Le travailleur

Le travailleur est le premier acteur de sa sécurité. De ce fait, il doit connaître les consignes de sécurité de l'installation (l'entreprise, le chantier) et être équipé de ses propres EPI (lunettes de protection, gants adaptés, chaussures de sécurité, tenue de protection contre les flashs électriques, etc.).

Conduite à tenir en cas d'accident électrique :

1) Ne jamais se précipiter sur la victime, ne surtout pas la toucher.
2) Protéger :
    a. Interdire l'accès à la zone d'accident.
    b. Couper ou faire couper le courant (disjoncteurs, interrupteurs, prises de courant, dispositifs de coupure ou d'arrêt d'urgence électrique)
    c. Cadenasser l'appareil de mise sous tension pour empêcher sa manœuvre en laissant une personne responsable à proximité.
    d. En BT, il est possible de dégager la victime d'un contact avec une pièce sous tension en utilisant une perche isolante adaptée à la situation.
    e. S'isoler de la terre et porter des gants isolants.
3) Examiner :
    a. La victime saigne-t-elle ? Abondamment ?
    b. La victime est-elle consciente ? Répond-t-elle aux questions ?
    c. Si elle ne répond pas, respire-t-elle ?

4) Alerter : Appeler le 18 (ou numéro des secours du site)
    a. Donner le lieu précis de l'accident.
    b. Indiquer la nature de l'accident (accident électrique, contact direct/indirect/amorçage, etc.).
    c. Préciser le nombre de victimes.
    d. Donner l'état apparent de la ou des victimes.
    e. Expliquer les risques particuliers pouvant être rencontrés.
    f. Préciser les gestes de premier secours effectués (en 1) et 2)).

Conclusion

L'électricité est donc une source d'énergie très largement présente dans le milieu industriel. Son utilisation nécessite de prendre des précautions.

Par conséquent, il faut axer la prévention en fonction de secteurs spécifiques. En effet, on sait que la qualification inadéquate du personnel et la mauvaise organisation du travail demeurent les causes principales d'accidents d'origine électrique, bien que la vétusté et la non-conformation des installations soient aussi une des causes.

Il faut donc porter une attention toute particulière 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 adaptés aux interventions et travaux et en bon état, méthodes de travail, procédures à respecter...

D'autre part, employeur et travailleur ont des obligations en matière de sécurité. Le premier se doit de mettre en place tous les moyens pour garantir la sécurité de ses travailleurs, notamment en suivant les 9 principes généraux de prévention décrit par le Code du Travail. Le travailleur, quant à lui, doit s'assurer d'être au courant des risques qu'il encoure et des consignes de sécurité pour les contrer. Aussi, il se doit de porter les équipements de protection individuels adéquats, tout en utilisant les équipements de protection collectifs, qui restent prioritaires.

Il faut rappeler que la sécurité est l'affaire de tous, et que tous les travailleurs de l'entreprise jouent un rôle crucial dans celle-ci.

Bibliographie ~ Sitographie

www.inrs.fr

www.legifrance.gouv.fr

https://www.inrs.fr/risques/electriques/prevention-risque-electrique.html

http://securite-electrique.over-blog.com/article-le-contact-direct-62196991.html

https://inforisque.fr/fiches-pratiques/risques-electriques.php?idf=33

https://www.officiel-prevention.com/dossier/formation/habilitations-electriques/les-risques-electriques-137

https://lewebpedagogique.com/eleec/2012/09/18/zones-de-lenvironnement-electrique/

https://sitelec.org/cours/abati/habilitation.htm