



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département De Génie Electrique

Filière : Electromécanique

Matière : *Sûreté de Fonctionnement et Maintenance*

CHAPITRE 2

1^{er} Année Master Electromécanique

2019_2020

PARTIS II. RISQUES ELECTRIQUES ET LA NATURE DES ACCIDENTS ELECTRIQUE ET DANGERS DU COURANT ELECTRIQUE.

Durant ces dernières décennies, Les risques industriels ont constitué un problème de maîtrise de sécurité total, parmi ces risques on apprécie les risques électriques qui ont un facteur de gravité très important sur les travailleurs et le matériel dans l'industrie. L'emploi généralisé de l'énergie électrique dans tous les domaines (depuis le foyer domestique jusqu'à la grande industrie, en passant par l'artisanat, de l'agriculture) fait que le risque d'accidents électriques se trouve également partout présent. Présent et invisible comme tous les risques inhérents aux formes supérieures de l'énergie, il a en revanche le mérite d'être bien connu, facile à maîtriser, ce qui, tout compte fait, le rend presque familier et en tout cas moins redouté que, par exemple, le danger des rayonnements ionisants.

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

II.1 LES RISQUES ELETRIQUE

Dans notre société industrielle, 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.

Un risque électrique peut se définir comme :

- ✚ Une situation dangereuse où un travailleur pourrait faire un contact électrique avec de l'équipement ou un fil sous tension dont le choc pourrait lui causer une blessure.
- ✚ La possibilité d'infliger au travailleur une brûlure de coup d'arc, une brûlure thermique ou une blessure par souffle.

II.2 DEFINITION DU RISQUE ELECTRIQUE :

On peut de définir le risque électrique comme suit ;

- 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.

II.2.1 Nature des accidents électriques :

On peut classer les accidents d'origine électrique ;

- Le domaine d'activité dans lequel ils surviennent
- La nature du contact (direct, indirect, etc...)

II.3 LES EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE

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

II.3.1 QUELS SONT LES RISQUES DE L'ELECTRICITE ?

Les différents risques sont :

- a)- **L'électrisation**: C'est quand du courant électrique traverse le corps. Tout accident dû à l'électricité est une électrisation.
- b) - **L'électrocution**: c'est une électrisation mortelle. Elle fait suite à trop d'électricité passé dans le corps.
- c) - **Contact direct**: c'est le contact d'une personne avec des parties normalement sous tension ou avec des conducteurs d'une canalisation électrique.
- d) - **Contact indirect**: c'est un contact d'une personne avec des masses mises accidentellement sous tension.

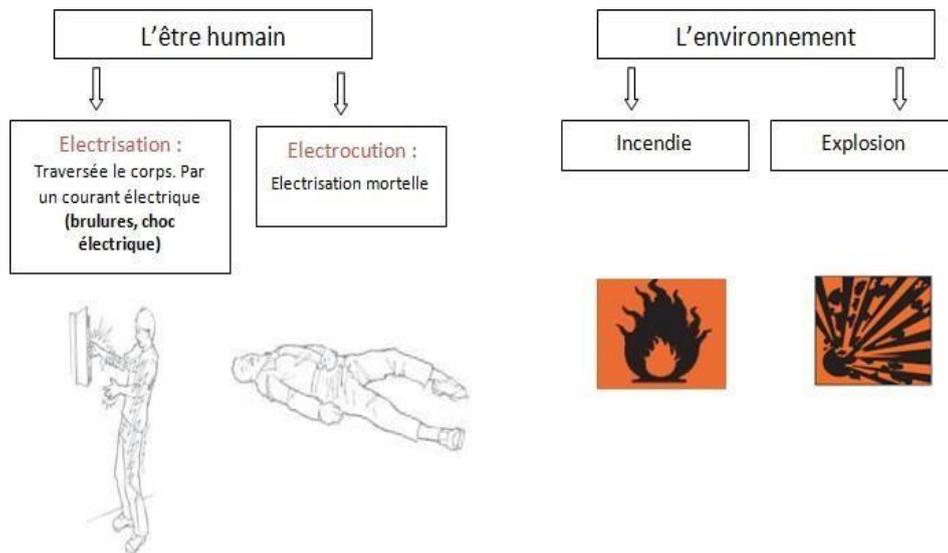


Figure 1 : Effets du courant électrique sur l'environnement et l'être humain
Les accidents d'origine électrique ont pour principaux effets

L'électrisation c'est la réaction du corps humain due à un contact accidentel avec l'électricité.

L'électrocution c'est une électrisation qui entraîne la mort.

Les brûlures par arcs et projection.

Les chutes, conséquences d'une électrisation

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

60 % des lésions sont des brûlures et 6 % des lésions internes. Les mains et la tête sont le plus touchées.

II.4 Effets physiologiques

4.1.1 L'électrisation

L'électrisation est le passage d'un courant électrique dans le corps, provoquant des blessures plus ou moins graves. Elle varie selon la nature de la peau (sèche, humide, grasse, etc.), les matériaux au contact, l'état de santé, etc.

4.1.2 La gravité de l'électrisation :

La gravité de l'électrisation dépend de plusieurs facteurs :

- L'intensité du courant
- (A) La tension du courant
- Le type de courant : alternatif ou continu
- La durée du passage de l'électricité dans le corps
- La superficie de la zone de contact avec la source électrique
- La trajectoire du courant
- L'état de la peau : normale ou calleuse, sèche ou humide (l'humidité est un facteur aggravant)
- La nature du sol (matériau isolant ou conducteur)

4.2 Types de contact :

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

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

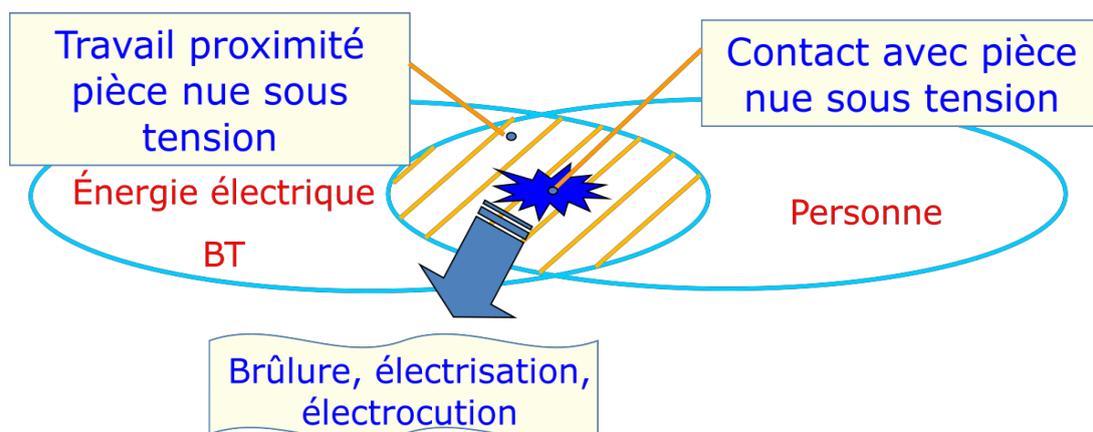


Figure 2: mécanisme d'accident avec contact direct

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

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

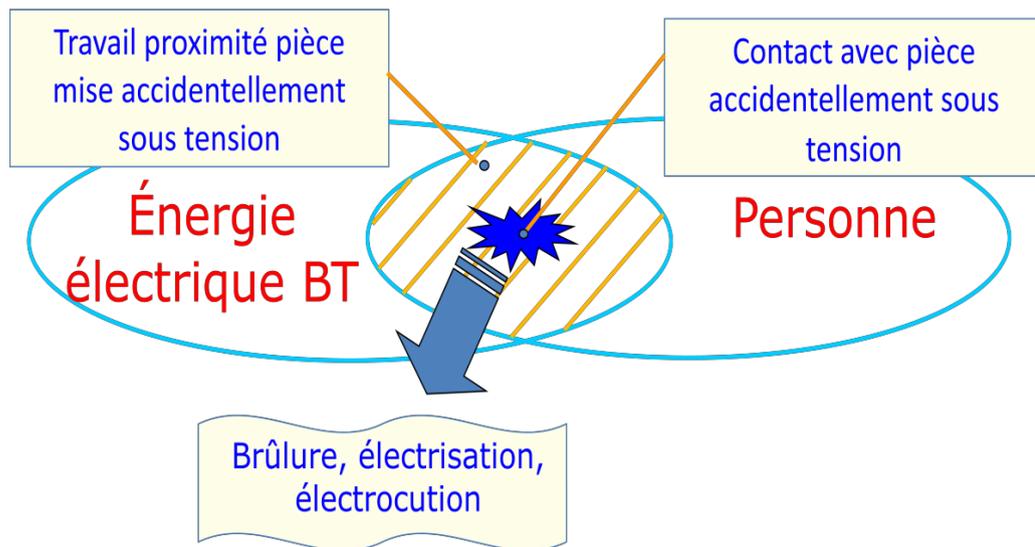


Figure 3 : mécanisme d'accident avec contact indirect

4.2.2 L'électrocution :

C un terme qui désigne une électrisation immédiatement mortelle



Figure 4 : Electrocutation mortelle

II.5 Effets sur l'environnement :

5.1 Les incendies :

30 % des incendies sont 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.

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.

5.2 Les explosions :

Dans les zones à risque d'explosion, les installations électriques, aussi bien de puissance que de commande, constituent une source potentielle d'inflammation pour l'atmosphère explosible. Afin de réduire ce risque, ces installations sont réduites au strict minimum. De plus le matériel électrique utilisé dans ces zones respecte des conditions de construction, montage et fonctionnement définies dans des normes.



Figure 5. Explosion d'origine électrique

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

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

- · **Secousse, choc électrique**, avec retour apparent à l'état antérieur (mais l'examen est nécessaire pour déterminer des suites éventuelles).
- **Asphyxie** (pouvant être mortelle).
- **Fibrillation ventriculaire** (mortelle le cas échéant).
- **Brûlures** (mortelles suivant gravité, surtout en haute tension). Les suites peuvent être diverses.
- **Cardio-vasculaires** (tachycardie, lésions vasculaires...).
- **Neurologiques** (pertes de conscience, de force musculaire...).
- **Sensorielles** (troubles de la vision, de l'audition...).
- **Rénales** (insuffisance).
- Pour les **brûlures par arc** : dermiques, oculaires (coup d'arc), électrothermiques profondes, thromboses, œdèmes, nécroses, etc....

5.4 Les effets d'accidents électriques selon le domaine de tension :

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

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

5.6 Accidents d'origine électrique

Depuis 30 ans, le nombre d'accidents du travail, ainsi que les accidents graves dus à l'électricité diminuent régulièrement. Toutefois, ces derniers restent particulièrement graves. Chaque

année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés.

Les premières minutes qui suivent un accident sont très importantes pour les chances de survie : il faut agir très vite, d'une part en coupant le courant sans toucher au corps de la victime, d'autre part en prévenant immédiatement les secours. De plus, les accidents liés à l'électricité peuvent être à l'origine d'incendies ou d'explosions. Les accidents d'origine électrique se produisent surtout lors d'opérations sur des installations fixes basse tension (armoires, coffrets, prises de courant...) au cours de l'utilisation de machines-outils portatives, ou lors d'interventions sur ou au voisinage de lignes aériennes, de postes de transformation et de canalisations enterrées.



Figure 6 : Installation d'un éclairage provisoire avec branchement sur une armoire électrique murale



Figure 7 : Opérateur intervenant sur une armoire électrique à l'extérieur d'un bâtiment, afin de réaliser un raccordement au réseau de distribution



Figure 8 : Mise à la terre d'une ligne aérienne arrivant à un transformateur pour une opération de maintenance



Figure 9 : Consignation dans un local technique pour intervention de maintenance électrique

5.7 Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements

- ✚ Une ventilation insuffisante,
- ✚ L'accumulation de poussières ou de dépôts de graisse,
- ✚ L'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur.
- ✚ Le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques

5.8 Principaux facteurs d'accidents d'origine électrique

- Non-respect des règles de sécurité lors de la conception ou modification d'une installation électrique
- Mauvais état du matériel et des isolants en particulier (détérioration, coupure ...)
- Utilisation inappropriée du matériel (appareil portatif, prolongateur
- ...) Habilitation électrique non adaptée à l'opération à réaliser.
- Non-respect des distances de sécurité par rapport aux pièces nues sous tension

II.6 LE RISQUE INDUSTRIEL

Un risque industriel majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des *conséquences immédiates graves* pour le personnel, les populations avoisinantes, les

biens ou l'environnement. Le risque industriel naît de la mise en œuvre de l'activité humaine à des fins technologiques.

6.1 Les accidents liés aux risques:

- **La nature des produits présents** (inflammables, explosifs, toxiques) ;
- Aux **procédés de fabrication** (en fonction de leur état, de leur température ou de leur pression, certains produits peuvent devenir dangereux) ;
- Aux **installations** (choix des matériels, des matériaux, des modes de stockage, ...) ;
- Au **facteur humain** (la majorité des accidents surviennent par négligence, méconnaissance ou erreur d'appréciation) ;
- Aux **phénomènes extérieurs** (inondation, séisme, accident d'industrie voisine, malveillance, ...).

6.2 Exemple

Les activités génératrices de risques sont les industries chimiques, pétrochimiques ou de stockage (entrepôt de produits combustibles, toxiques, inflammables ; silos de stockage de céréales ; dépôt d'hydrocarbures ou de GPL ; etc.). Tous ces établissements sont des établissements fixes qui produisent, utilisent ou stockent des produits répertoriés dans une nomenclature spécifique.



Comment se manifeste-t-il ?

Les effets d'un accident industriel sont de trois ordres pouvant intervenir seuls, successivement, ou simultanément :

- **Les effets thermiques.** Ils sont liés à une explosion ou à la combustion d'un produit inflammable. Il en résulte des brûlures plus ou moins graves ;
- **Les effets mécaniques.** Ils résultent d'une surpression suite à une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion. Les lésions aux tympans, aux poumons, en sont les conséquences principales ;

- **Les effets toxiques.** Une fuite de substance toxique (chlore, ammoniac, phosgène, acide, etc.) dans une installation peut, par l'inhalation, par contact avec la peau ou les yeux, ou par ingestion provoquer de graves lésions. Les effets peuvent être, par exemple, un œdème aigu du poumon, une atteinte au système nerveux ou des brûlures chimiques cutanées ou oculaires.

6.3 Les conséquences sur les personnes et les biens.

- **Les conséquences humaines :** Il s'agit des personnes physiques directement ou indirectement exposées aux conséquences de l'accident. Elles peuvent se trouver dans un lieu public, chez elles, sur leur lieu de travail, etc. Le risque peut aller de la blessure légère au décès. Le type d'accident influe sur le type des blessures.
- **Les conséquences économiques :** Un accident industriel majeur peut altérer l'outil économique d'une zone. Les entreprises ou les routes voisines du lieu de l'accident peuvent être détruites ou gravement endommagées. Dans ce cas, les conséquences économiques peuvent être désastreuses ;
- **Les conséquences environnementales :** Un accident industriel majeur peut avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes. On peut assister à une destruction de la faune et de la flore terrestre ou aquatique, mais les conséquences d'un accident peuvent également avoir un impact sanitaire (pollution d'une nappe phréatique par exemple).

II.7 PREVENTION DU RISQUE ELECTRIQUE

La prévention du risque électrique repose sur des dispositions réglementaires figurant dans le Code du travail. Elle concerne la mise en sécurité des installations et des matériels électriques, et ce dès leur conception. L'objectif est d'éviter tout contact, qu'il soit direct ou indirect, avec des pièces nues sous tension ou mises accidentellement sous tension. En outre, le matériel doit être conforme à la réglementation en vigueur afin de protéger les utilisateurs.

7.1 Caractéristiques des matériels et installations électriques

7.1.1 Protection contre les contacts directs

Un contact direct est un contact entre une partie du corps humain et une partie active (pièce normalement sous tension) d'une installation électrique. Pour prévenir les contacts directs il existe plusieurs moyens :

- **Très basse tension** : celle-ci peut être de type **très basse tension de sécurité** ou de type **très basse tension de protection**
- **Isolation des parties actives** : celle-ci recouvre d'un isolant les parties actives et ne peut être enlevée que par destruction
- **Barrière ou enveloppe** : elles constituent un obstacle (écran, boîtiers, armoires...)
- **Éloignement** : la distance d'éloignement dépend de l'environnement (chantier, locaux réservés à la production...).

7.1.2 Mesures générales de prévention pour assurer la sécurité du personnel

- Une personne réalisant une opération sur un matériel ou une installation électrique doit être formée et habilitée par son employeur. Différentes mesures de protection doivent être mises en oeuvre afin qu'elle puisse travailler en sécurité : signaler le local ou l'opération, isoler l'installation électrique, mettre en place des mesures de protection pour les travaux sur ou au voisinage des installations, vérifier les installations, fournir des équipements de protection individuelle si nécessaire...
- Pour toute opération exposant à un risque électrique, des mesures de prévention sont à mettre en oeuvre pour supprimer ou réduire les risques électriques.
- Les locaux ou emplacements présentant un risque de choc électrique doivent être délimités aux moyens d'obstacles et signalés au moyen d'un **panneau d'avertissement** réglementaire du **danger électrique**. L'accès à ces locaux ou emplacements est réservé aux personnes habilitées.
- Lors de l'ouverture d'une **armoire électrique** présentant des pièces nues sous tension accessibles, il faut installer un **balisage de sécurité**. Ce balisage ne doit pas pouvoir être franchi par inadvertance

7.1.3 Procédure de consignation d'une installation électrique

- Séparer l'installation de toute source d'énergie électrique concernée et préalablement identifiée
- Condamner les organes de séparation en position ouverte afin d'interdire toute remise sous tension
- Identifier la partie de l'installation concernée afin d'être certain que les travaux seront bien exécutés sur l'installation Prévue

- Vérifier l'absence de tension
- Mettre à la terre et en court-circuit

7.1.4 Principales mesures de protection pour les travaux à proximité de pièces nues sous tension

- Interposer des obstacles efficaces entre l'opérateur et les pièces nues sous tension,
- Isoler les pièces nues sous tension,
- Confier les travaux à un personnel habilité disposant de l'outillage et de l'équipement de protection individuelle nécessaires
- En cas de voisinage avec des pièces nues sous tension du domaine haute tension, surveiller en permanence les travaux par une personne habilitée

7.2 Mesurer les grandeurs électriques

Le personnel devant mesurer une ou plusieurs grandeurs électriques doit :

- être habilité pour réaliser des mesures,
- Utiliser les équipements de protection individuelle adaptés, Ne pas porter d'objets métalliques
- Utiliser des appareils de mesure adaptés aux tensions qui peuvent être rencontrées,
- Choisir l'échelle de mesure la plus grande (sauf si la valeur approximative est connue)

II.8 CONCLUSION

Les risques électriques liés à une non mise en sécurité des installations électriques peuvent présenter de réels dangers pour la vie des personnes et des biens matériels, car une personne soumise à une tension électrique subit, selon l'importance de celle-ci, des effets plus ou moins graves pouvant aller jusqu'à 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 on utilise les moyens adéquats et le personnel qualifié et habilité.