

La sécurité électrique

1. Problématique

L'énergie électrique est dangereuse. On lit régulièrement dans les journaux que des gens sont victimes d'accidents d'origine électrique. Toutefois c'est aujourd'hui la forme d'énergie la plus employée. Ceci est dû au fait qu'elle est simple à produire et transporter. De plus cette forme d'énergie peut très facilement être transformée en d'autres formes d'énergies.

Nous allons voir ensemble quels sont les facteurs de risque et comment s'en protéger.

2. Les dangers du courant électrique



Quelle est la différence entre ces deux illustrations ?

Il y a une illustration où les conducteurs sont sous tension, alors que sur la seconde ils sont hors tension.

Le plus grand danger de l'énergie électrique est qu'elle ne se voit pas. Il est impossible de différencier un conducteur sous tension d'un autre qui ne l'est pas sans appareil spécifique.

2.1. Les différents accidents d'origine électrique

L'électrisation :

C'est un accident d'origine électrique n'ayant pas entraîné la mort de la victime.

L'électrocution :

C'est un accident d'origine électrique ayant entraîné la mort de la victime.

2.2. Ce qui est dangereux

Les conséquences d'un contact électrique entre le corps humain et une partie sous tension sont fonction de deux paramètres principaux :

La durée du contact avec une partie sous tension : plus elle est grande, plus les risques sont importants.

Le courant parcourant la victime : plus il est élevé, plus les risques sont importants.

La durée du contact avec une partie sous tension combinée à la valeur du courant donnent une quantité d'énergie électrique qui représente le danger. Des courbes normalisées permettant d'avoir une idée des risques encourus sont présentées dans vos documents ressource.

Donnez le temps maximum (en secondes) du contact avec une source de tension pour que les effets dus à un courant estimé à 30 mA ne représentent aucun effet physiologique dangereux.

Le temps de contact maximum est de 300 ms soit 0,3 s. Passé cette durée, on risque des contractions musculaires empêchant tout mouvement volontaire de retrait.

Quelle est la valeur maximale du courant qui n'entraîne en général aucune réaction ?

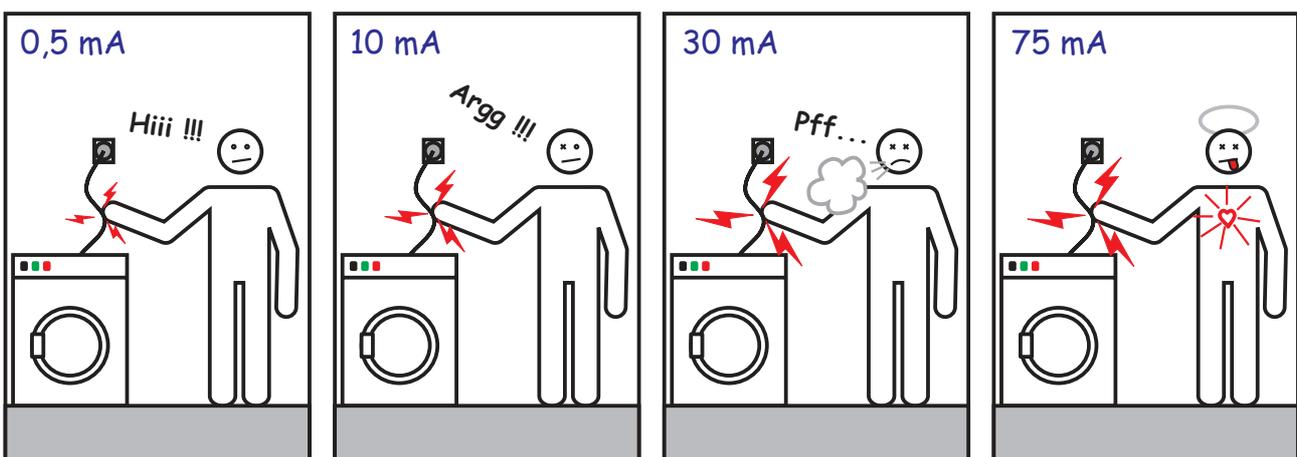
La norme CEI 60 479-1 indique qu'un courant inférieur à 0,5 mA n'entraîne habituellement aucune réaction de la part de la victime.

Ces valeurs sont données à titre indicatif pour faire prendre conscience des risques liés à l'utilisation de l'énergie électrique. Pour éviter les accidents, il est primordial d'interdire tout contact avec des parties sous tension et de concevoir des installations respectueuses des normes électriques en vigueur.

2.3. Effets du courant électrique sur le corps humain

Les effets du passage du courant électrique au travers du corps humain sont de différentes natures :

- **Effets thermiques :** des brûlures superficielles peuvent apparaître à partir de courants relativement faibles (de l'ordre de 10 mA) si le contact est maintenu pendant plusieurs minutes.
- **Effets tétanisants :** en courant alternatif, les muscles situés sur le trajet du courant se contractent. Par exemple les mains serrent fortement le conducteur empêchant tout dégagement volontaire. Les risques de brûlures sont alors accrus.
- **Effets respiratoires et circulatoires :** des courants de l'ordre de 30 mA prolongés suffisent à bloquer les muscles respiratoires. Pour des valeurs supérieures, on a fibrillation puis arrêt cardiaque.



Les effets du courant électrique sur l'être humain sont représentés sur l'illustration ci-dessous lorsque le courant passe par les organes vitaux (cœur, poumons) et que le temps du passage est élevé.

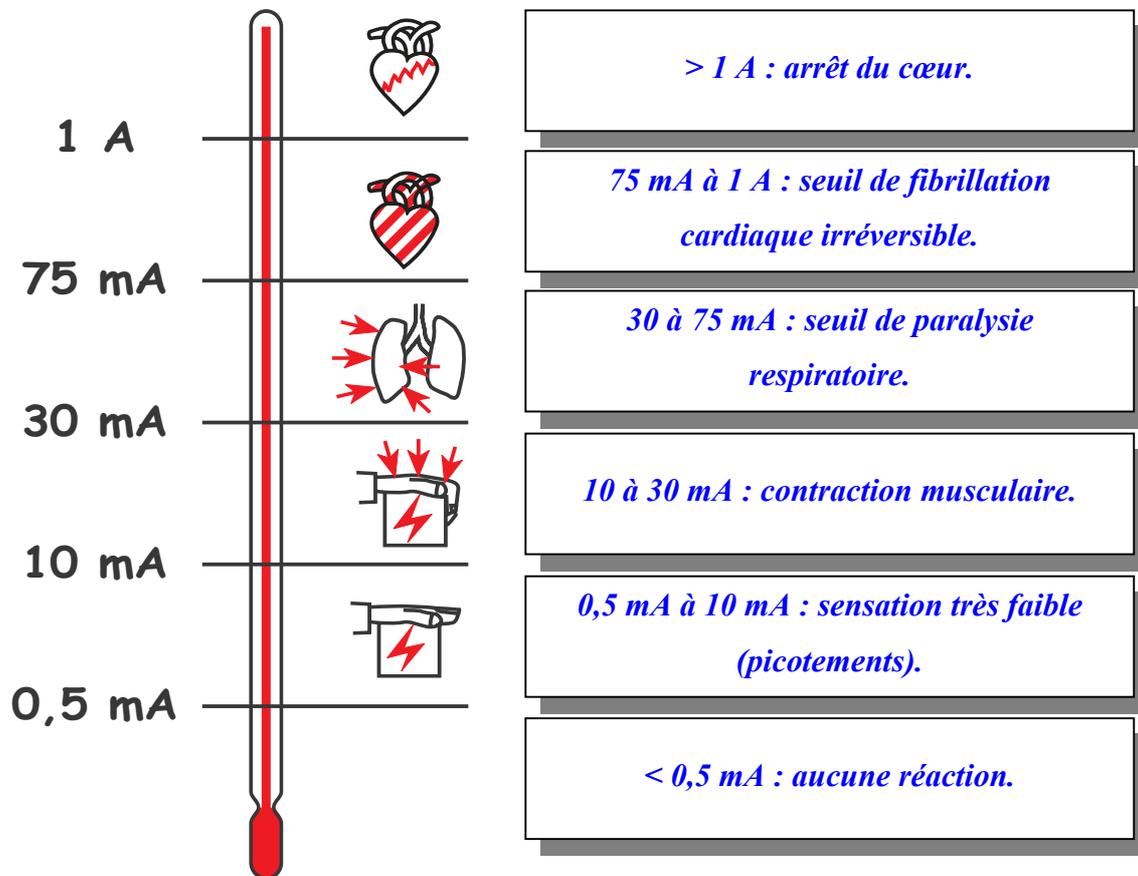


Illustration d'après Schneider Electric.

2.4. Facteurs aggravants

- Résistance électrique du corps humain :
 - la résistance électrique reflète la difficulté plus ou moins grande qu'a le courant à passer dans un matériau conducteur. Ainsi une peau sèche offrira une grande résistance au passage du courant. De même pour une peau calleuse,
 - plus la pression exercée sur le conducteur est grande et plus la résistance diminue favorisant un courant plus élevé,
 - plus la surface de contact est grande, plus la résistance diminue.
- Trajet du courant dans l'organisme :

les conséquences du passage du courant dans l'organisme sont différentes suivant le trajet qu'il emprunte. Un contact entre deux doigts d'une même main ne laissera de séquelles que sur ces deux doigts. Si le courant passe par les organes vitaux (cœur, poumons) les séquelles seront beaucoup plus graves, voire mortelles.

3. Nature des contacts

A partir de votre documentation ressource, donnez la définition normalisée d'un contact direct.

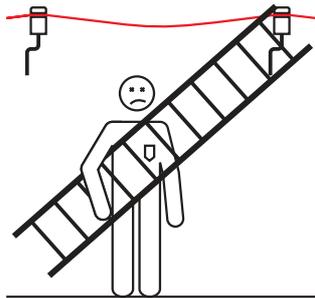
Dans le cas d'un contact direct, la personne entre en contact avec une partie

normalement sous tension y compris par l'intermédiaire d'un outil. Par exemple la personne touche un conducteur électrique nu sous tension, le courant s'écoule alors vers la terre.

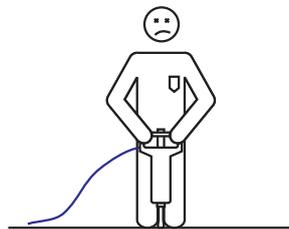
Même question pour un contact indirect.

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.

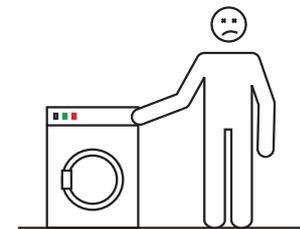
Sur les illustrations ci-dessous indiquez s'il s'agit de contacts directs ou indirects.



Contact direct



Contact indirect



Contact indirect

4. Mesures de protection des utilisateurs

Voici les principales mesures de protection appliquées afin d'éviter tout risque d'électrisation ou d'électrocution pour les utilisateurs des installations et équipements électriques :

4.1. Utilisation de Très Basse Tension de Sécurité (TBTS)

A partir de votre documentation ressource, relevez la valeur normalisée de la tension limite de sécurité U_L .

La tension limite de sécurité U_L est, en courant alternatif, de 50 Vac. Cette tension ne représente aucun danger pour un utilisateur quelle que soit la durée du contact.

Toute tension supérieure à 50 Vac (volts alternatifs) est dangereuse.

Afin de réduire le risque, nous allons utiliser une Très Basse Tension de Sécurité (TBTS) de 24 V alternatifs. Cette valeur de tension est-elle dangereuse ? Justifiez votre réponse.

Non, car elle est inférieure à la tension limite de sécurité U_L de 50 Vac.

4.2. Isolation des parties sous tension

Tous les conducteurs et éléments normalement sous tension doivent être isolés. Les isolants doivent pouvoir supporter la tension d'alimentation de l'appareil et résister aux influences externes du milieu dans lequel il est utilisé (exemple : intérieur, extérieur...).

4.3. Interposition d'obstacles

Les parties conductrices normalement sous tension qu'il n'est pas possible d'isoler (exemple : vis de raccordement dans le tableau de distribution) doivent avoir un IP2X minimum c'est-à-dire être protégées contre le contact de corps solides de diamètre supérieur ou égal à 12 mm (exemple : contact accidentel avec un doigt).

4.4 Utilisation de Dispositifs Différentiels Résiduels (DDR)

*La norme NF C 15-100 rend obligatoire l'utilisation de DDR (disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel) sur tous les départs de l'installation électrique domestique. **Les DDR ne sont efficaces que s'ils sont associés à une prise de terre conforme.** Si elle n'existe pas (ou plus suite à une coupure du conducteur bicolore vert / jaune par exemple) ou si sa valeur est trop élevée, les dispositifs différentiels résiduels ne servent à rien.*

4.5. Classes d'isolation

Le matériel électrique est classé en 3 classes d'isolation en fonction de son isolation, de son raccordement à la terre et de sa tension d'alimentation.

A l'aide de votre documentation ressource, donnez la classe d'isolation normalisée du rétroprojecteur qui est dans cette salle.

Le rétroprojecteur est alimenté en 230 V alternatifs, il dispose d'éléments métalliques accessibles, sur la fiche d'alimentation on voit un raccordement à la terre \Rightarrow Classe 1.

Donnez la classe d'isolation d'un chargeur de téléphone portable.

Le chargeur du téléphone est alimenté en 230 V alternatifs, il ne dispose pas d'éléments métalliques accessibles, sur la fiche d'alimentation on ne voit pas de raccordement à la terre. Il dispose d'un transformateur TBTS dont la tension de sortie est inférieure à 120 V continu \Rightarrow Classe 3.

Donnez la classe d'isolation d'un téléviseur.

Il est alimenté en 230 V alternatifs, il ne dispose pas d'éléments métalliques accessibles, sur la fiche d'alimentation on ne voit pas de raccordement à la terre \Rightarrow Classe 2.

Pouvez-vous dire pourquoi les trains électriques des enfants sont alimentés par un transformateur TBTS 230 / 12 V continu ? Justifiez votre réponse.

La Très Basse Tension de Sécurité de 12 V est inférieure à la tension limite de sécurité U_L (120 Vdc), elle ne présente donc aucun risque pour l'utilisateur en cas de contact accidentel avec les rails qui sont normalement sous tension \Rightarrow Classe 3.

Complétez le tableau ci-dessous avec les symboles et les définitions relatives aux différentes classes d'isolation.

Classe	Symbole	Définition
I		<i>Appareil disposant d'une isolation fonctionnelle et d'une mise à la terre des parties métalliques accessibles.</i>
II		<i>Appareil disposant d'une double isolation ou d'une isolation renforcée sans raccordement à la terre.</i>
III		<i>Appareil alimenté sous très basse tension de sécurité.</i>

5. En pratique

La tension délivrée par le secteur est de 230 Vac (tension alternative) pour une installation domestique, de 400 Vac (voire 690 Vac) pour un équipement industriel. Elles sont supérieures à la tension limite de sécurité de 50 V, donc dangereuses.

C'est pourquoi, en France, il est interdit de travailler sous tension.

Pour certaines tâches, il est indispensable de travailler sous tension. Pour cela, vous devrez suivre une formation dite « habilitation au travail sous tension » (**B1T**, **B2T** suivant les travaux). Celle-ci est effectuée par un organisme agréé par le comité des travaux sous tension.

Lors de votre formation au **BAC Professionnel Électrotechnique, Énergie et Équipements Communicants**, vous recevrez une formation de chargé d'intervention (**BR**), c'est-à-dire pour effectuer des opérations de dépannage, remplacement de composants défectueux, des mesurages et essais ne concernant qu'une partie de l'installation.

Habituez-vous à travailler avec du matériel isolé (tournevis, pinces...), ainsi lorsqu'un travail sera fait accidentellement sous tension, les risques seront diminués.