



La sécurité électrique

UNE PROTECTION INDISPENSABLE

L'électricité est omniprésente dans les pays industrialisés. C'est un irremplaçable vecteur de l'énergie, aussi utilisé pour la transmission de l'information. Pourtant le courant électrique, la plupart du temps invisible, présente un danger pour l'homme. C'est pourquoi de nombreuses protections sont mises en œuvre pour assurer la sécurité des utilisateurs.

l'intensité I en ampères et la résistance R en ohms.

PUISSANCE

L'électricité sert avant tout de vecteur énergétique. Le courant électrique



transporte l'énergie de la **centrale de production** vers les lieux de consommation. L'énergie transportée par unité de temps s'appelle la puissance et s'exprime en watt. Une puissance d'un watt correspond à un transfert d'énergie d'une Joule par seconde. La puissance électrique est liée à la tension et à l'intensité du courant : $P = U \times I$ (où U est la valeur dite efficace de la tension et I celle de l'intensité). Nous utilisons cette puissance pour nous chauffer

par exemple. Les **chauffages électriques** sont de grosses résistances qui libèrent de l'énergie calorifique au passage du courant, c'est l'effet Joule. Les plaques électriques fonctionnent de la même manière.

LANGAGE BINAIRE

Le courant est également indispensable dans tous les matériels informatiques. Cette fois, le courant évolue dans de basses tensions et de faibles intensités. Il est possible de transmettre de l'information sous forme binaire en faisant passer le courant pour obtenir le bit 1 et en le coupant pour avoir le bit 0. La succession de ces bits constitue une information qui se traduit dans un ordinateur par des lettres, des couleurs ou des sons par exemple.

COURANT CONTINU ET ALTERNATIF

Le courant peut rester stable ou évoluer dans le temps. Le courant dont l'intensité n'évolue pas est dit continu, à l'inverse le courant variant dans un sens puis dans l'autre est appelé courant alternatif. Le courant utilisé dans les foyers à partir des prises électriques est un courant alternatif de tension 240 volts.

FRÉQUENCE

De plus, ce courant alternatif est périodique, c'est-à-dire qu'il reprend les mêmes valeurs au bout d'un intervalle de temps appelé période.

Le nombre de périodes effectuées par un courant en une seconde est appelé la fréquence. Celle-ci s'exprime en hertz, notée Hz. La fréquence du courant électrique sur le réseau de distribution est de 50 hertz.

LES DANGERS DU COURANT

DE L'ÉLECTRISATION À L'ÉLECTROCUTION

L'électricité est très utile pour l'homme mais elle peut s'avérer dangereuse. Lorsque le courant traverse le corps, on parle d'électrification. C'est l'effet du courant sur les nerfs et les muscles du corps. La gravité de l'électrification dépend de l'intensité du courant, du chemin qu'il parcourt dans le corps, mais aussi de la durée du passage. Entre 1 et 5 milliampères (mA), on perçoit le courant par la peau par un léger picotement voire une petite secousse électrique comme lorsqu'on touche le fil d'une clôture électrifiée. À partir de 10 mA les conséquences peuvent être plus importantes puisque les muscles peuvent se contracter. Si les muscles touchés sont dits extenseurs, la personne est projetée en dehors de la partie sous tension. Mais si ces muscles sont fléchisseurs – comme ceux des avant-bras – les muscles contractés empêchent de lâcher prise. À 25 mA les muscles respiratoires sont tétanisés et la mort par asphyxie survient au bout de trois minutes. Dès 80 mA, le cœur risque de lâcher car on atteint le seuil de fibrillation (arrêt) cardiaque. Au-delà, il y a un risque d'inhibition des centres nerveux. L'électrification du corps peut donc finalement conduire à l'électrocution. Le courant continu, quant à lui, agit sur les muscles et les moments les plus dangereux se situent à la mise sous

tension et à la coupure de courant car la variation d'intensité est deux à trois fois plus grande.

BRÛLURES

À son passage dans le corps, le courant provoque également des brûlures internes, par effet Joule. Même lorsque le courant ne traverse pas le corps, le courant peut occasionner des brûlures. En cas de projection de particules grillées par un court-circuit électrique par exemple. Le courant peut également créer un **arc électrique**. Ce



phénomène est le fait du passage des électrons dans l'air, entre deux conducteurs. Il provoque une hausse très importante de la température et peut provoquer des brûlures graves. La chaleur dégagée est d'ailleurs d'une telle intensité qu'on l'utilise pour souder des objets. Suite à son passage, le courant engendre des effets secondaires. Les brûlures internes entraînent souvent des complications rénales. Après une grave électrisation, il s'ensuit parfois des complications cardio-vasculaires ou des troubles psychiques ou organiques.

RÉSISTANCE DU CORPS

Comment s'évalue l'intensité du courant traversant le corps ? Elle est proportionnelle à la différence de potentiel entre les deux extrémités, c'est-à-dire la tension, et inversement proportionnelle à la résistance du corps selon la formule $I = U/R$. Mais si la tension est

calculable, la résistance du corps humain est plus complexe à déterminer. Le corps humain est peu résistant à l'électricité en interne. La peau constitue en fait la plus grosse barrière au courant. La résistance de la peau varie considérablement selon la pression du contact, son humidité et la tension appliquée. Ainsi, une peau humide est dix fois moins résistante qu'une peau sèche. Un corps humain à la peau sèche a une résistance totale d'environ 10 000 ohms, soit 10 kilohms sous une tension de 120 V. Le courant qui le traverse est donc de 120/10 000 soit 12 mA. Par contre, si l'individu a la peau moite ou humide, sa résistance totale est divisée par 10, ce qui signifie que le courant qui le traverse est de 120 mA, ce qui devient extrêmement dangereux ! Par ailleurs, la tension diminue la résistance de la peau et provoque à un certain seuil un claquage, comme si elle perceait un trou dans la peau et annulait sa résistance. La fréquence du courant alternatif diminue également la résistance de la peau. Rassurez-vous, les dangers proviennent à 80 % de la personne et bien comprendre comment le courant circule permet d'éviter les situations dangereuses.

DÉGÂTS MATÉRIELS

Le courant peut, en outre, détériorer les matériels. Ces derniers peuvent fondre et provoquer des incendies et explosions. On estime ainsi que 20 à 30 % des incendies domestiques sont d'origine électrique.

LES SITUATIONS DANGEREUSES

CONDUCTEURS ET ISOLANTS

Le courant emprunte toujours le chemin le plus conducteur. Ce n'est

Des chiffres sous tension

300 000 km/s

Vitesse du courant.

240 V

Tension du courant électrique domestique.

50 Hz

Fréquence du courant électrique sur le réseau de distribution.

10 000 ohms

Résistance moyenne d'une peau sèche.

20 à 30 %

Proportion d'incendies domestiques d'origine électrique.

40 %

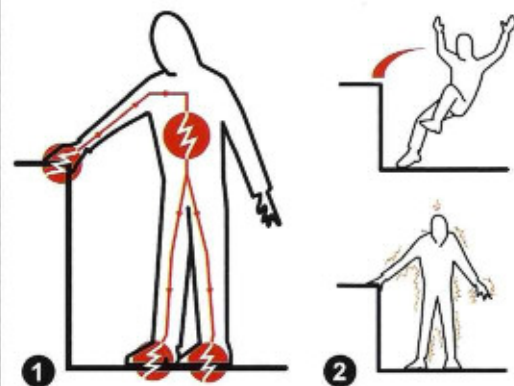
Proportion d'installations électriques non conformes à la réglementation.

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE



La **résistance électrique** est semblable dans la comparaison hydraulique à un nœud du tuyau ou à des dépôts de calcaire. Comme un nœud du tuyau crée une différence de pression de part et d'autre du nœud, une résistance crée une différence de potentiel entre ses deux pôles. Cette différence de potentiel est directement reliée à l'intensité par la relation $U = R \times I$. La tension U est exprimée en volts,

L'électrification



Lors d'une électrisation (1), le corps humain est traversé par le courant électrique qui rejoint ainsi la terre. Selon l'intensité du courant, les conséquences sur le corps sont plus ou moins importantes. En fonction des muscles touchés (extenseurs ou fléchisseurs), la personne victime d'une électrisation peut être projetée en dehors de la partie sous tension ou, au contraire, ne pas réussir à lâcher prise (2).

Lignes très haute tension en Inde et en Russie



1200 kV

pas forcément un chemin en ligne droite mais plutôt celui qui lui oppose le moins de résistance. Les métaux constituent de bons conducteurs du courant et en particulier le cuivre qu'on utilise fréquemment pour les fils électriques. Les matériaux plastiques sont à l'inverse de bons isolants.



C'est pourquoi, les **fils électriques** sont entourés d'une gaine de plastique et les installations électriques, de matériaux plastiques pour les isoler. Le bois constitue également un bon isolant électrique. Mais en réalité, il n'y a pas de véritable matériau isolant car chaque isolant peut devenir conducteur à partir d'une tension seuil. Chaque matériau risque en effet de se détériorer si la tension est trop élevée et de fondre lorsque l'intensité du courant est trop grande.

CONTACTS DIRECTS

Au contact d'une partie active, c'est-à-dire d'une partie d'un circuit sous tension, il y a deux risques d'électrisation. Le premier risque apparaît si une autre partie du corps touche une partie active différente. Par exemple, si on touche deux fils électriques à des tensions différentes. Le second risque survient si au moment de toucher la partie active on est relié à la « terre ». La terre, dans le vocabulaire électrique, englobe tous les matériaux conducteurs reliés au sol et donc considérés au potentiel de 0 V. Un pied posé sur le sol d'une maison suffit donc pour être relié à la terre. À cause de la différence de tension entre la partie active et la terre, le courant passe par le



ligne à haute tension (plusieurs millions de volts) ne s'électrisent pas.

CONTACTS INDIRECTS

Il existe également ce que l'on appelle le contact indirect. Il survient lorsqu'on est en contact avec une masse mise accidentellement sous tension. La masse désigne ce qui est autour d'une partie active, au potentiel de 0 V et traversée par aucun courant. La mise sous tension de la masse est le résultat d'un défaut d'isolation entre la partie active et la masse. Il peut arriver, par exemple, que le socle en métal sur lequel repose une ampoule soit accidentellement sous tension. À nouveau, deux éventualités se présentent : soit une autre partie du corps humain est en contact avec une autre masse sous tension, ce qui est rare, soit le corps est aussi en contact avec la terre, ce qui est plus fréquent. On cherche, par exemple, à remplacer l'ampoule dont le socle est

accidentellement sous tension. Sur la pointe des pieds on touche ce socle avec les doigts. De façon instantanée, le courant passe alors du socle jusqu'au sol en circulant par le corps humain. Il est donc recommandé de couper l'électricité avant de changer une ampoule.

DES CONDUCTEURS PARTICULIERS : L'AIR ET L'EAU

L'air est conducteur de l'électricité à très haute tension. En effet, les éclairs sont le résultat du passage du courant des nuages, chargés électriquement, à la terre. L'eau, au contraire, peut conduire le courant à des tensions relativement faibles. Le risque peut survenir lorsqu'on fait tomber un sèche-cheveux électrique dans un bain par exemple. L'eau s'infiltrant dans le sèche-cheveux, parvient jusqu'aux parties actives et se met donc au même potentiel, à savoir 240 V. Le simple fait de toucher l'eau peut alors nous électriser.

DISPOSITIFS DE PROTECTION

L'être humain n'est pas infaillible et il peut arriver qu'il commette des erreurs en se mettant dans des situations dangereuses. C'est pourquoi une série de dispositifs de protection sont mis en place pour réduire les risques et la dangerosité de l'incident.

DISJONCTEUR ET FUSIBLE

Le plus connu s'appelle le disjoncteur. Ce dispositif est aujourd'hui le plus souvent équipé d'un différentiel qui mesure la différence d'intensité entre l'entrée et la sortie car elle est le signe d'un incident électrique. En effet, lorsqu'il y a un court-circuit, une partie du courant d'entrée se dirige vers un autre conducteur affecté d'un potentiel différent et par conséquent le courant de sortie est plus faible. Informé d'une telle différence de courant, le disjoncteur coupe le courant pour protéger personnes et matériels. Le **fusible** joue le même rôle mais, à la



différence du disjoncteur, il doit être remplacé après chaque utilisation.

PRISE DE TERRE

Un moyen de protection des personnes et des matériels consiste à mettre à la terre les installations électriques. Il s'agit de relier les masses ou les neutres des parties actives à la terre. Pour cela, on relie par des liaisons électriques le disjoncteur de branchement du logement à des conducteurs enfouis sous la terre. La terre du disjoncteur est, quant à elle, reliée aux appareils électriques par les fiches électriques. En effet, les prises comportent deux trous et une barre métallique. Ce contact permet de relier le circuit de terre. Ainsi, en cas de mise sous tension accidentelle de la masse, comme vu précédemment, le courant va circuler directement de la masse vers la terre via les fils conducteurs. Cette mise à la

terre permet de décharger les masses pour éviter les électrisations à leur contact. Cela permet également d'éviter l'accumulation de l'énergie électrostatique sur un ordinateur par exemple. Cette énergie peut devenir dangereuse pour les personnes souffrant de problèmes cardiaques. La mise à la terre est indispensable pour les appareils gros consommateurs d'énergie comme la machine à laver ou le four. La mise à la terre est également



utile en cas de **foudre** car cela régule instantanément toute surtension sur les appareils électriques. La mise à la terre peut aussi concerner le neutre, la référence 0 V du générateur. Ce dernier doit toujours être au potentiel nul. C'est pourquoi un tournevis testeur posé sur un neutre n'indique aucune tension. La mise à la terre du neutre permet de le conserver au potentiel nul.

NORMES

Pour minimiser les risques et faciliter la compréhension sur la sécurité électrique, des normes ont été mises en place sur tous les appareils et conducteurs électriques. Il y a trois niveaux de normalisation :

- la Commission Electrotechnique Internationale (CEI),
 - le Comité Européen de la Normalisation Electrotechnique (CENELEC),
 - l'association française de normalisation (AFNOR).
- Ainsi, en ce qui concerne les fils électriques, leurs diamètres normalisés augmentent avec l'intensité qui les parcourt. C'est pourquoi le fil électrique d'un four électrique a une section de 2,5 mm², voire 6 mm², tandis que celle d'une lampe de chevet n'est que de 1,5 mm². Des normes très précises qui

font appel à la notion de classe d'appareils en fonction du degré de protection ont également été définies. Pour simplifier, les appareils de classe 0 n'ont pas de contact de terre sur leurs fiches. Les appareils de classe I, qui tendent à se généraliser, comportent une fiche de terre. Les appareils de classe II comportent deux isolations dont une protection contre les projections d'eau mais pas de prise de terre. Cette dernière classe concerne surtout les outils portatifs.

De nombreuses normes de sécurité ont trait avec les zones à risque comme la salle de bain. Ainsi, à 60 cm de la baignoire ou de la douche, ne peuvent être installés que les appareils de classe II. Ce n'est qu'à partir de 3 mètres qu'il est possible d'installer des appareils de classe I. Mais ces normes ne sont appliquées que sur les logements neufs. L'organisme PROMOTELEC estime que 51 % des salles de bain possèdent des matériels interdits par la réglementation. Selon le Groupe de Réflexion sur la Sécurité Électrique dans le Logement (GRESSEL), la moitié des logements anciens en France ne sont pas aux normes de sécurité. À cela s'ajoutent la vétusté et l'usure des installations électriques de ces logements de plus de trente ans. Il reste donc encore de nombreux progrès à faire pour la sécurité des logements. Cette sécurité ne dépend plus des avancées technologiques mais de la prise de conscience de chacun des risques électriques encourus.

PRÉVENIR LES RISQUES

Prévenir les risques est le meilleur moyen d'éviter les situations dangereuses. Lorsqu'on travaille à proximité d'un circuit électrique il suffit d'assurer des gestes simples pour se prémunir du danger.

RISQUES DOMESTIQUES

Lorsqu'on veut changer une ampoule, ouvrir un ordinateur ou manipuler tout appareil électrique, il faut au préalable

couper le courant sur le disjoncteur ou débrancher l'appareil. En effet, un appareil électrique dont le courant est



coupé et sans batterie ni **pile** ne présente aucun risque. L'eau ne fait pas bon ménage avec l'électricité. Alors évitez d'utiliser un appareil électrique au contact de l'eau comme un rasoir dans un bain. De même, lors d'une inondation, coupez le courant impérativement et en cas de feu d'origine électrique, n'utilisez pas un extincteur à eau. Prudence avec les longs objets métalliques comme les échelles dans la rue car l'objet métallique ne doit jamais entrer en contact avec les lignes sous tension. Pour des raisons de sécurité et d'économie, ne laissez pas un appareil électrique fonctionner lors de votre absence car il risquerait de provoquer un feu. Les isolants des fils électriques s'usent avec le temps donc pour ne pas se retrouver en contact avec les fils nus, tâchez de ne pas les maltraiter et évitez de tirer dessus.

RISQUES PROFESSIONNELS

Dans le milieu professionnel, les accidents du travail d'origine électrique ont diminué de 70 % entre 1975 et 2004, selon les chiffres de l'Institut national de Recherche et de Sécurité (INRS). Cette baisse est due à l'amélioration des matériels mais aussi et surtout à une sensibilisation aux risques électriques. Adaptée à chaque situation et en rapport avec les différents domaines de tension, cette formation débouche sur la délivrance d'une habilitation électrique. Toutes les règles indispensables à la sécurité électrique y sont expliquées. On y enseigne par exemple comment consigner une installation électrique, c'est-à-dire comment couper le courant de l'installation et comment vérifier l'absence de courant avec certitude.

Installation électrique d'une habitation

