

Fiche 1 (Observation): Définitions

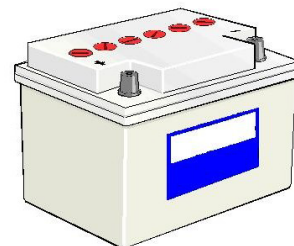
1. Introduction

Pour définir et expliquer de manière simple les notions d'électricité, une analogie est faite ci-dessous avec l'écoulement de l'eau dans une conduite.

La distinction doit être faite entre les circuits à courants continus (batteries, piles, ...) et les circuits à courants alternatifs (alimentation électrique par le réseau...).

2. Circuits à courants continus (CC)

Les différentes grandeurs électriques intervenant dans les circuits à courants continus sont :



- **La tension électrique (volt)**
 - définition: différence de potentiel entre deux points
 - analogie: différence de niveaux, de hauteurs, de pression dans une conduite
 - symbole: U
 - unité: volt (V)
 - propriétés: la différence de potentiels entre les deux points entraîne la circulation d'un courant électrique entre ces deux points à travers un milieu conducteur. Cette circulation s'arrête lorsque les deux points sont au même potentiel.

- **Courant électrique (ampère)**
 - définition: débit de charge électrique
 - analogie: débit d'eau dans une conduite
 - symbole: I
 - unité: ampère (A)
 - propriétés: le courant électrique est un flux d'électrons circulant entre les deux pôles (+ et -) de la pile ou de la batterie

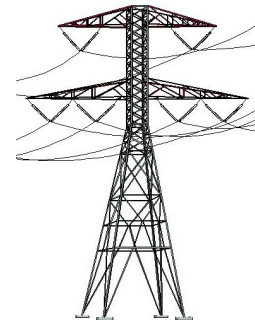
- **Puissance électrique (watt)**
 - définition: énergie par seconde que le courant électrique développe en circulant entre deux points entre lesquels une différence de potentiel existe
 - analogie: si une quantité d'eau (courant) tombe d'une certaine hauteur (tension), elle acquiert une certaine énergie. L'énergie par seconde est appelée la puissance
 - symbole: P
 - unité: watt (W)
 - calcul: la puissance est égale au produit de la tension U et du courant I:
$$P = U I$$

- **Résistance électrique (ohm)**
 - définition: résistance qu'un produit (un fil métallique, un objet, le corps humain...) présente au passage du courant
 - analogie: frottements au sein des conduites ou petit diamètre qui freine le passage de l'eau
 - symbole: R
 - unité: ohm (Ω)
 - propriétés: le passage du courant dans un conducteur entraîne un échauffement de celui-ci (effet Joule) qui est fonction de la résistance.

Fiches d'aide, Observation

3. Circuits à courants alternatifs (CA)

Pour pouvoir transporter l'énergie électrique à travers de grandes distances, il est nécessaire de travailler avec des tensions électriques très élevées de manière à diminuer très fort le courant et les pertes. On peut changer la tension au moyen de transformateurs.



Les grandeurs électriques intervenant pour le courant alternatif sont les mêmes que pour le courant continu (définition, symboles, unités, ...) :

- **Tension alternative (volt):**
 - définition: différence de potentiel entre deux points qui varie au cours du temps
 - la variation au cours du temps se fait à une fréquence fixe, qui est la fréquence du réseau électrique: 50Hz en Europe et 60 Hz en Amérique
 - la tension passe donc par un maximum et un minimum: pour exprimer l'énergie électrique produite par cette tension alternative, la notion de tension efficace est utilisée:
 - ✧ la tension efficace est la tension continue qui produirait la même énergie que la tension alternative
 - ✧ la valeur de 220 volts est en fait la tension efficace; la tension maximale est égale à 310 volts mais cette valeur est peu utile
- **Courant alternatif (ampère) :**
 - définition: l'intensité du courant alternatif varie de manière analogue à la tension alternative
 - la valeur du courant électrique ne dépend pas du réseau électrique (au contraire de la tension) mais bien de l'équipement qui est raccordé au réseau
- **Puissance (watt) :**
 - énergie par unité de temps fournie par le passage du courant alternatif entre les deux phases (pôles) de la tension alternative
 - la puissance est égale au produit de la tension efficace par le courant efficace: $P_m = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$ (appareils de chauffage par résistance électrique par exemple). Cette puissance peut être plus faible de 20 à 30% pour des moteurs électriques par exemple.
 - en divisant la puissance électrique de l'équipement par la tension du réseau (en général 220V), il est très facile de calculer le courant maximal utilisé par cet équipement: exemple, si une meuleuse a une puissance de 2200 Watts, le courant sera au maximum de 10 ampères.

Fiches d'aide, Observation

4. Matériaux électriques

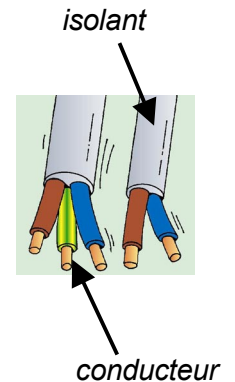
On distingue deux grandes catégories de matériaux électriques

- **Les matériaux conducteurs**

- ce sont en général des matériaux métalliques: cuivre, aluminium...
 - ✦ le cuivre est l'élément de base de la fabrication des fils électriques
 - ✦ l'aluminium, plus léger, est employé pour les lignes aériennes

- **Les matériaux isolants**

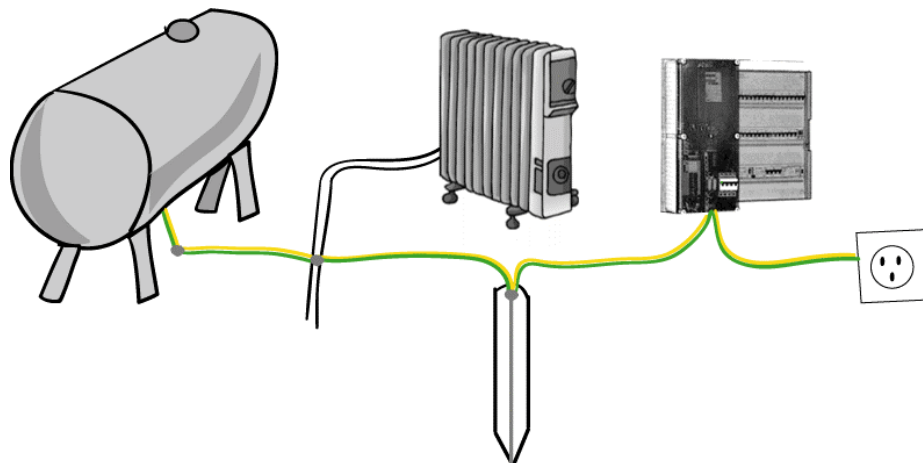
- ce sont en général des matériaux non métalliques: caoutchouc, plastique, verre, porcelaine, marbre
- ils servent à isoler
 - ✦ les fils électriques (gaine du fil ou du câble par exemple)
 - ✦ les coffrets de distribution, boîtes de connexion, prises et interrupteurs
 - ✦ les outils (tournevis, pinces...)
 - ✦ ...



Source 1

5. Mise à la terre

- La prise de terre protège les utilisateurs en cas de fuite de courant de l'installation électrique (un des deux fils est mal isolé et touche la partie métallique de la machine).
- La prise de terre est réalisée au moyen d'un ou plusieurs éléments métalliques conducteurs (piquets de terre) enfoncés dans le sol.
- Un fil de terre (jaune et vert) relie le ou les piquets de terre à chaque prise et à chaque luminaire, généralement via le coffret électrique (obligatoire dans les installations neuves).
- Tous les éléments métalliques susceptibles d'être touchés (conduite d'eau, de gaz...) sont raccordés à cette prise de terre et forment ce qu'on appelle la liaison équipotentielle.



Fiche 2 (Observation): Matériel de coupures et de protection

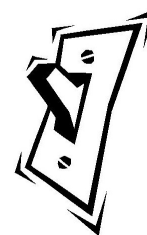
1. Appareils de coupure

Toute commande d'un équipement électrique (luminaire, foreuse...) se fait par la Source 1 (démarrage) ou en ouvrant (arrêt) un circuit électrique.

Le choix de l'appareil de coupure est important et doit être fait par un électricien en fonction des courants et tensions.

Les différents types sont:

- l'interrupteur classique dans les habitations
- le disjoncteur: ouverture automatique par relais via des contacts auxiliaires (fusible automatique dans les habitations)
- le sectionneur: utilisé pour isoler complètement le circuit

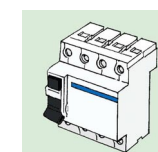
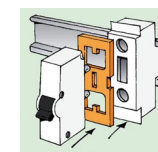
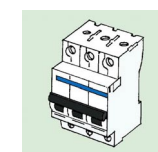
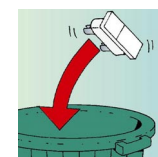
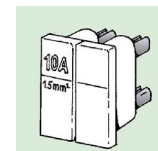


2. Protection contre les sur courants

Un courant trop important dans un fil électrique produit un échauffement voire une rupture par fusion du fil. Cela peut survenir en cas de court circuit: deux fils du circuit se touchent ou bien un des deux fils touche un élément mis à la terre.

Les principaux éléments de protection situés dans le coffret électrique sont:

- le **fusible simple** à fil:
 - constitué d'un fil qui se rompt par fusion lorsque le courant nominal (indiqué sur le fusible) est dépassé
 - pour un même circuit (exemple circuit de l'éclairage), deux fusibles mono polaires sont nécessaires pour protéger les deux fils (phases) du circuit
 - en cas de coupure, le fusible doit être remplacé par un fusible de même calibre
 - ne jamais placer des fils de cuivre autour des deux bornes du fusible: le circuit fonctionne sans être protégé
 - si le fusible saute régulièrement:
 - ✦ faites appel à un électricien pour contrôler le circuit
 - ✦ branchez certains appareils sur d'autres circuits
- le **disjoncteur automatique**: en cas de surcharge ou de court circuit, un bouton ou un levier se met en position "hors service". Pour rebrancher le circuit, il suffit de relever le levier ou de pousser sur le bouton. Le disjoncteur est généralement bipolaire et donc prévu pour connecter ou couper les deux fils (phases) du circuit. Il est fixé dans le coffret et un électricien est nécessaire pour placer ou changer un disjoncteur.
- le **fusible automatique** est en fait un disjoncteur automatique monopolaire conçu pour remplacer le fusible à fil
- le **disjoncteur différentiel** est un disjoncteur automatique qui coupe le circuit lorsqu'une fuite de courant trop importante est constatée vers le circuit de terre
 - ✦ le différentiel de toute l'installation est en général de 300mA (milliampère)
 - ✦ le différentiel pour un local humide est en général de 30mA
- L'élément de protection (fusible, disjoncteur, ...) ne protège que le circuit en aval jusqu'aux appareils raccordés.
- Les calibres (courant nominal de protection) des éléments de protection dépendent de la section du fil et sont par exemple de:
 - 6A pour une section de fil de 1,5mm²
 - 16A pour une section de fil de 2,5mm²

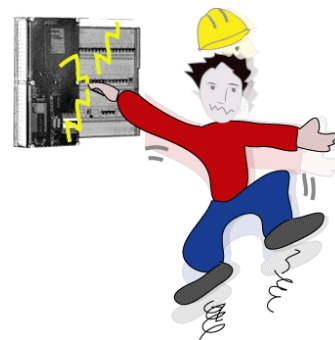


Source 1

Fiche 3 (Observation): Effets

1. Risques d'électrocution

- En cas de fuite de courant ou en cas d'intervention, même mineure, sur l'installation (exemple, remplacer une ampoule), il existe un risque de contact électrique entre la personne et un des deux conducteurs actifs du circuit. Ce contact peut entraîner différents effets en fonction de
 - ✦ l'intensité du courant de contact
 - ✦ de la durée du contact
 - ✦ du trajet parcouru par le courant dans le corps
- sensation
- piquûre
- secousse, faible à forte
- des brûlures
- des contractions musculaires qui, associées à l'effet de surprise, peuvent entraîner des chutes (échelle, échafaudage, ...).
- électrocution et mort
- Les effets dépendent également de certaines caractéristiques telles que:
 - l'âge de la personne
 - son état de santé
 - peau humide
 - ...
- Le courant traversant le corps et occasionnant ces effets est faible (en dessous de 300mA), bien plus faible que les courants nominaux de protection des fusibles (6A, 16A...)
 - les fusibles protègent donc l'installation mais pas les opérateurs
 - les disjoncteurs différentiels assurent la protection des personnes



2. Risques d'incendie

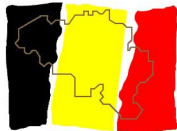
Une installation électrique mal conçue ou défectueuse est une des premières causes d'incendie et d'explosion.

- Installation mal conçue
 - les fusibles sont surdimensionnés par rapport aux fils de l'installation
 - ✦ les fils chauffent, fondent à un certain endroit, un arc électrique se produit qui met en feu des matières avoisinantes
 - ✦ ne jamais remplacer un fusible par un autre de calibre plus important
 - aucun différentiel détectant les courants de fuite n'a été installé: un échauffement ou un arc électrique se produit lors d'une fuite, avec les mêmes conséquences
- Installation défectueuse
 - des fils abîmés risquent d'entrer en contact avec un élément conducteur et de produire un arc électrique
 - un interrupteur ou une prise est abîmé: l'arc électrique risque de se produire à l'intérieur de l'interrupteur et, à nouveau, de se propager à une matière inflammable



Fiches d'aide, Observation

- Eclairage mal adapté
 - des luminaires halogènes sont placés trop près de matières inflammables
 - ✧ lors de l'installation de spots halogènes encastrables par exemple, le fabricant demande de placer le spot à une certaine distance du plafond ou du mur
 - une ampoule (exemple de 60W) est remplacée par une autre plus puissante (exemple 100W), le luminaire ne peut pas dissiper toute la chaleur produite par cette nouvelle ampoule, se détériore progressivement et risque de prendre feu



Fiche 4 (Observation): Réglementation

1. Introduction

- La Réglementation Générale sur les Installations Electriques (RGIE) a été promulguée en 1981. Cette réglementation complémentaire au Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT) s'applique à toutes les installations électriques servant à la production, à la transformation, au transport, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique. Elle doit être prise en compte dans les entreprises, pouvoir être consultée par le personnel et doit être à la disposition des personnes qualifiées chargées d'intervenir sur l'installation électrique
- En plus de cette réglementation, des prescriptions particulières peuvent être imposées par les compagnies d'assurance à l'entreprise au moyen de la police d'assurance contractée par celle-ci.
- Un incendie ou une explosion est fréquemment d'origine électrique. La brochure **SOBANE** spécifique aux risques d'incendie et d'explosion reprend la réglementation correspondante et notamment:
 - l'article 52 du RGPT concerne plus les obligations des employeurs et l'organisation de la lutte contre l'incendie sur les lieux de travail
 - l'article 63bis du RGPT concerne l'éclairage de sûreté qui doit être suffisant pour permettre l'évacuation des personnes lorsque l'éclairage artificiel fait défaut
 - les deux directives européennes couramment appelées **ATEX** (ATmosphères EXplosives) ont été transposées dans la législation belge:
 - ✧ directive 94/9/CE (ATEX95 où encore **ATEX équipements**)
 - ✧ directive 1999/92/CE (ATEX137 où encore **ATEX travailleurs**)

2. Contenu du RGIE

- Chapitre I: Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques
- Chapitre II: Les mesures de protection
 - Section 1: La protection contre les chocs électriques
 - ✧ A: Généralités
 - ✧ B: La protection contre les chocs électriques par contact direct
 - ✧ C: La protection contre les chocs électriques par contact indirect
 - ✧ D: Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en basse et très basse tension
 - ✧ E: Protection contre les chocs électriques par contacts indirects en haute tension
 - Section 2: Protection contre les effets thermiques
 - ✧ A: Généralités
 - ✧ B: Protection contre les brûlures
 - ✧ C: Protection contre l'incendie
 - ✧ D: Risques d'explosion en atmosphères gazeuses explosives
 - ✧ E: Danger inhérent à l'explosion de poussières
 - Section 3: La protection électrique contre les surintensités
 - ✧ A: Généralités
 - ✧ B: Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension

Fiches d'aide, Observation

- ◇ C: Protection contre les surcharges en basse et très basse tension
- ◇ D: Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension
- ◇ E: Protection contre les surintensités en haute tension
- Section 4: Protection contre les surtensions
- Section 5: La protection contre certains autres effets
- Chapitre III: Choix et mise en oeuvre des conducteurs et canalisations électriques
- Chapitre IV: Choix et mise en oeuvre de machines et appareils électriques
- Chapitre V: Prescriptions générales à observer par les personnes.

3. Devoirs du propriétaire et du gestionnaire dans les établissements industriels (article 268 du RGIE)

- Les devoirs sont de:
 - prendre toutes les dispositions nécessaires pour que les dispositions du RGIE soient en tout temps observées
 - mettre à la disposition des personnes qui effectuent des travaux aux installations sous tension, le matériel de sécurité nécessaire
 - tenir à la disposition de son personnel qui peut les consulter:
 - ◇ un exemplaire du règlement RGIE
 - ◇ les schémas ou représentations schématiques de l'installation électrique
 - ◇ les instructions écrites et consignées nécessaires pour assurer la sécurité du personnel ainsi que le sauvetage en cas d'accident
 - remettre à chacune des personnes mandatées (articles 266 et 267) le texte du RGIE et une copie des instructions et consignes
 - s'assurer que le personnel connaît et comprend les prescriptions réglementaires et les instructions qu'il a pour mission d'observer et de faire observer
 - faire afficher en des endroits judicieusement choisis une instruction relative aux premiers soins à donner en cas d'accident d'origine électrique
 - aviser le fonctionnaire préposé à la surveillance et la Direction "Energie électrique" du Ministère des Affaires Economiques de tout accident survenu à des personnes et dû directement ou indirectement à l'installation électrique

4. Visite de contrôle par un service externe de contrôle technique (SECT), (organisme agréé)

- des installations à basse tension (article 271 du RGIE)
 - ◇ tous les 25 ans pour les installations domestiques
 - ◇ tous les 5 ans pour les autres installations
 - ◇ tous les 13 mois pour les installations foraines
- des installations à haute tension (article 272 du RGIE)
 - ◇ chaque année

Fiche 5 (Observation): Electricité Statique

- Par frottements le plus souvent, un conducteur peut accumuler une certaine énergie électrique qui se décharge par le point de contact quand ce conducteur touche un autre objet métallique conducteur. Le corps humain peut jouer ce rôle de conducteur et accumuler de l'énergie qui se décharge lorsque l'opérateur touche un objet métallique.
- Cette décharge électrique peut provoquer:
 - des dégâts matériels aux composants électroniques
 - des chocs électriques inconfortables et qui peuvent aussi avoir des conséquences sur la sécurité
 - des incendies ou explosions en présence de matières inflammables
- Pour éviter ces décharges électriques, il est nécessaire de:
 - mettre à la terre tous les équipements, capots, tuyaux métalliques...
 - éviter les revêtements de sol isolants tels qu'asphalte, tapis plain, linoléum...
 - entretenir le sol : éliminer huiles, graisses qui augmentent l'isolation du sol
 - porter des vêtements adéquats: pas de fibres synthétiques...
- Pour prévenir les conséquences, il est nécessaire de:
 - se décharger électriquement en touchant un objet métallique avant de manipuler des composants électroniques
 - redoubler de vigilance si le travail est effectué en position dangereuse (travail en hauteur par exemple)
 - éviter l'accumulation de matières inflammables en suspension: poussières, aérosols...



Fiche 6 (Observation): Mise en charge des batteries

- Un local parfaitement ventilé doit être prévu pour la recharge des batteries industrielles. Pendant la charge, de l'hydrogène volatil et très explosif peut en effet se dégager de la batterie.
- Toute source d'inflammation telle que flamme, cigarettes... doit y être interdite
- La procédure de recharge dépend du type de batteries utilisées: composition chimique, puissance... Les consignes rédigées par le fabricant doivent être connues et implémentées.
- Une programmation de la mise en charge des batteries est fortement conseillée car :
 - le temps de charge est généralement long (plusieurs heures)
 - la mise en charge de la batterie pendant le fonctionnement de certains appareils est
 - ✦ soit interdite car dangereuse
 - ✦ soit techniquement impossible
 - à défaut de batterie chargée, l'utilisateur devra le plus souvent se passer de l'appareil et d'autres risques peuvent apparaître (exemple : le système d'aide électrique à la manutention est inutilisable et l'opérateur doit se passer de cette aide mécanique).
- Cette procédure concerne notamment:
 - la vérification de l'état de la batterie : coup, coulée de liquide, bornes oxydées, ...
 - la vérification du niveau du liquide dans la batterie
 - la vérification de l'étanchéité du boîtier de la batterie avant de la manipuler (fuite d'acide corrosif)
 - le raccordement :
 - ✦ placement du chargeur en position OFF avant de connecter ou de déconnecter la batterie
 - ✦ connexion de la borne positive de la batterie à la borne positive du chargeur
 - ✦ connexion de la borne négative de la batterie à la borne négative du chargeur
 - ✦ utilisation d'un système de serrage par vis plutôt que de pinces
 - la durée de la période de charge
 - la durée idéale entre la période de recharge et l'utilisation de la batterie chargée
 - l'élimination des objets et outils métalliques qui risquent de mettre en court-circuit les deux bornes de la batterie et générer ainsi des courants très importants.
 - l'utilisation d'un bac de rétention en cas de fuite

