

Remarque :

Toutes les informations de cette page sont disponibles en version animée (en Flash) à l'adresse suivante : <http://www.bbemg.be/fr/index-cem/electricite-champs/reseau-electrique.html>

Introduction

Nous nous intéressons ici au trajet de l'électricité depuis les lignes de transport jusqu'aux prises à l'intérieur de nos habitations. Nous verrons d'une part, les caractéristiques des réseaux de transport et de distribution et, d'autre part, les principaux éléments d'un circuit électrique domestique, dont le câblage monophasé et les méthodes de protection (mise à la terre, disjoncteur, fusibles, différentiel...).



Si d'autres questions vous interpellent, n'hésitez pas à nous contacter via le formulaire inséré dans le site ou en consultant les pages des équipes.

Transport en haute tension

Nos habitations sont alimentées en basse tension (230 V). Par contre, le réseau de transport de l'électricité est composé de lignes à très haute tension, entre 380 et 150 kV en Belgique (*).

Pourquoi ?

La haute tension permet de diminuer les pertes de puissance en ligne, principalement dues à l'effet joule.

Prenons un exemple :

Ce qui compte pour les utilisateurs que nous sommes, c'est la quantité de puissance qui alimente nos appareils électriques (exemple de courbes de puissance en temps réel : [Charge du réseau Elia](#)). Pour

garantir le transport le plus efficace possible de la puissance sur de longues distances, le gestionnaire du réseau électrique doit rendre les pertes aussi faibles que possible.

(* Tensions produites dans les centrales

Les alternateurs des centrales électriques convertissent l'énergie mécanique apportée par l'eau (centrale hydroélectrique), le vent (éolienne), la vapeur (centrale thermique ou TGV), la fission nucléaire (centrale nucléaire) en énergie électrique.

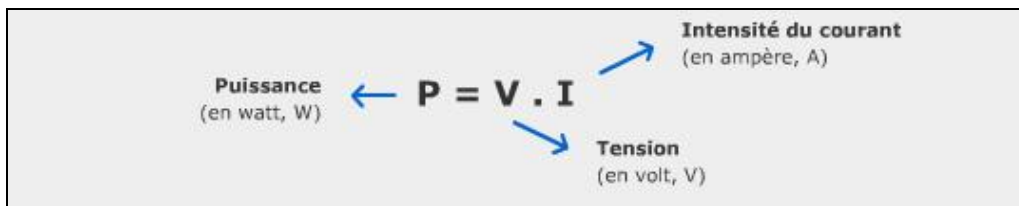
Les tensions générées par les alternateurs vont de 10 à 20 000 volts (10 à 20 kV) en Belgique. Le passage en très haute tension est réalisé par des transformateurs éleveurs de tension.

Les **pertes de puissance en lignes** dépendent principalement de deux paramètres : la résistance et le courant.

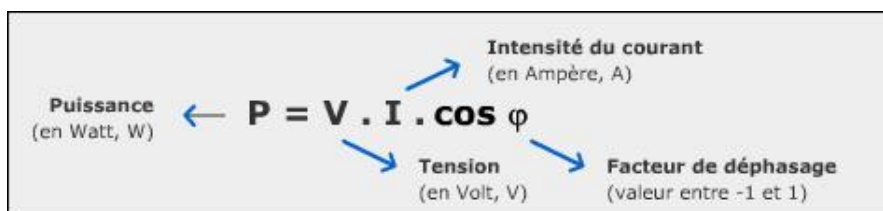


Les pertes peuvent donc être limitées en diminuant le courant et en optimisant la résistance des matériaux composant les lignes électriques.

Nous avons vu que la puissance dépend de la tension et du courant. L'utilisation de la haute tension permet à puissance transportée équivalente de diminuer le courant.



On se souviendra du premier module qu'en courant alternatif, le calcul de la puissance est un peu différent: il faut tenir compte du déphasage entre la tension et le courant. En fonction de l'appareil alimenté (par exemple un moteur), les deux grandeurs ne sont pas toujours maximales en même temps. La formule devient :



La résistance est réduite par la recherche d'un compromis entre les caractéristiques physiques et électriques du matériau utilisé, ainsi qu'en augmentant la section des conducteurs.

Les **câbles des lignes à haute tension** ne sont pas recouverts d'une couche isolante et sont composés d'aluminium.



Malgré une résistivité quasi deux fois plus élevée que le cuivre, ce matériau présente l'avantage d'être plus léger et moins cher. Toutefois, sa ténacité n'étant pas très grande, il est souvent allié (Mg, Si...) : parfois, les câbles sont même renforcés en leur centre par des fils d'acier.

Dans la recherche d'une résistance optimale, le gestionnaire du réseau a également le choix d'adapter la section des conducteurs. La section choisie est de l'ordre de: 150 mm² en 150kV - 400 mm² en 200kV - 2 x 600 mm² en 400kV (où "2 x" signifie que deux conducteurs sont placés côte à côte, séparés de 40cm).

Une plus grande section n'est pas avantageuse en raison de l'effet de peau (voir "Transport en alternatif). Il est donc préférable de prévoir plusieurs câbles de 500 mm² par phase que d'augmenter encore la section... d'autant que plusieurs câbles plus fins permettent également de limiter l'effet couronne (voir "Concept de champ").

Les **câbles à haute tension souterrains** sont composés d'une âme en aluminium ou en cuivre et sont isolés de la masse par des isolants solides (polyéthylène réticulé).



L'ensemble du réseau de transport à haute tension belge comporte plus de 8000 kilomètres de liaisons à haute et moyenne tension dont 5641 km de lignes aériennes et 2765 km de câbles souterrains.

	Lignes aériennes	Câbles souterrains
380 kV	891 km	/
220 kV	297 km	5 km
150 kV	1997 km	465 km
70 kV	2346 km	283 km
36 kV	8 km	1932 km
30 kV	22 km	124 km

(Source: Elia, 2014)

Dans certains pays, on trouve également des lignes de 725 kV (Canada), et même des tensions plus élevées comme en Chine (1100 kV), au Japon (projet 1100 kV), en Inde (projet 1200 kV), et en Russie où des essais de transport ont été effectués en 1500 kV.

Remarque

Plus la tension est élevée, plus le risque d'arc électrique augmente.

Un arc électrique étant susceptible d'endommager les équipements et d'entraîner des coupures de courant, la haute tension nécessite de prendre des précautions d'isolation entre les conducteurs et entre un conducteur et le pylône :

- l'isolation **entre les conducteurs** est assurée par le dimensionnement des pylônes,
- l'isolation **entre un conducteur et le pylône** est assurée par des **isolateurs** (voir en annexe).

Transport en alternatif

Quand la nécessité de transporter l'électricité s'est imposée, les industriels du 19^e siècle avaient le choix entre des lignes de transport en continu ou en alternatif. Ce choix a fait l'objet de nombreuses controverses: les partisans du transport en continu étaient opposés à ceux en alternatif. Ce sont ces derniers qui l'ont remporté, malgré le fait que la haute tension continue se justifiait au niveau du transport au même titre que la tension alternative.

En effet, s'il est vite apparu qu'il était nécessaire **d'augmenter la tension** afin de permettre de transporter efficacement l'électricité sur de grandes distances, il fallait également **la réduire** pour la rendre utilisable au niveau domestique. A l'époque, ce n'était ni économiquement, ni même techniquement envisageable qu'en alternatif, **les transformateurs ne fonctionnant pas en continu**.

La haute tension alternative présente toutefois des contraintes d'utilisation :

- l'existence de la **puissance réactive** (voir les moteurs dans "Usages de l'électricité"),
- la création d'un **effet de peau** qui concentre le courant à la périphérie des câbles électriques, augmentant ainsi leur résistance et les pertes par effet joule (*).

(*) L'effet de peau est un phénomène électromagnétique qui fait que plus la fréquence augmente, plus le courant a tendance à ne circuler qu'en surface des conducteurs.

Il en résulte une diminution de la section "utile" au passage de courant et donc une augmentation de la résistance du conducteur.

La section d'un conducteur aérien d'une ligne à haute tension est de l'ordre de 500 mm². En raison de l'effet de peau, il n'est pas avantageux d'augmenter davantage la section des conducteurs : deux conducteurs de 500 mm² entraîneront moins de pertes par effet joule qu'un seul d'une section de section 1000 mm².

La haute tension continue présente l'avantage de limiter ces phénomènes.

Actuellement, les avancées techniques permettent assez aisément le passage de l'alternatif en continu et inversement :

- Des **redresseurs** convertissent la tension alternative, produite au niveau des centrales, en tension continue, forme sous laquelle l'électricité est alors transportée. Cela évite les phénomènes de transmissions capacitives et inductives (puissance réactive).
- Des **onduleurs** reconvertissent la tension continue en alternative juste avant la distribution aux utilisateurs.

Il en résulte que la très haute tension continue est utilisée pour des transports sur de très longues distances, sous la mer, pour interconnecter des réseaux de fréquences différentes (par exemple, au Japon où le 50 et le 60 Hz coexistent) ...

Un petit peu d'histoire

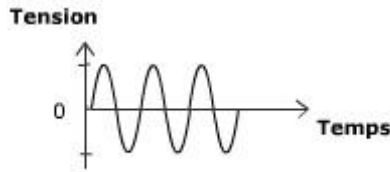
Au début de l'ère électrique, à la fin du 19^e siècle, les réseaux de production étaient isolés, si bien que chacun d'eux utilisaient des fréquences choisies plus ou moins arbitrairement en fonction des caractéristiques des machines de production. De nombreuses fréquences coexistaient.

Avec la généralisation des appareils électriques, il a été nécessaire de standardiser la fréquence du réseau afin d'assurer leur fonctionnement. La standardisation a également permis l'interconnexion entre les différents réseaux de production.

Le choix du 50 Hz en Europe (ou 60 Hz aux USA - (*)) résulte d'une part d'un compromis entre les coûts et l'encombrement des machines de production et, d'autre part, d'impératifs au niveau de l'usage de l'électricité : une fréquence trop faible entraînerait par exemple des clignotements des lampes à incandescence.

(*) Les 10 Hz de différence entre l'Europe et les USA viennent de choix historique dû aux protagonistes en présence à l'époque : « Bien que plusieurs théories et légendes existent, il existe quelques certitudes sur l'historique du 60 Hz vs 50 Hz. [...] Peu avant 1892, Westinghouse aux États-Unis choisissait le 60 Hz, alors que AEG en Allemagne optait pour le 50 Hz en 1899, conduisant à un monde majoritairement coupé en deux. » (Source: Wikipédia - Août 2008)

La fréquence est déterminée par la vitesse de rotation des alternateurs : ils produisent une tension alternative à 50 Hz de forme sinusoïdale.



La sinusoïde permet d'éviter les variations brutales de tension, qui pourraient être préjudiciables au bon fonctionnement des appareils électriques.

Remarque : le graphique ci-dessus montre la sinusoïde fondamentale à 50 Hz. En pratique, cette sinusoïde n'est pas aussi régulière car elle comporte des harmoniques, c'est à dire des fréquences multiples de la fréquence 50 Hz (100 Hz, 150 Hz, 200 Hz...). Ces harmoniques sont générées par certains appareils électriques et électroniques.

Depuis la libéralisation du marché de l'électricité, on a défini en Europe des « zones de réglage » qui assurent la qualité de l'interconnexion des réseaux. Tout déséquilibre entre la production et la consommation entraîne une variation de la vitesse de rotation des alternateurs et donc de la fréquence (*). La fréquence doit être maintenue dans une plage de 50 +/- 1 Hz.

(*) Une variation de la fréquence indique que l'offre et la demande ne sont plus en situation d'équilibre:

- si la fréquence dépasse les 50 Hz, cela signifie que la production est supérieure à la consommation;
- si elle descend en dessous de 50 Hz, la consommation est supérieure à la production.

La Belgique est reliée au réseau européen de l'UCTE. Les variations de fréquence sont très faibles au sein de ce réseau synchrone européen en régime normal de fonctionnement.

Remarque : Dans le domaine de l'aéronautique, on utilise du courant à 400 Hz. L'augmentation de la fréquence permet de réduire la masse des circuits magnétiques des machines et des transformateurs. Cette fréquence ne permet cependant pas actuellement de transporter du courant à longue distance ce qui limite son emploi sur des réseaux courts comme dans les circuits des avions de ligne.

Transport en triphasé

L'électricité est produite et transportée en triphasé.



Quel est l'intérêt du triphasé ?

Pour le **gestionnaire du réseau**, le triphasé présente l'avantage d'une meilleure rentabilité :

- au niveau de la production, les alternateurs triphasés comportent trois enroulements qui délivrent chacun une tension alternative. Au cours d'une rotation de l'alternateur, trois courants sont produits, déphasés de 120° (pour plus d'informations, voir le module "Electromagnétisme"),
- au niveau du transport, l'utilisation du triphasé rend inutile le câble de neutre, pour autant que la charge soit répartie équitablement entre les utilisateurs (*). Le neutre est recréé dans le transformateur "basse tension".

(*) Il s'agit d'éviter des consommations trop importantes sur une phase plutôt que sur une autre au risque d'entraîner des variations de tension chez les consommateurs. La consommation doit être répartie au mieux entre les trois phases.

Le foisonnement représente la répartition de la consommation au cours du temps sur les trois phases.

Le triphasé nécessite des équipements adaptés, et notamment des transformateurs comportant trois enroulements (voir plus d'informations en annexe).

Pour les **utilisateurs**, le triphasé permet également d'alimenter des moteurs très puissants afin, par exemple, de répondre aux besoins de l'industrie.

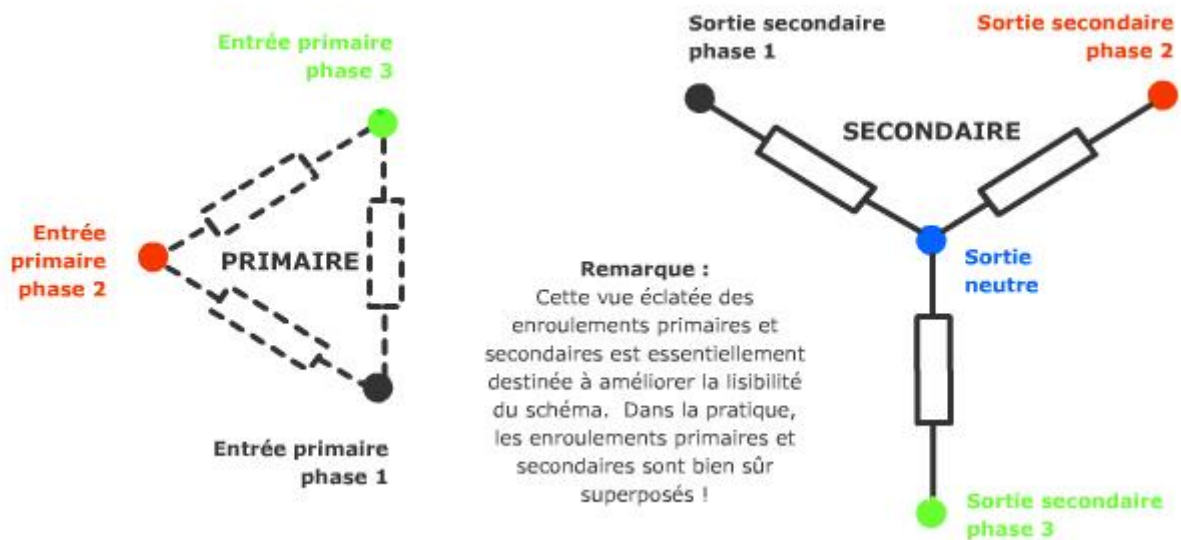
Domicile alimenté en monophasé

Le transport de l'électricité se fait en triphasé jusqu'au réseau de moyenne tension, mais nos habitations sont généralement alimentées en monophasé (une phase et le neutre).

Le réseau de moyenne tension (15 kV dans l'illustration) comporte un troisième câble, le **neutre**, recréé dans le transformateur.

1. Création du neutre dans le transformateur

Les enroulements primaires du transformateur sont en triangle (comme nous l'avons vu précédemment dans l'illustration du fonctionnement d'un transformateur triphasé) et les enroulements secondaires sont en étoile, ce qui permet de recréer le neutre au centre de l'étoile.



2. Pourquoi en monophasé ?

Nous venons de voir que le triphasé nécessite de répartir la charge sur les trois phases.

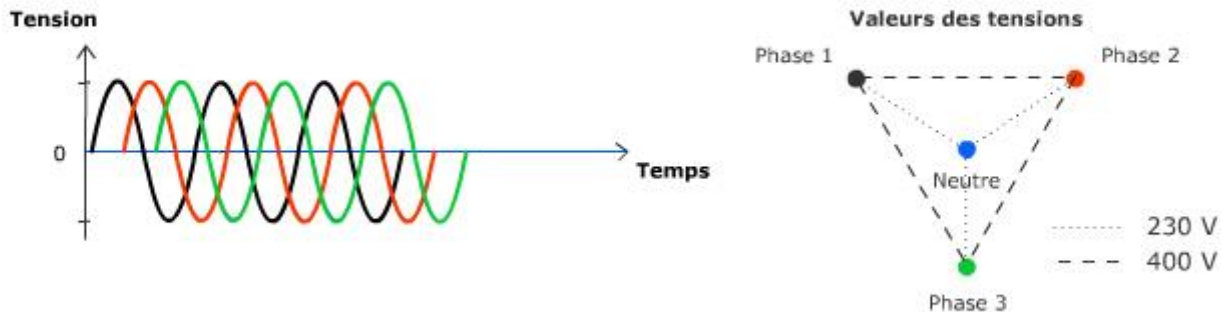
En distribuant l'électricité en monophasé, le gestionnaire du réseau s'assure que les trois phases sont réparties équitablement entre les utilisateurs et évite ainsi les problèmes de surcharge d'une phase par rapport à l'autre, ce qui entraînerait des coupures dans l'alimentation électrique.

La phase et le neutre sont directement raccordés à notre compteur électrique. Ils passent alors par le tableau électrique, puis sont distribués vers les prises et les circuits d'éclairage.

La tension disponible à une prise est la différence de potentiel entre les deux fils principaux de la prise : l'un étant relié à une phase du réseau d'alimentation, l'autre au neutre, nous avons 230 V entre les deux fils (110/120 V aux Etats-Unis). Le troisième fil des prises est le fil de terre.

Dans nos installations monophasées, **entre la phase et le neutre**, la tension atteint environ 230 V (norme garantie : entre 220 et 240 V). Par contre, dans le réseau basse tension triphasé, la tension est de 400 V entre phases. 400 V entre les phases du réseau basse tension et 230 V entre une phase et le neutre ? Et oui ! La tension mesurée entre les phases est 1,73 fois plus grande (racine carré de 3) que celle mesurée entre une phase et le neutre. Pourquoi ? A cause du déphasage de la tension entre les 3 phases.

Représentation de l'évolution de la tension sur chacune des phases au cours du temps (le neutre est schématisé par la ligne bleue à 0 V)



Attention : 230 V et 400 V sont les **valeurs efficaces** de la tension, et non les valeurs crêtes (qui sont racine carré de 2 fois plus élevées, voir le module "Notions d'électricité")

Les lignes de transport ne comportant pas de neutre, on parlera toujours de la tension entre les phases (380 kV, 75 kV ...).

Mise à la terre

Il existe différentes configurations possibles pour effectuer la mise à la terre d'une installation : TT, TN (C ou S) et IT. Ces lettres désignent le régime de neutre.

La première lettre identifie la situation du neutre du côté du fournisseur d'électricité :

- T : liaison directe du neutre à la terre
- I : absence de liaison du neutre à la terre, neutre isolé ou liaison par l'intermédiaire d'une impédance.

La deuxième lettre désigne la situation des masses du côté de l'utilisateur :

- T : connexion directe des masses à la terre,
- N : connexion des masses au neutre.

Dans le cas d'un schéma TN, une troisième lettre est nécessaire :

- TN-C : le neutre et le conducteur de protection sont confondus. Afin de le différencier des noms usuels, ce conducteur "neutre N/protection PE" porte le nom PEN,

- TN-S : le neutre et le conducteur de protection sont séparés.

Chaque schéma présente des avantages et des inconvénients. Le choix du régime de neutre dépendra des caractéristiques du bâtiment et du type de protection recherchée (*).

(*) Le choix d'un régime par rapport à un autre dépend de l'analyse des besoins en rapport avec les caractéristiques techniques essentielles d'un système de mise à la terre :

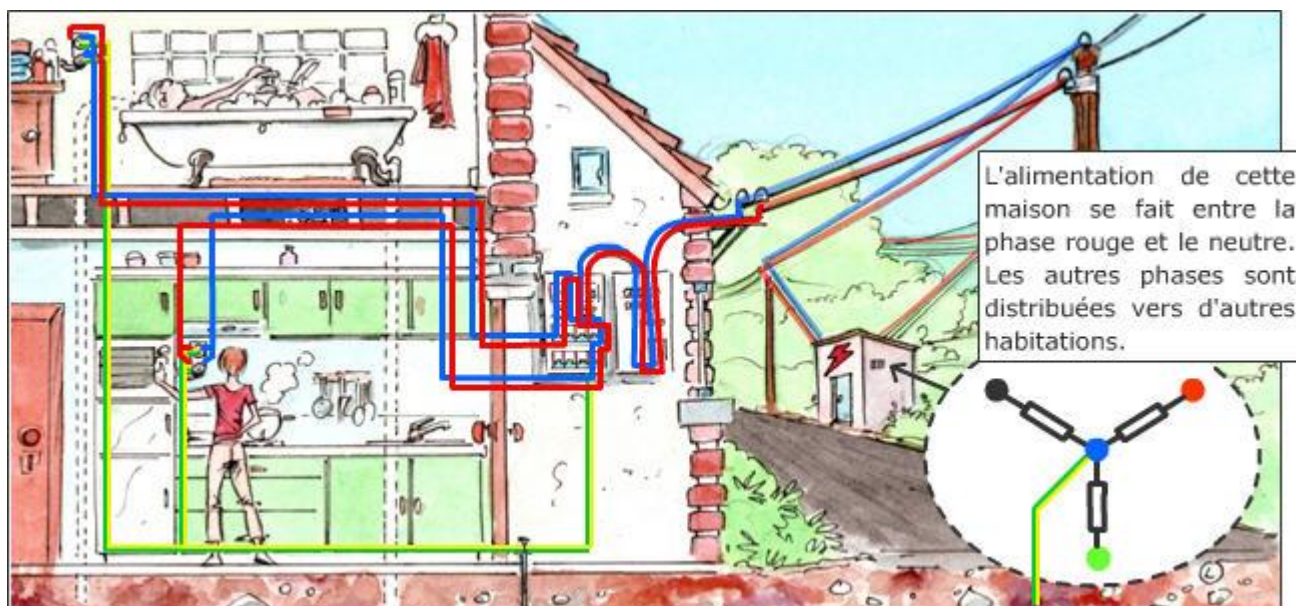
- La sécurité : en cas de défaut, ce critère tient compte des risques encourus par les utilisateurs, mais aussi des risques liés aux incendies et aux explosions. Avantage à l'IT, mais le TT est un bon compromis. Le TN qui développe des courants de défaut élevés est à proscrire dans les environnements qui présentent des dangers d'explosion et d'incendies.
- La disponibilité : ce critère traduit dans quelle mesure la puissance électrique reste disponible en cas de défaut. Avantage à l'IT... qui a été conçu pour cela! Il est particulièrement réservé aux hôpitaux où la continuité du service est primordiale.
- La maintenance : ce critère prend en compte la facilité à trouver le défaut ainsi que son aisance à le réparer. Avantage à l'IT et au TT.
- La fiabilité : elle traduit la stabilité du circuit face aux perturbations. Avantage à l'IT et au TT.
- Les perturbations : ce critère détermine dans quelle mesure l'installation émet ou véhicule des perturbations pour les dispositifs qu'elle alimente. Avantage à l'IT et au TT.

Les installations électriques domestiques (ou alimentées par le réseau basse tension) en Belgique, en France, en Hollande sont majoritairement configurées en régime TT. Le schéma TN-C est principalement utilisé aux USA et dans les pays anglo-saxons.

Une différence fondamentale entre les schémas TT et TN-C est liée au possible passage fréquent de courant dans les canalisations qui seront donc systématiquement portées à des potentiels parasites (de valeur inférieure aux normes de sécurité actuelles mais qui favorise le passage de courant de contact plus élevé que dans les schémas TT). L'intérêt du TN-C est plutôt économique.

Informations extraites du cours "**Effets indirects des champs électromagnétiques**" (Prof.JL.Lilien). Le document complet est téléchargeable dans le site du service de Transport et Distribution de l'Energie Electrique (rubrique "Enseignement") de Université de Liège. Vous y trouverez également les schémas des différents régimes de neutre.

En Belgique et chez la plupart de nos voisins, on a souvent un schéma TT. Il y a donc une séparation entre le conducteur neutre, géré par le fournisseur d'électricité et la "terre" locale. Les canalisations ne peuvent pas être reliées à la même terre que celle utilisée pour cette protection. Le conducteur de "terre" est le conducteur de protection (jaune et vert).



Le but de la prise de terre est d'écouler les courants de fuite vers la terre afin d'éviter des montées en potentiel qui pourraient être dangereuses pour les personnes. Chaque appareil (bâti de lessiveuse, four électrique, ...) doit être relié au conducteur de protection PE par l'intermédiaire du conducteur vert et jaune (en Europe). En cas de défaut interne aux appareils, cette "prise de terre" permet de maintenir les structures métalliques (dans notre exemple le bâti de la lessiveuse ou le four électrique) des appareils à un potentiel très faible par rapport au sol local, sans danger pour une personne qui toucherait le bâti d'une main et le sol de ses pieds.

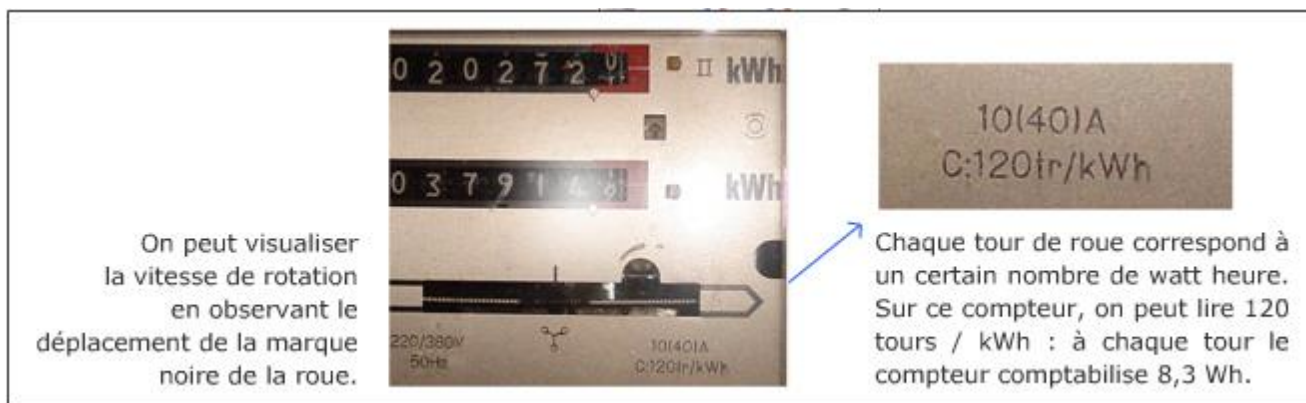
La résistance de la prise de terre doit être la plus faible possible (inférieure à 30 ohms). La liaison à la terre peut se faire soit à l'aide de piquets conducteurs enfoncés dans la terre ou, pour les constructions neuves, par une boucle sous les fondations.

Compteur électrique

Le compteur électrique est l'élément du circuit de notre habitation qui est directement raccordé au réseau de distribution de l'électricité.

Il est composé du compteur d'énergie proprement dit (ici bi-horaire) et d'un disjoncteur.

Le **compteur électrique** est conçu pour mesurer l'énergie consommée au cours du temps. C'est un wattheuremètre. En parcourant les bobinages du compteur, le courant fait tourner une roue par induction magnétique. La vitesse de rotation de la roue est proportionnelle à la puissance consommée.



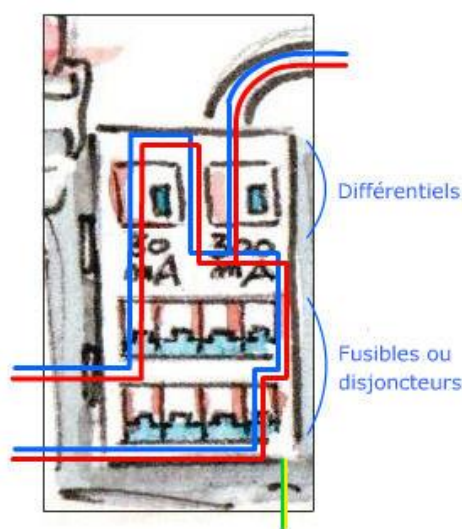
Le **disjoncteur** est un dispositif qui protège notre installation électrique domestique des courants trop importants.

En raccordant notre habitation au réseau électrique, nous demandons à notre fournisseur d'électricité une certaine quantité de puissance, appelée puissance souscrite. C'est la puissance maximale fournie par le réseau.

Pour une puissance souscrite de 9 kW, on aura un courant maximum de 40 A. Si trop d'appareils électriques sont branchés simultanément sur le réseau, le disjoncteur général déclenchera afin d'éviter des surchauffes dans notre circuit électrique domestique, ce dernier n'étant pas prévu pour supporter des courants trop importants.

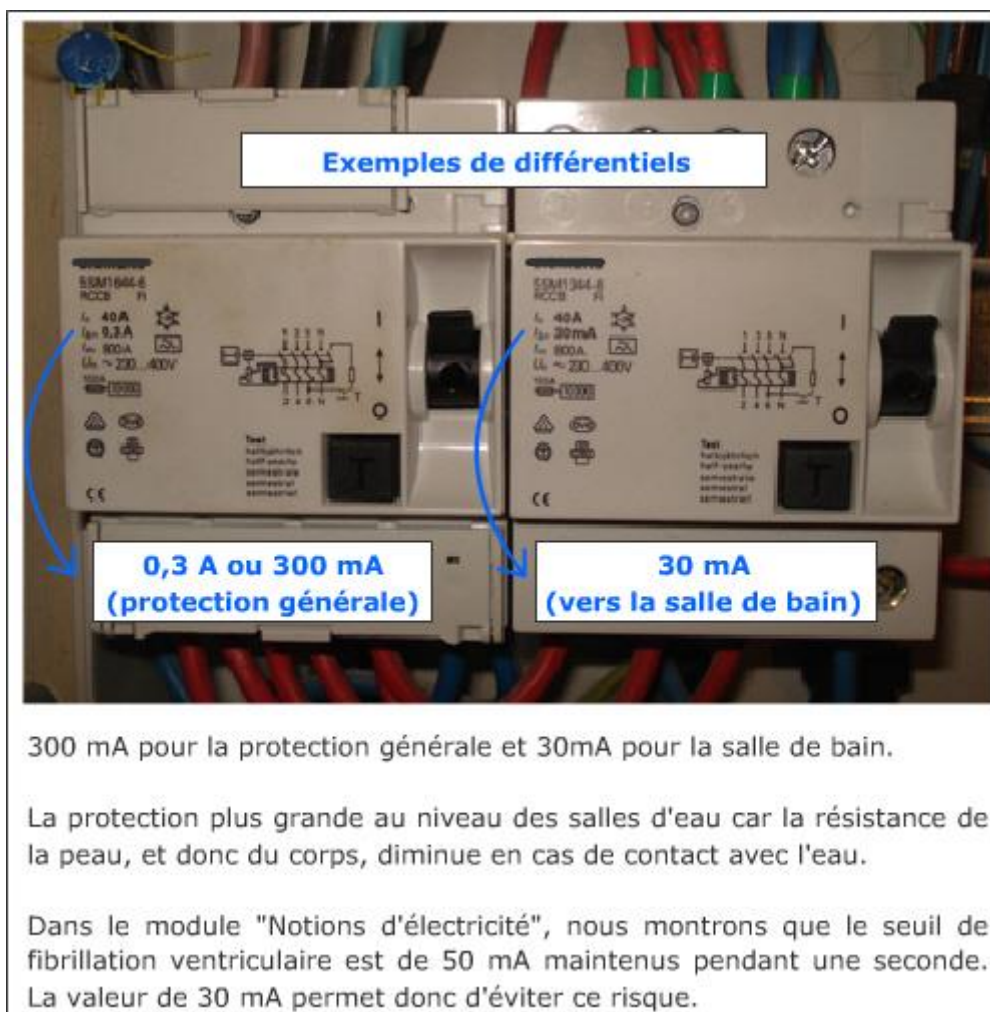
Tableau électrique

Le tableau électrique est le centre névralgique de notre installation électrique. C'est à partir de là que sont distribués les différents circuits de notre habitation. Il contient également des éléments majeurs dans la protection des biens et des personnes: les différentiels et les fusibles / disjoncteurs.



1. Différentiels

Les différentiels sont destinés à détecter une différence dans l'intensité du courant entre le conducteur aller (par ex, une phase) et le conducteur retour (par ex, le neutre). Ceci permet de déclencher un circuit ou une installation qui présente des courants de fuite (ces derniers pourraient parcourir un être humain et le mettre en danger). En général, ces courants de fuite sont détournés par la terre de l'installation.



Les différentiels protègent des risques d'électrisation et d'électrocution en coupant le circuit en défaut dans un temps compatible avec la sécurité des personnes.

Attention: Si nous sommes isolés du sol (semelle isolante, revêtement isolant), et que nous touchons les deux fils conducteurs, nous serons traversés par un courant qui peut être mortel, sans que le différentiel ne coupe le circuit! Le différentiel déclenche lorsque le défaut est associé à un courant dévié vers la terre.

Les règles élémentaires de prudence s'imposent, même en présence des protections différentielles ad hoc!

2. Fusibles et disjoncteurs

Les fusibles et les disjoncteurs sont les gardiens des surintensités. Si la charge d'un circuit dépasse les limites de courant qu'ils acceptent, ils coupent le circuit en défaut.

Leur intensité nominale doit être adaptée à la puissance prévue d'un circuit (et notamment à la section des conducteurs), car la surcharge d'une installation peut entraîner des risques d'incendie.

La section des conducteurs et l'intensité nominale (*) des disjoncteurs doivent être adaptées à la puissance prévue d'un circuit. Par exemple, pour :

- un circuit d'éclairage, la norme préconise une section de 1,5 mm² et une intensité nominale de 16 A
- un circuit de prises susceptibles d'alimenter des appareils chauffants, tels que des appareils à raclette par exemple, la section sera de 2,5 mm² et l'intensité nominale de 20 A
- les plaques électriques et autres gros électroménagers chauffants, la norme impose l'utilisation de câbles de 6 mm² et de disjoncteurs d'intensité nominale de 32 A.

(*) L'intensité nominale d'un disjoncteur (ou d'un fusible) est l'intensité maximale de courant efficace qu'il accepte. L'intensité de court-circuit est l'intensité qui déclenche la coupure du circuit.

Les valeurs sont différentes pour les fusibles :

- une section de 1,5 mm² est associée à une intensité nominale de 10 A
- une section de 2,5 mm² est associée à une intensité nominale de 16 A

Les circuits qui présentent un risque de surcharge (par exemple le circuit d'une cuisine comprenant différents appareils électriques demandant beaucoup de puissance comme un four, des plaques de cuisson ou intégrant un moteur) doivent être dimensionnés pour éviter que des courants un peu plus grands que le courant nominal ne puisse parcourir la ligne de façon prolongée.

Ils diffèrent par leur mode de fonctionnement : les fusibles déclenchent par fusion (*) et les disjoncteurs soit par déclenchement thermique (surcharge), soit par déclenchement magnétique ultra rapide (en cas de court-circuit).

(*) Le fonctionnement des fusibles

On a vu dans le module "Notions d'électricité" que la résistance d'un matériau était déterminée par sa résistivité, sa longueur et sa section. C'est sur ce dernier paramètre que s'appuient les fusibles pour protéger nos circuits des surintensités.

Ils contiennent un fil d'une section précise. La taille de la section détermine la quantité de charges autorisées :

- dans les fusibles plus anciens, en cas de surcharge, le fil fond et coupe le circuit. Il faut alors remplacer le fusible,
- dans les fusibles automatiques, l'échauffement provoque le déplacement d'un interrupteur, qui coupe le circuit. Le fusible peut alors être réenclenché.

Le dimensionnement des fusibles et disjoncteurs ainsi que la section des conducteurs font l'objet de normes reprises, en Belgique, dans le Règlement Général sur les Installations Electriques (RGIE). Un aperçu des normes belges est disponible dans le site de la société AIB Vinçotte.

Quiz

Pour accéder au Quiz, suivre le lien suivant:

<http://www.bbemg.be/fr/index-cem/electricite-champs/reseau-electrique.html>

Annexes

1. Comment connaître la tension d'une ligne à haute tension?

L'isolation entre les conducteurs est assurée par le dimensionnement des pylônes : un pylône supportant une tension de 380 kV est beaucoup plus grand qu'un autre supportant du 75 kV, ce qui permet de mieux espacer les conducteurs du pylône 380 kV.

L'isolation entre les conducteurs et les pylônes est assurée par des isolateurs. Ceux-ci sont réalisés en verre, en céramique, ou en matériau synthétique. Plus la tension de la ligne est élevée, plus le nombre d'isolateurs dans la chaîne est important. On peut estimer la tension des lignes en multipliant le nombre d'isolateurs par environ 15 kV (selon le degré de pollution, la forme des isolateurs ...). Ceci donne une idée de la tension de la ligne.

Il faut également savoir par ailleurs que seuls quelques niveaux de tension existent, ils sont normalisés. Par exemple, en Belgique, on trouve les tensions suivantes : 70 kV (de 4 à 7 isolateurs), 150 kV (de 9 à 11 isolateurs), 220 kV (de 13 à 16 isolateurs), 380 kV (de 19 à 23 isolateurs).

220 kV



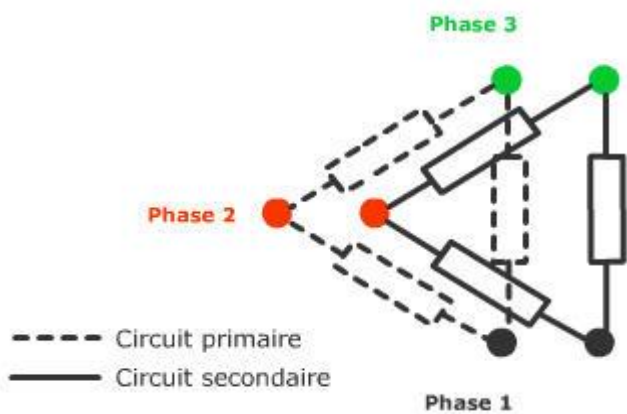
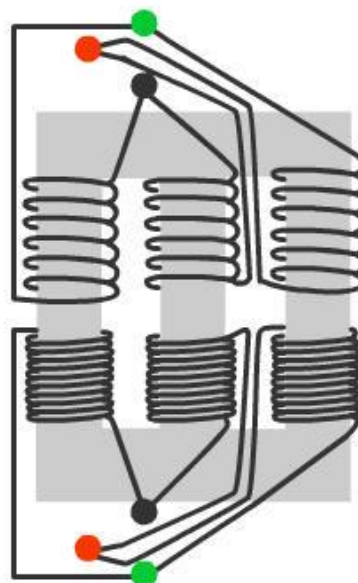
380 kV



Si vous souhaitez poser une question au BBEMG concernant une ligne à haute tension, n'oubliez pas de mentionner la tension de la ligne. Cette information permettra de vous informer de manière plus précise.

2. Illustration d'un transformateur triphasé

Un transformateur triphasé est composé d'un noyau à trois branches sur lesquelles sont placés les enroulements primaires et secondaires.



Raccordement en triangle

Dans le cas des transformateurs des lignes à haute tension, le raccordement entre les trois phases se fait selon un schéma en triangle (cf. ci-contre et ci-dessus).