

## Production courant

L'énergie électrique a plusieurs origines : Pour les centrales thermiques ( nucléaire, charbon, ... ) c'est la vapeur produite fait tourner un alternateur et pour l'éolien et les centrales hydroélectriques c'est l'énergie mécanique produite qui fait tourner un alternateur. L'alternateur délivre un courant alternatif qui est ensuite transformé en 230V pour les besoins domestiques.

Les panneaux solaires fournissent un courant continu. Il faut donc un convertisseur continu / alternatif pour le raccorder au réseau domestique.

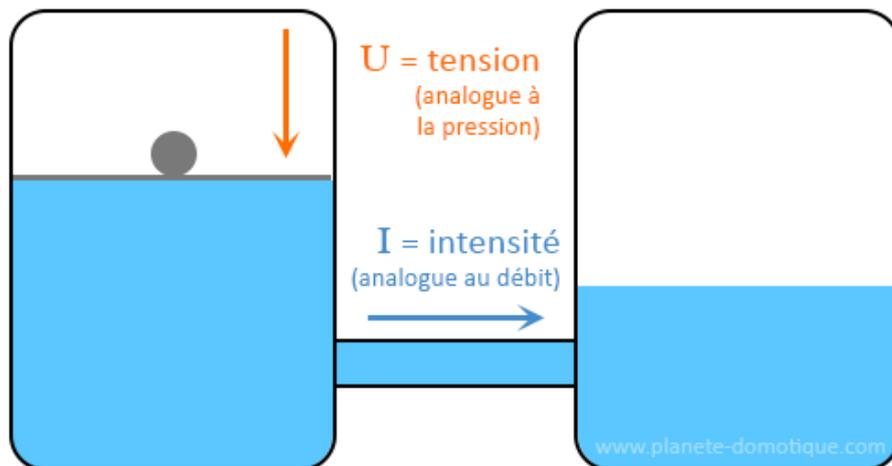
Il ne faut pas oublier les piles et batteries qui fournissent un courant continu.

## Tension, intensité et résistance

Un courant électrique est défini par les valeurs suivantes :

- **La tension électrique**, mesurées en volts (symbole V) et notée U, décrit la quantité d'électricité. Exemple : 230 V (tension du courant électrique au secteur en France), 12 V
- **L'intensité électrique**, mesurée en ampères (symbole A) et notée I, indique le mouvement de cette électricité. Exemple : 100 A pour un démarreur automobile, 1 A pour une ampoule à incandescence, 500 mA pour une petite alimentation électrique, 300 mA pour un moteur de locomotive.

Pour visualiser ces unités de mesure, il est fréquent de comparer le déplacement électrique à celui d'un fluide : **la tension correspond à la pression d'eau** présente dans le tuyau, tandis que **l'intensité correspond au débit**.



### Analogie entre l'électricité et un montage hydraulique

N.B. : en raison de leur unité de mesure, la tension est parfois appelée « voltage » et l'intensité est parfois appelée « ampérage ». Ces termes ne sont pas officiels mais ils restent assez courants.

Étroitement liée à la notion d'intensité, il y a la notion de **résistance**. La résistance, notée R, s'exprime en Ohms (symbole :  $\Omega$ ) et détermine la capacité d'un circuit ou autre composant à ralentir le passage du courant. Ainsi, sur un circuit très conducteur, la résistance est proche de  $0 \Omega$ . Deux éléments qui ne sont pas en contact auront une résistance approchant l'infini.

La formule indiquant la relation entre la puissance est la **Loi d'Ohm :  $U = R \times I$**

(Tension égale au produit de la résistance et de l'intensité).

Pour poursuivre l'analogie avec un montage hydraulique, la résistance correspondrait à une turbine située dans notre tuyau, et diminuant donc le passage du débit.

Lorsqu'un courant traverse le corps humain (composé d'environ 75 % d'eau), celui-ci agit comme une résistance.

La résistance du corps humain, est variable selon :

- les personnes,
- l'humidité de la peau,
- et aussi le circuit qu'emprunte le courant dans le corps.

En moyenne, le corps humain présente une résistance de l'ordre de 3 à 5 k $\Omega$ .

D'après la formule ci-dessus, on voit donc qu'avec une tension de 12V, le corps sera traversé par une intensité de 2.5mA (non dangereux). Par contre avec une tension de 230V, on arrive à une intensité de 45mA qui peut être dangereuse.

Le courant qui traverse le corps humain est **dangereux** suivant son intensité :

- – à 0,5 mA : c'est le seuil de **perception** : ça chatouille comme on dit
- – à 10 mA : **contractions musculaires**, seuil de non lâcher : maximum 3-4 minutes
- – à 30 mA : seuil de la **paralysie respiratoire** : maximum 20-30 secondes
- – à 75 mA : seuil de **fibrillation** cardiaque irréversible : maximum 2 à 5 secondes
- – à 1000 mA : **arrêt cardiaque** : maximum 30 à 100 ms

#### Sécurité installation électrique domestique :

Quand on touche avec le doigt, une prise 230 V~ et que nous sommes en contact avec le sol qui est au potentiel de la terre, donc 0, un courant prend naissance. Ce courant est de l'ordre de  $230V / 5\,000\Omega$ , soit 46 mA. Donc au-delà de 5 secondes : problème.

C'est pour cette raison, entre autres, que chez vous, il y a un différentiel qui protège les circuits de prises électriques, à savoir 30 mA. Ce dispositif ouvre le disjoncteur général à partir de 15 mA : voilà pourquoi, heureusement, on ne meurt presque plus d'électrocution domestique avec du 230 volts.

Il faut bien noter que dans tous les cas, quelque soit la capacité d'une alimentation elle ne délivrera que le courant nécessaire à la charge qui lui est connectée.

Par exemple, une batterie 12V de voiture de 50A ne sera pas pour autant mortelle pour une personne qui touchera les bornes + et -, puisque le corps humain ne consommera que 2 ou 3mA.

Autre exemple, si vous avez un train qui consomme 500mA sous 12 V, vous pouvez sans problème l'alimenter avec une alimentation de 12V / 5A.

## Courant alternatif et courant continu

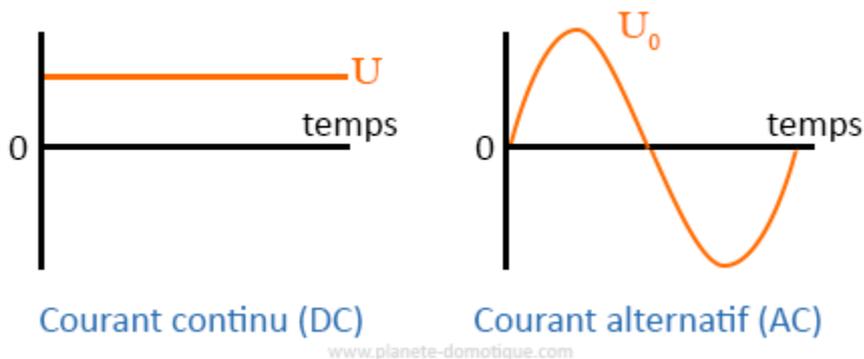
Avant d'aller plus loin, abordons la notion d'AC/DC... il ne s'agit pas du groupe de hard rock, mais de la description de deux types de courant : **courant alternatif** (AC ou CA) et **courant continu** (DC pour Direct Current, ou CC).

Cette notion de AC ou DC est généralement indiquée juste après la tension, pour indiquer ce qu'une alimentation délivre ou le type d'alimentation électrique dont un appareil à besoin : il y a par exemple un courant alternatif 230 VAC pour le courant au secteur en sortie d'une prise électrique, et un courant continu de 12 VDC pour une alimentation d'un petit appareil.

Dans un **courant continu**, les charges électriques ne vont que dans un **seul sens**, du [-] vers le [+], tandis que dans un **courant alternatif**, le **sens des charges change** très régulièrement.

Un courant alternatif est donc défini par sa **tension** mais également par sa **fréquence**, à savoir le nombre de fois que les charges changent de sens.

Cette fréquence est de 50 Hz dans la plupart des pays, y compris la France, et de 60 Hz aux États-Unis. Vous constaterez sur la plupart des alimentations la mention 50/60 Hz, indiquant qu'elles acceptent les deux fréquences.



# Puissance réelle et puissance apparente

Une autre notion indispensable est la puissance électrique. La **puissance** est exprimée en watts (symbole : W) et elle est notée P. C'est le produit de la tension par l'intensité ( $P = U \times I$ ), et comme elle prend en compte la quantité et le mouvement d'électricité, elle permet d'indiquer l'énergie fournie en une seconde par le circuit électrique.

$$P = U \times I$$

**Puissance**  
en watts (W)      **Tension**  
en volts (V)      **Intensité**  
en ampères (A)

exemple :

$$60 \text{ W} = 12 \text{ V} \times 5 \text{ A}$$

N.B. : c'est la formule correspondant au cas de figure le plus simple, le courant continu où la tension ne varie pas. Dans le cas d'un courant alternatif, des formules plus complexes entrent en jeu, et cette formule permet de calculer la puissance apparente.

Cette notion de puissance apparente explique qu'en courant alternatif, pour avoir une mesure précise de la puissance consommée, il faut avoir une mesure précise de la tension.

Suivant le type de charge, il peut en effet y avoir un décalage entre la tension et l'intensité (charge inductive). La puissance est alors totalement dépendante de la mesure de tension.

Vous n'aurez pas ce problème sur une charge résistive (comme un radiateur), mais vous pouvez l'avoir sur un moteur (machine à laver, volet...)

Voici un ordre de grandeur des puissances présentes dans des objets du quotidien :

- Chargeur de téléphone : 5 W
- Appareil électrique (TV, imprimante...) en veille : 5 à 10 W
- Réfrigérateur : 200 W
- Air conditionné : 400 W
- Ordinateur en fonctionnement avec moniteur LCD : 80 W
- Box ADSL (puissance variable d'une box à l'autre) : 25 W
- Lampe avec ampoule à économie d'énergie : 10 W
- Lave-vaisselle : 1200 W
- Lave-linge : 2500 W
- Four classique : 2000 à 2500 W
- Chauffage électrique : 1000 W à 2000 W

Vous trouverez parfois une puissance exprimée en **voltampères (VA)** : il s'agit de la puissance apparente. Là où **le watt permet de mesurer la puissance réelle (puissance active)** et dépend donc de différents facteurs, **le voltampère permet d'exprimer la puissance apparente**, soit la valeur maximale de puissance pouvant être prise.

On retrouve notamment cela sur les Onduleur (VA) !

La formule pour la puissance [ $P = U \times I$ ] indiquée ci-dessous est toujours valable pour calculer la puissance apparente, quelles que soient les particularités du circuit mesuré.

En passant en Volt Ampère, dans certains cas, on utilise un Coefficient appelé « Cos Phi ». C'est pour cela qu'un Onduleur de 300 VA ne supportera pas une charge de 300W, mais un peu moins en fonction du coefficient. Ce coefficient dépend du type d'installation etc...

Pour un circuit en courant continu (DC), la puissance réelle est égale à la puissance apparente. Le voltampère n'est donc pertinent que pour les circuits en courant alternatif (AC).

# Capacité d'une batterie ou d'une pile

Enfin, sur les appareils de type pile, batteries, etc., nous retrouvons souvent une autre unité : **Ah**, l'ampère-heure. C'est la quantité de charges électriques qui peut être délivrée en un temps donné.

Autrement dit, c'est **la capacité de la batterie à fournir de l'électricité pendant un certain temps et selon l'intensité demandée**.

Tout comme le kilowatt-heure a une correspondance avec le joule, l'ampère-heure correspond avec le coulomb (C), mais il est préféré pour l'usage grand public. Sur les batteries, nous rencontrons plus régulièrement des valeurs exprimées en mAh.

Concrètement, si une batterie a une capacité de **10 000 mAh** (soit 10 Ah) :

- une charge demandant 10 ampères pourra être alimentée par cette batterie pendant 1 heure,
- OU une charge demandant 5 A pourra être alimentée pendant 2 heures,
- OU une charge demandant 2 A pourra être alimentée pendant 5 heures,
- etc.



Exemple de batterie indiquant sa capacité.

# Choix des câbles pour le câblage d'un réseau

Le choix des câbles électriques doit se faire en respectant quelques règles :

Utiliser des câbles en respectant des couleurs :

Noir pour le moins Rouge pour le plus, possibilité d'utiliser d'autres couleurs si plusieurs alimentations. Utiliser toujours la même couleur pour les accessoires identiques pour faciliter le câblage et les inévitables opérations de maintenance.

La section du fil utilisé doit être compatible avec le courant max possible. En règle générale, prévoir un feeder de section 1.5 mm<sup>2</sup> minimum pour l'alimentation des voies et du fil de 0.35 mm<sup>2</sup> pour les commandes d'aiguilles et accessoires.

Formule pour déterminer la section de fil à utiliser :  $4 A / \text{mm}^2$

L'utilisation d'un câble trop petit en section se traduit par une chute de tension avec pour conséquence une baisse de vitesse de la locomotive et dans le pire des cas une fusion du câble.

Exemple câble section 0.283 mm<sup>2</sup> résistance 0.063  $\Omega$  / mètre.

Avec 10 mètres de câble ( aller et retour ) et un courant de 1 A ( 2 trains ) on a une perte dans les câbles de  $0.063\Omega \times 10 M \times 1A = 0.63 V$

# Résumé

Nom	Unité de mesure	Définition	Exemple de contexte
Tension	volt (V)	Energie de la source de courant électrique	Électricité au secteur : 230V.
Intensité	ampère (A)	Débit du courant électrique	Intensité acceptée sur un compteur électrique : 50A.
Résistance	ohm ( $\Omega$ )	Retenue du passage du courant	Une résistance dans un circuit électrique peut aller de 0,01 $\Omega$ à plusieurs mégaohms.
Puissance réelle	watt (W)	Énergie fournie par seconde	Une ampoule 60W, un chauffage de 2000W.
Puissance apparente	voltampère (VA)	Courant alternatif uniquement : puissance maximale possible	Une alimentation ondulée avec une puissance apparente de 600VA, et une puissance maximale de 360W.
Charge délivrable	ampère-heure (Ah)	Charge pouvant être délivrée en 1 heure par l'appareil	Un smartphone avec une batterie de 2600 mAh , une batterie de secours de 10 000 mAh.